

Содержание

Глава 1. Первоначальные химические понятия	6
Вещества	6
Физические и химические явления	7
Атомно-молекулярная теория	8
Простые и сложные вещества	9
Относительные атомные и молекулярные массы	10
Постоянство состава вещества	12
Вычисления по химическим формулам	13
Понятие о количестве вещества	18
Валентность	19
Сохранение массы веществ при химических реакциях	21
Типы химических реакций	25
Глава 2. Кислород. Воздух. Горение.....	27
Способы получения кислорода	27
Свойства кислорода	29
Применение кислорода	30
Состав воздуха	32
Горение	33
Использование воздуха	34
Основные виды топлива	38
Глава 3. Водород. Вода	40
Получение водорода	40
Химические свойства водорода	42
Применение водорода	44
Вода. Состав воды и ее образование	45
Химические свойства воды	46
Глава 4. Растворы	47
Растворимость	47
Массовая доля вещества в растворе	49
Кристаллогидраты	52
Плотность раствора и массовая доля вещества в растворе	54
Приготовление растворов	57
Молярная концентрация	59
Глава 5. Основные классы неорганических соединений	61
Оксиды. Составление формул и вычисление состава	61
Классификация оксидов	63
Способы получения оксидов	64
Химические свойства оксидов	65
Применение оксидов	66
Гидроксиды металлов. Состав и классификация	67
Получение и химические свойства гидроксидов	68
Способы получения кислот	71

Химические свойства кислот	72	Реакция ионного обмена.....	164
Применение кислот	73	Гидролиз солей.....	166
Соли. Состав и классификация солей	74	Глава 14. Азот и фосфор.	167
Способы получения солей	76	Свойства азота	167
Химические свойства и применение солей	78	Аммиак.....	169
Генетическая связь между оксидами, гидроксидами и солями	81	Соли аммония	171
Глава 6. Количественные отношения в химии.....	84	Оксиды азота	175
Количество вещества. Моль	84	Азотная кислота и ее соли	177
Закон Авогадро.....	92	Производство аммиака и азотной кислоты	179
Молярный объем газа	93	Свойства фосфора	182
Расчет относительной плотности газов	95	Фосфорные кислоты и их соли.....	184
Относительная молекулярная масса и молекулярная формула газа	97	Глава 15. Минеральные удобрения.....	187
Соотношения объемов и масс газов при химических реакциях	98	Калийные удобрения.....	187
Термохимические расчеты	102	Азотные удобрения	190
Глава 7. Периодический закон Д.И. Менделеева	105	Фосфорные удобрения.....	192
Периодическая система	105	Комплексные удобрения и кормовые добавки	194
Химические свойства элементов	108	Глава 16. Углерод и кремний.....	196
Свойства простых веществ	110	Углерод и его оксиды	196
Глава 8. Строение вещества.....	112	Угольная кислота и ее соли	198
Строение электронных оболочек атомов	112	Свойства кремния и его соединений	202
Состав атомных ядер. Изотопы.....	113	Силикатная промышленность	204
Виды химической связи	115	Глава 17. Металлы.....	206
Электроотрицательность	117	Общие свойства металлов	206
Степени окисления	118	Электрохимический ряд напряжений металлов	207
Глава 9. Окислительно-восстановительные реакции	120	Электролиз	208
Взаимодействие простых веществ между собой	120	Щелочные металлы	208
Реакции простых веществ со сложными веществами	122	Кальций и его соединения	212
Реакция между сложными веществами	124	Алюминий	216
Внутримолекулярные реакции окисления-восстановления.....	125	Железо	217
Глава 10. Галогены	125	Способы получения металлов. Сплавы	218
Хлор	125	Металлургия	220
Хлороводород и соляная кислота	127	Глава 18. Органические соединения.....	223
Фтор, бром, иод	132	Предельные углеводороды. Циклопарафины	223
Сравнительная химическая активность галогенов	137	Непредельные углеводороды	230
Глава 11. Подгруппа кислорода	140	Ароматические углеводороды	238
Элементы подгруппы кислорода	140	Природные источники углеводородов	242
Сера	142	Спирты и фенолы	243
Сероводород	144	Альдегиды и карбоновые кислоты	246
Оксиды серы и их свойства	146	Простые и сложные эфиры. Жиры	253
Серная кислота и ее соли	148	Углеводы	257
Производство серной кислоты	152	Амины. Аминокислоты. Белки	258
Глава 12. Основные закономерности химических реакций	154	Нахождение молекулярной формулы органического вещества	264
Скорость химических реакций	154	Глава 19. Комбинированные и усложненные задачи и упражнения	265
Химическое равновесие	157		
Защита окружающей среды	158		
Глава 13. Теория электролитической диссоциации.....	160		
Диссоциация оснований, кислот и солей	160		

Глава 1. Первоначальные химические понятия

Вещества

1-1.

Физическое тело	Химическое вещество
мяч	золото
гвоздь	пластмасса
стакан	медь
	резина
	мел

1-2.

- a) стакан, ваза, окно;
б) кастрюля, ложка, пуговица;
в) игрушка, саноги, ниша;
г) дверные ручки, дверь, замок.

1-3.

При нагревании сахар начнет плавиться, а соль останется без изменений.

1-4.

Сталь, чугун и железо имеют различную плотность, температуры плавления и кипения, ковкость, коррозионную устойчивость и т.д.

Из стали изготавливают медицинское оборудование, мебель, посуду. Из чугуна — сковородки, ограждения. Из железа — гвозди, молотки, трубы.

1-5.

Все эти вещества представляют собой порошки белого цвета, но зубной порошок в отличие от соли и соды не растворяется в воде.

1-6.

Среди перечисленных веществ индивидуальных нет, т.к. а) воздух — смесь газов; б) вода — содержит растворенные вещества примеси; в) газированная вода — смесь воды и углекислого газа.

1-7.

Смеси: гранит.

Чистые вещества: поваренная соль, дистиллированная вода, сахарный песок.

1-8.

а) Смесь надо растворить в воде: соль растворится, а мел нет, затем отфильтровать осадок, а фильтрат выпарить

б) 1. Растворить смесь в воде, сахар растворится, а песок и уголь нет, их можно отфильтровать.
2. смесь песка и угля нагреть, уголь сгорит на воздухе, а песок останется.

1-9.

1. Используя постоянный магнит отделить железные опилки (притягиваются).

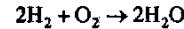
2. Оставшуюся смесь поместить в воду: древесные опилки всплынут на поверхность (их можно собрать), а медные потонут.

1-10.

Исходный порошок был смесью, т.к. в первый раз растворилось 40% вещества, а во второй лишь 3%.

1-11.

Водород не был чистым, иначе в этом случае он бы полностью прореагировал с кислородом и остатка не получилось бы.



1-12.

Для этого надо растворить оба порошка в воде: малахит не растворяется вовсе, медный купорос очень медленно с образованием голубого цвета раствора, а сера всплывает на поверхность, т.к. обладает свойством флотации.

1-13.

1) Используя постоянный магнит отделить железные опилки (притягиваются).

2) Погрузив смесь в воду наблюдаем: сера всплывает (можно собрать с поверхности), оксид меди (II) не растворяется — осадок, а железный купорос растворяется.

3) Раствор отфильтровать: получим оксид меди (II), а фильтрат выпарить — получим железный купорос.

Физические и химические явления

1-14.

Физические явления: образование инея на деревьях.

Химические явления: ржавение железа и образование зеленого налета на медных предметах.

1-15.

Автомобильный двигатель работает на горючем топливе, при сгорании которого (химический процесс) выделяется большое количество тепловой энергии, перерабатываемой в механическую засчет сжатия и расширения газообразных продуктов горения (физический процесс).

1-16.

При этом происходит химическое явление, т.к. изменение цвета — один из признаков протекания химической реакции, в результате реакции выделяется тепло, поэтому образующийся раствор разогревается.

1-17.

а) о химическом явлении: получение кислорода электролизом воды

б) о физическом явлении: при нагревании растворимость газов уменьшается, поэтому они выделяются из растворов (кислород из воды)

1-18.

При горении свечи наблюдаются как физические (плавление парафина, свечение), так и химические (горение парафина) явления. При горении свечи

выделяются углекислый газ и вода. Их наличие можно доказать следующим образом: углекислый газ вызывает помутнение известковой воды, а вода превращает белые кристаллы сульфата меди в раствор голубого цвета.

1-19.

а) нет, происходит разделение смеси за счет разности температур кипения компонентов

- б) да, т.к. происходит разложение оксида ртути (II)
- в) да, т.к. происходит разложение пермanganата калия.

1-20.

а) нет, т.к. вода только закипает, а затем конденсируется.

б) при перегонке древесины различные компоненты могут реагировать между собой.

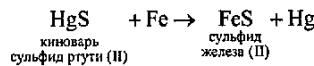
Атомно-молекулярная теория

1-21.

В приведенном отрывке не упоминается ни одно химическое явление. Мельчайшие частицы, о которых идет речь в сочинении на языке современной науки называют молекулами.

1-22.

Возгонка — физический процесс, а взаимодействие киновари с железом — химический.



1-23.

Современной наукой доказано, что атом, ранее считавшийся неделимой частицей, состоит из протонов, нейтронов и электронов и в результате ядерных реакций состав атома может меняться.

1-24.

Это одноатомные молекулы инертных газов.

1-25.

Газ, даже более тяжелый, чем воздух, нельзя сохранить в открытом сосуде из-за явления диффузии — взаимному проникновению молекул одного вещества в другое, для газов оно особенно актуально, т.к. молекулы одного вещества между собой связаны очень слабо.

1-26.

За счет явления диффузии с течением времени чашки весов выравниваются, т.к. в обеих колбах будет находиться обычный воздух.

1-27.

а) Можно: плотность, летучесть, запах, вкус, температуры кипения и плавления, окраска, электро- и теплопроводность, состав, твердость; остальные нельзя;

- б) можно: масса, размер, форма, состав, остальные нельзя.

1-28.

а-б) молекулы беспорядочно движутся в различных направлениях
в) при нагревании молекулы получают настолько большие скорости, что вылетают из основного вещества и переходят в газообразное состояние

г) при нагревании молекулы начинают быстрее двигаться
д) молекулы взаимодействуют между собой, образуют различные связи, расстояние между ними уменьшается

е) молекулы взаимодействуют, молекулы одного вещества притягиваются друг к другу, а от молекул другого — отталкиваются

ж) при одних условиях молекулы притягиваются друг к другу сильнее, а при других — слабее

з) атомы в молекулах связаны друг с другом с разной силой, возможно один атом будет прочнее связан с другим, а с третьим слабее, поэтому одна связь разрывается, другая образуется.

1-29.

а) состоят из молекул	б) состоят из атомов	в) состоят из ионов
кварц	алмаз	бромид калия
йод	графит	сода
вода	аргон	оксид алюминия
углекислый газ		
серная кислота		
сахар		

1-30.

Атомная решетка: алмаз, кварц, графит, аргон.

Молекулярная: йод, вода, углекислый газ, серная кислота, сахар.

Ионная: бромид калия, сода, оксид алюминия.

Кристаллическую решетку можно установить исходя из состава вещества и его физических свойств: температур плавления и кипения, прочности, твердости и т.д.

Простые и сложные вещества

1-31.

В природе известно больше металлов. 88 элементов из 109 являются металлами и 21 неметаллом.

1-32.

Четкого различия между металлами и неметаллами нет. Металл образует оксиды и гидроксиды, обладающие основными свойствами, а неметаллы — кислотными. Так же можно отличить их по кристаллической решетке: у металлов — металлическая, у неметаллов — атомная или молекулярная.

1-33.

Здесь под словом "железо" следует понимать химический элемент, а точнее ионы железа.

1-34.

Оксид ртути состоит из 2-х элементов: ртути и кислорода, это можно доказать следующим образом: при нагревании оксида ртути (II) происходит его разложение с образованием двух веществ: ртути и кислорода.

1-35.

а) рыба дышит кислородом, содержащимся в воде.

1-36.

Рыбы дышат растворенным в воде простым веществом кислородом. При кипячении воды почти весь кислород, содержащийся в воде, улетучивается.

1-37.

Простые вещества: железо, сера, графит, азот, медь.

Сложные вещества: соль, вода, мел, сахар, малахит, бронза, гранит.

1-38.

Мел состоит из химических элементов кальция, углерода и кислорода.

1-39.

Этот факт свидетельствует, что в состав исходного вещества точно входили элементы углерод, водород и азот.

1-40.

Из одного простого вещества можно получить другое, образованное тем же элементом. Такое явление, когда один элемент может образовывать несколько простых веществ называется аллотропией. Доказательством образования нового вещества будет изменение его свойств: цвета, запаха, температуры кипения и плавления, химических свойств.

1-41.

Простые вещества: алмаз, железо, уран, кислород.

Сложные вещества: апатит, сода, известь, бензол, мрамор, рубин, парафин, полистилен.

1-42.

Из одного сложного вещества можно получить другое сложное с тем же качественным и количественным составом. Отличаться они будут строением. Явление, когда вещества имеют одинаковый состав, но разное строение, называется изомерией.

1-43.

Один химический элемент возможно превратить в другой, такое возможно в результате ядерных реакций.

Относительные атомные и молекулярные массы

1-44.

$$a) \text{Mr}(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 1 + 16 = 18$$

$\text{Ar}(\text{C}) = 12$ $\text{Mr}(\text{H}_2\text{O}) > \text{Ar}(\text{C})$, молекула воды тяжелее

$$b) \text{Mr}(\text{H}_2\text{O}) = 18$$

$\text{Ar}(\text{Mg}) = 24$ $\text{Ar}(\text{Mg}) > \text{Mr}(\text{H}_2\text{O})$, атом магния тяжелее

в) $\text{Ar}(\text{I}) = 127$, $\text{Mr}(\text{O}_2) = 2 \cdot 16 = 32$, $\text{Ar}(\text{I}) > \text{Mr}(\text{O}_2)$, атом йода тяжелее.

10

1-45.

$$\text{Mr}(\text{N}_2) = 2 \cdot 14 = 28; \text{Ar}(\text{Kr}) = 84; \frac{\text{Ar}(\text{Kr})}{\text{Mr}(\text{N}_2)} = \frac{84}{28} = 3.$$

Ответ: в 3 раза.

1-46.

$$\text{Mr}(\text{H}_2) = 2 \cdot 1 = 2; \text{Ar}(\text{Ar}) = 40; \frac{\text{Ar}(\text{Ar})}{\text{Mr}(\text{H}_2)} = \frac{40}{2} = 20.$$

Ответ: в 20 раз.

1-47.

В таблице Берцелиуса все величины атомных масс были увеличены по сравнению с современными в раз $\left(\frac{100}{16} \approx 6,25 \right)$.

$$\text{Ar}'(\text{H}) = 1 \cdot \frac{100}{16} = 6,25; \text{Ar}'(\text{C}) = 12 \cdot \frac{100}{16} = 75; \text{Ar}'(\text{S}) = 32 \cdot \frac{100}{16} = 200.$$

1-48.

$$\text{Mr}(\text{CO}_2) = \text{Ar}(\text{C}) + 2\text{Ar}(\text{O}) = 12 + 2 \cdot 16 = 44;$$

$$\text{Mr}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2\text{Ar}(\text{H}) + \text{Ar}(\text{S}) + 4\text{Ar}(\text{O}) = 2 \cdot 1 + 3 \cdot 2 + 4 \cdot 16 = 98;$$

$$\text{Mr}(\text{NaHCO}_3) = \text{Ar}(\text{Na}) + \text{Ar}(\text{H}) + \text{Ar}(\text{C}) + 3\text{Ar}(\text{O}) = 23 + 1 + 12 + 3 \cdot 16 = 84$$

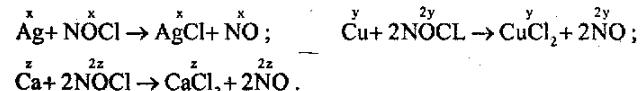
$$\text{Mr}(\text{CH}_3\text{COOH}) = 2\text{Ar}(\text{C}) + 4\text{Ar}(\text{H}) + 2\text{Ar}(\text{O}) = 2 \cdot 12 + 4 \cdot 1 + 2 \cdot 16 = 60$$

1-49.

$$\text{Mr}(\text{O}_2) = 2 \cdot 16 + 32; \text{C}_2\text{H}_6 \text{ Mr}(\text{C}_2\text{H}_6) = 2 \cdot 12 + 6 \cdot 1 = 32.$$

Ответ: C_2H_6 .

1-50.



Пусть прореагировало x моль Ag, y моль Cu и z моль Ca.

1-51.

$$n(\text{O}) = \frac{47,00}{16} = 2,94; \quad n(\text{Si}) = \frac{29,5}{28} = 1,05;$$

$$n(\text{Al}) = \frac{8,05}{27} = 0,3; \quad n(\text{Ca}) = \frac{2,96}{40} = 0,074.$$

1-52.

$$\frac{\omega(\text{H})}{\text{N}(\text{H})}, \frac{\omega(\text{Na})}{\text{N}(\text{Na})}, \frac{\omega(\text{Mg})}{\text{N}(\text{Mg})} = \frac{1}{16}, \frac{2,4}{1,82}, \frac{2,35}{1,72} =$$

$$= 0,0625 : 1,319 : 1,366 = 1 : 21 : 22.$$

Это отношение приблизительно соответствует отношению атомных масс.

1-53.

$$\text{Mr}(\text{CaCO}_3) = \text{Mr}(\text{CaO}) + \text{Mr}(\text{CO}_2); \quad \text{Mr}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \text{Mr}(\text{H}_2\text{O}) + \text{Mr}(\text{SO}_2);$$

$$\text{Mr}(\text{MgCO}_3) = \text{Mr}(\text{MgO}) + \text{Mr}(\text{CO}_2).$$

11

1-54.

Оксид азота (I) $\text{N}_2\text{O} \cdot \text{Mr}(\text{N}_2\text{O}) = 2\text{Ar}(\text{N}) + \text{Ar}(\text{O}) = 2 \cdot 14 + 16 = 44$;
Оксид углерода (IV) $\text{CO}_2 \cdot \text{Mr}(\text{CO}_2) = \text{Ar}(\text{C}) + 2\text{Ar}(\text{O}) = 12 + 2 \cdot 16 = 44$

Постоянство состава вещества

1-55.

Дано:
 $m(\text{S}) = 8 \text{ г}$
 $m(\text{Fe}) = 28 \text{ г}$

Решение:
 $\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$
 $v(\text{S}) = \frac{m(\text{S})}{\text{Ar}(\text{S})} = \frac{8}{32} = 0,25 \text{ моль}$

$v(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{\text{Ar}(\text{Fe})} = \frac{28}{56} = 0,5 \text{ моль.}$

Т.к. железо находится в избытке расчет ведем по сере.

$v(\text{FeS}) = v(\text{S}) = 0,25 \text{ моль}; m(\text{FeS}) = v(\text{FeS}) \cdot \text{Mr}(\text{FeS}) = 0,25 \cdot 88 = 22 \text{ (г).}$

Ответ: 22 г.

1-56.

Дано:
 $m(\text{ZnS}) = 194 \text{ г}$
 $m(\text{Zn}) = ?$
 $m(\text{S}) = ?$

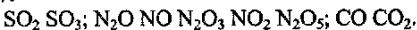
Решение:
 $\text{Zn} + \text{S} \rightarrow \text{ZnS}$
 $v(\text{ZnS}) = \frac{m(\text{ZnS})}{\text{Mr}(\text{ZnS})} = \frac{194}{97} = 2 \text{ моль;}$

$v(\text{Zn}) = v(\text{S}) = 2 \text{ моль}; v(\text{Zn}) \cdot \text{Ar}(\text{Zn}) = 2 \cdot 65 = 130 \text{ г;}$

$m(\text{S}) = v(\text{S}) \cdot \text{Ar}(\text{S}) = 2 \cdot 32 = 64 \text{ г.}$

Ответы: $m(\text{Zn}) = 130 \text{ г}, m(\text{S}) = 64 \text{ г.}$

1-57.



Во всех приведенных рядах каждое последующее соединение содержит больше на 1 атом кислорода (на 1 атом элемента), чем предыдущее.

1-58.

Дано:
 $m(\text{O}_2) = 2,68 \text{ г}$
 $m(\text{H}_2) = 0,25 \text{ г}$

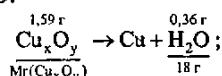
Решение:
 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O};$
 $v(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{\text{Mr}(\text{H}_2)} = \frac{0,25}{2} = 0,125 \text{ моль;}$

$v'(\text{O}_2) = \frac{1}{2} v(\text{H}_2) = \frac{1}{2} \cdot 0,125 = 0,0625 \text{ моль;}$

$m'(\text{O}_2) = v'(\text{O}_2) \cdot \text{Mr}(\text{O}_2) = 0,0625 \cdot 32 = 2 \text{ г}; m(\text{O}_2) > m'(\text{O}_2).$

Ответ: не могут.

1-59.



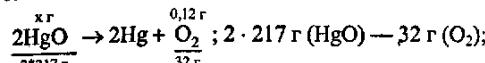
$1,59 \text{ г} (\text{Cu}_x\text{O}_y) - 0,36 \text{ г} (\text{H}_2\text{O}); \text{Mr}(\text{Cu}_x\text{O}_y) - 18 \text{ г} (\text{H}_2\text{O});$

12

$\text{Mr}(\text{Cu}_x\text{O}_y) = \frac{1,59 \cdot 18}{0,36} = 79,5; \frac{1,59}{\text{Mr}(\text{Cu}_x\text{O}_y)} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \frac{0,36}{18} = \frac{0,45}{18} = 0,025 \text{ моль}$
 $1,59 \text{ г} (\text{Cu}_x\text{O}_y) - 0,45 \text{ г} (\text{H}_2\text{O}); \text{Mr}(\text{Cu}_x\text{O}_y) - 18 \text{ г} (\text{H}_2\text{O});$
 $\text{Mr}(\text{Cu}_x\text{O}_y) = \frac{1,59 \cdot 18}{0,45} = 79,6.$

Не соответствует, т.к. исходные оксиды меди имеют различную молярную массу, а соответственно разный состав.

1-60.



$x \text{ г} (\text{HgO}) - 0,12 \text{ г} (\text{O}_2); x = \frac{2 \cdot 217 \cdot 0,12}{32} = 1,63 \text{ г.}$

Если выделилось 0,12 г кислорода, значит разложилось 1,63 г оксида ртути (II), а у нас было 2,17 г., т.е. разложился не весь оксид, и в пробирке находится смесь.

1-61.

Дано:
 $V(\text{H}_2) = 10 \text{ мл}$
 $V(\text{O}_2) = 4 \text{ мл}$

Решение:
 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O};$
 $v(\text{H}_2) = \frac{V(\text{H}_2)}{V_m} = \frac{10}{22400} = 0,00045 \text{ моль};$
 $v(\text{O}_2) = \frac{V(\text{O}_2)}{V_m} = \frac{4}{22400} = 0,00018 \text{ моль.}$

Водород находится в избытке, поэтому расчет ведем по кислороду

$v'(\text{H}_2) = 2v(\text{O}_2) = 2 \cdot 0,00018 = 0,00036 \text{ моль};$

$v_{\text{ост}} = 0,00045 - 0,00036 = 0,00009 \text{ моль};$

$v'(\text{H}_2) = v_{\text{ост}} = v'(\text{H}_2) \cdot V_m = 0,00009 \cdot 22400 = 2 \text{ мл.}$

Ответ: 2 мл водорода.

Вычисления по химическим формулам

1-62.

a) $\text{Mr}(\text{CH}_4) = \text{Ar}(\text{C}) + 4\text{Ar}(\text{H}) = 12 + 4 \cdot 1 = 16$

$\omega(\text{C}) = \frac{\text{Ar}(\text{C})}{\text{Mr}(\text{CH}_4)} = \frac{12}{16} = 0,75; \omega(\text{H}) = \frac{4\text{Ar}(\text{H})}{\text{Mr}(\text{CH}_4)} = \frac{4}{16} = 0,25;$

b) $\text{Mr}(\text{SO}_3) = \text{Ar}(\text{S}) + 3\text{Ar}(\text{O}) = 32 + 3 \cdot 16 = 80$

$\omega(\text{S}) = \frac{\text{Ar}(\text{S})}{\text{Mr}(\text{SO}_3)} = \frac{32}{80} = 0,4; \omega(\text{O}) = \frac{3\text{Ar}(\text{O})}{\text{Mr}(\text{SO}_3)} = \frac{3 \cdot 16}{80} = 0,6;$

b) $\text{Mr}(\text{CuO}) = \text{Ar}(\text{Cu}) + \text{Ar}(\text{O}) = 64 + 16 = 80$

$\omega(\text{Cu}) = \frac{\text{Ar}(\text{Cu})}{\text{Mr}(\text{CuO})} = \frac{64}{80} = 0,8; \omega(\text{O}) = \frac{\text{Ar}(\text{O})}{\text{Mr}(\text{CuO})} = \frac{16}{80} = 0,2;$

13

r) $\text{Mr}(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 6\text{Ar}(\text{C}) + 12\text{Ar}(\text{H}) + 6\text{Ar}(\text{O}) = 6 \cdot 12 + 12 \cdot 1 + 6 \cdot 16 = 180$

$$\omega(\text{C}) = \frac{6\text{Ar}(\text{C})}{\text{Mr}(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)} = \frac{6 \cdot 12}{180} = 0,4; \quad \omega(\text{H}) = \frac{12\text{Ar}}{\text{Mr}(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)} = \frac{12 \cdot 1}{180} = 0,067;$$

$$\omega(\text{O}) = \frac{6\text{Ar}(\text{O})}{\text{Mr}(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)} = \frac{6 \cdot 16}{180} = 0,533;$$

d) $\text{Mr}(\text{CuSO}_4) = \text{Ar}(\text{Cu}) + \text{Ar}(\text{S}) + 4\text{Ar}(\text{O}) = 64 + 32 + 4 \cdot 16 = 160$

$$\omega(\text{Cu}) = \frac{\text{Ar}(\text{Cu})}{\text{Mr}(\text{CuSO}_4)} = \frac{64}{160} = 0,4; \quad \omega(\text{S}) = \frac{\text{Ar}(\text{S})}{\text{Mr}(\text{CuSO}_4)} = \frac{32}{160} = 0,2;$$

$$\omega(\text{O}) = \frac{4\text{Ar}(\text{O})}{\text{Mr}(\text{CuSO}_4)} = \frac{4 \cdot 16}{160} = 0,4.$$

1-63.

a) $\text{Mr}(\text{MgO}) = \text{Ar}(\text{Mg}) + \text{Ar}(\text{O}) = 24 + 16 = 40$

$$\omega(\text{Mg}) = \frac{\text{Ar}(\text{Mg})}{\text{Mr}(\text{MgO})} = \frac{24}{40} = 0,6; \quad \omega(\text{O}) = \frac{\text{Ar}(\text{O})}{\text{Mr}(\text{MgO})} = \frac{16}{40} = 0,4;$$

b) $\text{Mr}(\text{H}_2\text{S}) = 2\text{Ar}(\text{H}) + \text{Ar}(\text{S}) = 2 \cdot 1 + 32 = 34$

$$\omega(\text{S}) = \frac{\text{Ar}(\text{S})}{\text{Mr}(\text{H}_2\text{S})} = \frac{32}{34} = 0,04; \quad \omega(\text{H}) = \frac{2\text{Ar}(\text{H})}{\text{Mr}(\text{H}_2\text{S})} = \frac{2 \cdot 1}{34} = 0,06$$

c) $\text{Mr}(\text{CO}_2)\text{Ar}(\text{C}) + 2\text{Ar}(\text{O}) = 12 + 2 \cdot 16 = 44$

$$\omega(\text{C}) = \frac{\text{Ar}(\text{C})}{\text{Mr}(\text{CO}_2)} = \frac{12}{44} = 0,27; \quad \omega(\text{O}) = \frac{\text{Ar}(\text{O})}{\text{Mr}(\text{CO}_2)} = \frac{2 \cdot 16}{44} = 0,73;$$

r) $\text{Mr}(\text{K}_2\text{CO}_3) = 2\text{Ar}(\text{K}) + \text{Ar}(\text{C}) + 3\text{Ar}(\text{O}) = 2 \cdot 39 + 12 + 3 \cdot 16 = 138$

$$\omega(\text{K}) = \frac{2\text{Ar}(\text{K})}{\text{Mr}(\text{K}_2\text{CO}_3)} = \frac{2 \cdot 39}{138} = 0,565; \quad \omega(\text{C}) = \frac{\text{Ar}(\text{C})}{\text{Mr}(\text{K}_2\text{CO}_3)} = \frac{12}{138} = 0,09;$$

$$\omega(\text{O}) = \frac{3\text{Ar}(\text{O})}{\text{Mr}(\text{K}_2\text{CO}_3)} = \frac{3 \cdot 16}{138} = 0,345;$$

$\text{Mr}(\text{H}_4\text{SiO}_4) = 4\text{Ar}(\text{H}) + \text{Ar}(\text{Si}) + 4\text{Ar}(\text{O}) = 96$

$$\omega(\text{H}) = \frac{2\text{Ar}(\text{H})}{\text{Mr}(\text{H}_2\text{SiO}_3)} = \frac{2 \cdot 1}{78} = 0,04; \quad \omega(\text{Si}) = \frac{\text{Ar}(\text{H})}{\text{Mr}(\text{H}_2\text{SiO}_3)} = \frac{28}{78} = 0,29;$$

$$\omega(\text{O}) = \frac{3\text{Ar}(\text{O})}{\text{Mr}(\text{H}_2\text{SiO}_3)} = \frac{3 \cdot 16}{78} = 0,67.$$

1-64.

$$\text{Mr}(\text{ZnS}) = \text{Ar}(\text{Zn}) + \text{Ar}(\text{S}) = 65 + 32 = 97, \quad \frac{\text{Ar}(\text{Zn})}{\text{Ar}(\text{S})} = \frac{65}{32} = 2.$$

Ответ: Zn : S = 2 : 1.

1-65.

Т.к. атомная масса железа больше атомной массы кислорода, то судить о содержании можно по количеству атомов, т.е. наибольшая массовая доля железа в Fe_3O_4 , а наименьшая в FeO .

14

1-66.

Наименьшая массовая доля свинца в PbSO_4 , а наибольшая в Pb_3O_4 , т.к. в PbSO_4 — меньше всего.

1-67.

Т.к. атомная масса меди больше атомной массы железа, то массовая доля меди в CuFeS_2 больше массовой доли железа.

1-68.

Наибольшая массовая доля меди в $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$, т.к. в одной молекуле содержится 2 атома меди, а в остальных по одному.

1-69.

$$\text{Mr}(\text{ZnO}) = 65 + 16 = 81$$

$$16 \text{ г (O)} — 0,5\% \quad x = 2,53\%$$

$$81 \text{ г (ZnO)} — x\%$$

$$\omega(\text{Zn}) = 100\% — 2,53\% = 97,47\%.$$

Ответ: 97,47%.

1-70.

$$\omega(\text{Fe}) = \frac{3\text{Ar}(\text{Fe})}{\text{Mr}(\text{Fe}_3\text{O}_4)} \cdot \omega_{\text{т.ж.}} = \frac{3 \cdot 56}{232} \cdot 0,6 = 0,43 \text{ или } 43\%$$

Ответ: не относится.

1-71.

$$\omega(\text{Mr}) = \frac{\text{Ar}(\text{Mr})}{\text{Mr}(\text{MnO}_2)} \cdot \omega_{\text{пир.}} = \frac{55}{87} \cdot 0,14 = 0,0885 \text{ или } 8,85\%$$

Ответ: не относится.

1-72.

a) $\omega(\text{Cu}) = \frac{\text{Ar}(\text{Cu})}{\text{Mr}(\text{CuFeS}_2)} \cdot \omega_{\text{хал.}} = \frac{64}{184} \cdot 0,025 = 0,009 \text{ или } 0,9\%$

b) $\omega(\text{Cu}) = \frac{5\text{Ar}(\text{Cu})}{\text{Mr}(\text{Cu}_3\text{FeS}_4)} \cdot \omega_{\text{борн.}} = \frac{5 \cdot 64}{504} \cdot 0,03 = 0,019 \text{ или } 1,9\%$

b) $\omega(\text{Cu}) = \frac{2\text{Ar}(\text{Cu})}{\text{Mr}(\text{Cu}_2\text{O})} \cdot \omega_{\text{купр.}} = \frac{2 \cdot 64}{144} \cdot 0,025 = 0,022 \text{ или } 2,2\%$

r) $\omega(\text{Cu}) = \frac{2\text{Ar}(\text{Cu})}{\text{Mr}(\text{Cu}_2\text{S})} \cdot \omega_{\text{хал.}} = \frac{2 \cdot 64}{160} \cdot 0,03 = 0,024 \text{ или } 2,4\%.$

Ответ: а), б) бедная, в), г) богатая.

1-73.

$$\omega(\text{Ca}) = \frac{\text{Ar}(\text{Ca})}{\text{Mr}(\text{CaCO}_3)} = \frac{40}{100} = 0,4 \text{ или } 40\%;$$

$$\omega(\text{C}) = \frac{\text{Ar}(\text{C})}{\text{Mr}(\text{CaCO}_3)} = \frac{12}{100} = 0,12 \text{ или } 12\%;$$

$$\omega(\text{O}) = 48\%.$$

15

1-74.

$$\text{a) } \omega(\text{O}) = \frac{2\text{Ar}(\text{O})}{\text{Mr}(\text{SO}_2)} = \frac{2 \cdot 16}{64} = 0,5 \text{ или } 50\%;$$

$$\text{б) } \omega(\text{O}) = \frac{3\text{Ar}(\text{O})}{\text{Mr}(\text{Al}_2\text{O}_3)} = \frac{3 \cdot 16}{102} = 0,47 \text{ или } 47\%;$$

$$\text{в) } \omega(\text{O}) = \frac{\text{Ar}(\text{O})}{\text{Mr}(\text{CO})} = \frac{16}{28} = 0,571 \text{ или } 57,1\%.$$

1-75.



$$\omega(\text{Mg}) = \frac{\text{Ar}(\text{Mg})}{\text{Mr}(\text{MgSO}_4)} = \frac{24}{120} = 0,2 \text{ или } 20\%;$$

$$\omega(\text{S}) = \frac{\text{Ar}(\text{S})}{\text{Mr}(\text{MgSO}_4)} = \frac{32}{120} = 0,267 \text{ или } 26,7\%; \quad \omega(\text{O}) = 53,3\%.$$



$$\omega(\text{Fe}) = \frac{\text{Ar}(\text{Fe})}{\text{Mr}(\text{FeCO}_3)} = \frac{56}{116} = 0,483 \text{ или } 48,3\%;$$

$$\omega(\text{C}) = \frac{\text{Ar}(\text{C})}{\text{Mr}(\text{FeCO}_3)} = \frac{12}{116} = 0,103 \text{ или } 10,3\%;$$

$$\omega(\text{O}) = 100\% - 48,3\% - 10,3\% = 41,4\%.$$

1-76.

$$\omega(\text{H}_2\text{O}) = \frac{10\text{Mr}(\text{H}_2\text{O})}{\text{Mr}(\text{k/r})} = \frac{10 \cdot 18}{142 + 180} = 0,559 \text{ или } 55,9\%.$$

Ответ: 55,9%.

1-77.

$$\text{Mr}(\text{FeSO}_4) = 152; 7\text{Mr}(\text{H}_2\text{O}) = 7 \cdot 18 = 126.$$

Ответ: FeSO_4 больше.

1-78.

$$\omega(\text{H}_2\text{O}) = \frac{n \cdot 18}{18n + 110} = 0,45; \quad 8n = 0,45(18n + 110); \quad 9,9n = 49,5; \quad n = 5.$$

Ответ: 5.

1-79.

$$\omega(\text{Ca}) = \frac{\text{Ar}(\text{Ca})}{\text{Mr}_{\text{пред}}} = \frac{40}{172} = 0,233 \text{ или } 23,3\%;$$

$$\omega(\text{H}) = \frac{5\text{Ar}(\text{H})}{\text{Mr}_{\text{пред}}} = \frac{5 \cdot 1}{172} = 0,029 \text{ или } 2,9\%;$$

$$\omega(\text{P}) = \frac{\text{Ar}(\text{P})}{\text{Mr}_{\text{пред}}} = \frac{31}{172} = 0,18 \text{ или } 18\%;$$

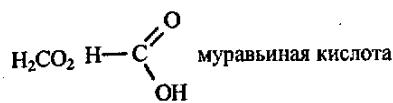
$$\omega(\text{O}) = 100\% - 23,3\% - 2,9\% - 18\% = 55,8\%$$

16

$$\omega(\text{H}_2\text{O}) = \frac{2\text{Mr}(\text{H}_2\text{O})}{\text{Mr}_{\text{пред}}} = \frac{2 \cdot 18}{172} = 0,209 \text{ или } 20,9\%.$$

1-80.

$$\text{H}_x\text{C}_y\text{O}_z; \quad x:y:z = \frac{6}{1} : \frac{12}{1} : \frac{16}{1} = 1:0,5:1 = 2:1:2$$



1-81.

$$\text{Ca}_x\text{C}_y\text{O}_z \quad x:y:z = \frac{10}{40} : \frac{3}{12} : \frac{12}{16} = 0,25 : 0,25 : 0,75 = 1:1:3$$



1-82.

$$\omega_{\text{соли}} = 100\% - 4\% = 96\%;$$

$$\begin{aligned} m(\text{Cu}) &= \omega(\text{Cu}) \cdot m_{\text{соли}} = \frac{\text{Ar}(\text{Cu})}{\text{Mr}(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} \cdot \omega_{\text{соли}} \cdot m_{\text{удоб.}} = \\ &= \frac{64}{250} \cdot 0,96 \cdot 10 \approx 2,46 \text{ (кг).} \end{aligned}$$

Ответ: 2,46 кг.

1-83.

$$m_{\text{труб}} = \frac{\text{Mr}(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O})}{4\text{Ar}(\text{B})} \cdot m(\text{B}) = \frac{382}{44} \cdot 0,3 = 2,6 \text{ кг.}$$

Ответ: 2,6 кг.

1-84.

$$\omega(\text{S}) = \frac{\text{Ar}(\text{S})}{\text{Mr}(\text{CuSO}_4)} = \frac{32}{160} = 0,2 \text{ или } 20\%;$$

$$\omega(\text{S}) = \frac{\text{Ar}(\text{S})}{\text{Mr}(\text{Na}_2\text{SO}_4)} = \frac{32}{142} = 0,225 \text{ или } 22,5\%;$$

$$\omega(\text{S}) = \frac{\text{Ar}(\text{S})}{\text{Mr}(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{32}{98} = 0,327 \text{ или } 32,7\%;$$

$$\omega(\text{S}) = \frac{\text{Ar}(\text{S})}{\text{Mr}(\text{K}_2\text{SO}_4)} = \frac{32}{174} = 0,184 \text{ или } 18,4\%.$$

Ответ: в H_2SO_4 .

1-85.

$$\omega(\text{N}) = \frac{2\text{Ar}(\text{N})}{\text{Mr}((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)} = \frac{2 \cdot 14}{132} = 0,212 \text{ или } 21,2\%;$$

17

$$\omega(H) = \frac{8Ar(H)}{Mr((NH_4)_2SO_4)} = \frac{8 \cdot 1}{132} = 0,06 \text{ или } 6\%;$$

$$\omega(S) = \frac{Ar(S)}{Mr((NH_4)_2SO_4)} = \frac{32}{132} = 0,242 \text{ или } 24,2\%;$$

$$\omega(O) = 100\% - 21,2\% - 6\% - 24,2\% = 48,6\%.$$

1-86.

$$K_xMn_yO_z \ x:y:z = \frac{39,7}{39} : \frac{27,9}{55} : \frac{32,4}{16} = 1,02 : 0,51 : 2,03 \approx 2:1:4; K_2MnO_4$$

Ответ: K_2MnO_4 .

1-87.

$$K_xC_yO_z \ x:y:z = \frac{56,6}{39} : \frac{8,7}{12} : \frac{34,8}{16} = 1,45 : 0,725 : 2,175 \approx 2:1:3; K_2CO_3$$

Ответ: K_2CO_3 .

Понятие о количестве вещества

1-88.

Дано:
 $v(C)=0,5 \text{ моль}$

$N = ?$
Ответ: $3 \cdot 10^{23} \text{ атомов.}$

Решение:
 $N=v(C) \cdot N_A = 0,5 \cdot 6 \cdot 10^{23} = 3 \cdot 10^{23}$

1-89.

Дано:
 $v(Fe)=0,25 \text{ моль}$

$N = ?$
Ответ: $1,5 \cdot 10^{23} \text{ атомов.}$

Решение:
 $N=v(Fe) \cdot N_A = 0,25 \cdot 6 \cdot 10^{23} = 1,5 \cdot 10^{23}$

1-90.

Дано:
 $v(Cu)=2 \text{ моль}$

$N = ?$
Ответ: $6 \cdot 10^{23} \text{ атомов.}$

Решение:
 $N=v(Cu) \cdot N_A = 2 \cdot 6 \cdot 10^{23} = 12 \cdot 10^{23}$

1-91.

Дано:
 $v(H_2O)=10 \text{ моль}$

$N = ?$
Ответ: $6 \cdot 10^{24} \text{ молекул.}$

Решение:
 $N=v(H_2O) \cdot N_A = 10 \cdot 6 \cdot 10^{23} = 6 \cdot 10^{24}$

1-92.

Дано:
 $v(CO_2)=1,5 \text{ моль}$

$N = ?$
Ответ: $9 \cdot 10^{23} \text{ молекул.}$

Решение:
 $N = v(CO_2) \cdot N_A = 1,5 \cdot 6 \cdot 10^{23} = 9 \cdot 10^{23}$

18

1-93.

- a) $m(Al)=v(Al) \cdot Ar(Al)=1 \cdot 27=27 \text{ г};$
- б) $m(Fe)=v(Fe) \cdot Ar(Fe)=1 \cdot 56=56 \text{ г};$
- в) $m(Hg)=v(Hg) \cdot Ar(Hg)=1 \cdot 201=201 \text{ г.}$

Ответ: масса ртути больше (в).

1-94.

Дано:
 $v(C)=4 \text{ моль}$

Решение:
 $m=v(C) \cdot Ar(C)=4 \cdot 12=48 \text{ г}$

Ответ: $m(C)=48 \text{ г.}$

1-95.

Дано:
 $v(H_2O)=0,5 \text{ моль}$

Решение:
 $m=v(H_2O) \cdot Mr(H_2O)=0,5 \cdot 18=9 \text{ г.}$

Ответ: $m(H_2O)=9 \text{ г.}$

1-96.

Дано:
 $v(CO_2)=1 \text{ моль}$

Решение:
 $N=v(CO_2) \cdot N_A=1 \cdot 6 \cdot 10^{23}=6 \cdot 10^{23} \text{ молекул};$

$N_{\text{атом}}=N_{\text{мол}}; N_{\text{ат}}=3 \cdot 6 \cdot 10^{23}=18 \cdot 10^{23} \text{ атомов.}$

Ответ: $18 \cdot 10^{23} \text{ атомов.}$

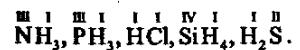
1-97.

- а) $m(C) = v(C) \cdot Ar(C) = 3 \cdot 12 = 36 \text{ г};$
- б) $m(H_2O) = v(H_2O) \cdot Mr(H_2O) = 2,5 \cdot 18 = 45 \text{ г};$
- в) $m(CO_2) = v(CO_2) \cdot Mr(CO_2) = 2 \cdot 44 = 88 \text{ г};$
- г) $m(Hg) = v(Hg) \cdot Ar(Hg) = 0,5 \cdot 201 = 100,5 \text{ г.}$

Ответ: масса ртути больше (г).

Валентность

1-98.



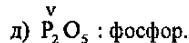
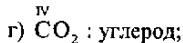
1-99.



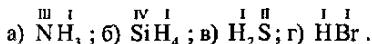
1-100.

- а) Na_2O : натрий, HCl : водород и хлор, PH_3 : водород;
- б) Na_2O : кислород, Fe_2O_3 : кислород, MgO : кислород и магний;
- в) ZnO : цинк и кислород, CO_2 : кислород, P_2O_5 : кислород, CaO : кальций и кислород;
- г) PH_3 : фосфор, Fe_2O_3 : железо;

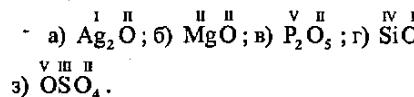
Сохранение массы веществ при химических реакциях



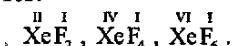
1-101.



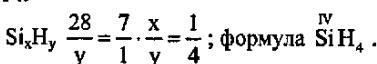
1-102.



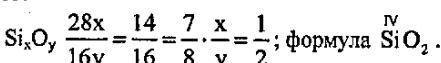
1-103.



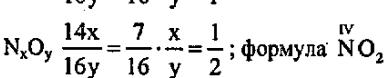
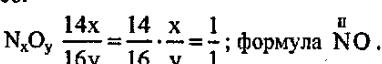
1-104.



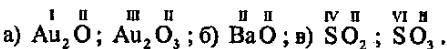
1-105.



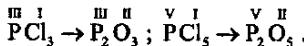
1-106.



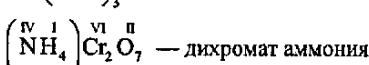
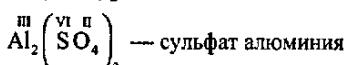
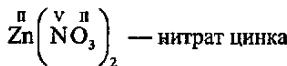
1-107.



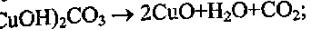
1-108.



1-109.

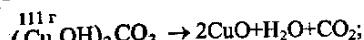


1-110.



$$m(\text{CO}_2) = m_{\text{мал}} - m_{\text{H}_2\text{O}} - m_{\text{CuO}} = 2,21 - 1,59 - 0,18 = 0,44 \text{ г.}$$

1-111.



$$M_{\text{мал}} = 222 \text{ г/моль}; v_{\text{мал}} = \frac{m_{\text{мал}}}{M_{\text{моль}}} = \frac{111}{222} = 0,5 \text{ моль};$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{CO}_2) = v_{\text{мал}} = 0,5 \text{ моль};$$

$$v(\text{CuO}) = 2v_{\text{мал}} = 2 \cdot 0,5 = 1 \text{ моль};$$

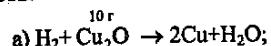
$$m(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 0,5 \cdot 18 = 9 \text{ г};$$

$$m(\text{CO}_2) = v(\text{CO}_2) \cdot M(\text{CO}_2) = 0,5 \cdot 44 = 22 \text{ г};$$

$$m(\text{CuO}) = v(\text{CuO}) \cdot M(\text{CuO}) = 1 \cdot 80 = 80 \text{ г.}$$

Ответ: 80 г CuO; 22 г CO₂; 9 г H₂O.

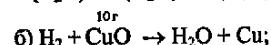
1-112.



$$v(\text{Cu}_2\text{O}) = \frac{m(\text{Cu}_2\text{O})}{M(\text{Cu}_2\text{O})} = \frac{10}{144} = 0,0694 \text{ моль};$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{Cu}_2\text{O}) = 0,0694 \text{ моль};$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 0,0694 \cdot 18 = 1,25 \text{ г};$$



$$v(\text{CuO}) = \frac{m(\text{CuO})}{M(\text{CuO})} = \frac{10}{80} = 0,125 \text{ моль}; v(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{CuO}) = 0,125 \text{ моль};$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 0,125 \cdot 18 = 2,25 \text{ г};$$

Ответ: а) 1,25 г; б) 2,25 г.

1-113.



$$v(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{2}{2} = 1 \text{ моль}; v(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{H}_2) = 1 \text{ моль};$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 1 \cdot 18 = 18 \text{ г};$$

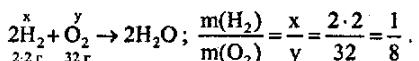
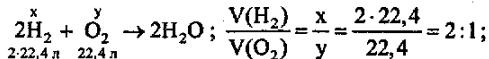
$$\text{б) } v(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{M(\text{O}_2)} = \frac{2}{32} = 0,0625 \text{ моль};$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = 2v(\text{O}_2) = 2 \cdot 0,0625 = 0,125 \text{ моль};$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 0,125 \cdot 18 = 2,25 \text{ г.}$$

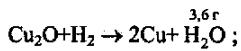
Ответ: а) 18 г; б) 2,25 г.

1-114.



Ответ: V(H₂):V(O₂)=2:1, m(H₂):m(O₂)=1:8.

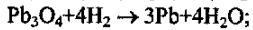
1-115.



$$v(H_2O) = \frac{m(H_2O)}{m(H_2O)} = \frac{3,6}{18} = 0,2 \text{ моль};$$

$$v(Cu_2O) = v(H_2O) = 0,2 \text{ моль};$$

$$m(Cu_2O) = v(Cu_2O) \cdot M(Cu_2O) = 0,2 \cdot 144 = 28,8 \text{ г};$$



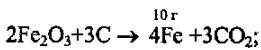
$$v(H_2O) = \frac{m(H_2O)}{m(H_2O)} = \frac{3,6}{18} = 0,2 \text{ моль};$$

$$v(Pb_3O_4) = \frac{1}{4} v(H_2O) = \frac{1}{4} \cdot 0,2 = 0,05 \text{ моль};$$

$$m(Pb_3O_4) = v(Pb_3O_4) \cdot M(Pb_3O_4) = 0,05 \cdot 685 = 34,25 \text{ г}.$$

Ответ: 28,8 г Cu₂O, 34,25 г Pb₃O₄.

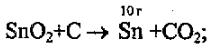
1-116.



$$v(Fe) = \frac{m(Fe)}{M(Fe)} = \frac{10}{56} = 0,179 \text{ моль};$$

$$v(Fe_2O_3) = \frac{1}{2} v(Fe) = \frac{1}{2} \cdot 0,179 = 0,089 \text{ моль};$$

$$m(Fe_2O_3) = v(Fe_2O_3) \cdot M(Fe_2O_3) = 0,089 \cdot 160 = 14,24 \text{ г};$$

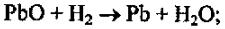


$$v(Sn) = \frac{m(Sn)}{M(Sn)} = \frac{10}{119} = 0,084 \text{ моль}; v(SnO_2) = v(Sn) = 0,084 \text{ моль};$$

$$m(SnO_2) = v(SnO_2) \cdot M(SnO_2) = 0,084 \cdot 157 = 12,0684 \text{ г}.$$

Ответ: 14,24 г Fe₂O₃; 12,0684 г SnO₂.

1-117.



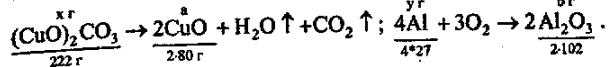
$$m(O) = m(PbO) - m(Pb) = 18,47 - 18,07 = 0,4 \text{ г};$$

$$m(H_2O) = \frac{M(H_2O)}{M(O_2)} \cdot m(O) = \frac{18}{16} \cdot 0,4 = 0,45 \text{ г}.$$

Ответ: m(H₂O)=0,45 г.

1-118.

Дело в том, что при нагревании малахит разлагается с выделением паров воды и углекислого газа, а алюминий окисляется и его масса увеличивается.



Это объясняется тем, что при нагревании малахит разложился, его масса уменьшилась, а алюминий окислился и масса увеличилась. Пусть в смеси было x г малахита и y г алюминия. Тогда после реакции образовалось z г CuO.

$$\frac{222 \text{ г (мал.)}}{x \text{ г (мал.)}} = \frac{160 \text{ г (CuO)}}{a \text{ г (CuO)}} \quad a = \frac{160x}{222} \text{ г Al}_2O_3;$$

$$\frac{108 \text{ г (Al)}}{y \text{ г (Al)}} = \frac{204 \text{ г (Al}_2O_3)}{b \text{ г (Al}_2O_3)}$$

$$b = \frac{204y}{108}. \text{ Т. к. масса осталась неизменной}$$

$$x + y = a + b = \frac{160x}{222} + \frac{204y}{108}; x - 0,72x = 1,89y - y;$$

$$0,28x = 0,89y; \frac{x}{y} = \frac{0,89}{0,28} = 3,18.$$

Допустим, было 100 г смеси, тогда

$$\begin{cases} x + y = 100 \\ \frac{x}{y} = 3,18 \end{cases} ; y + 3,18y = 100; 4,18y = 100; y = 23,9; x = 76,1;$$

$$\omega_{\text{мал.}} = 76,1\%; \omega(\text{Al}) = 23,9\%.$$

Ответ: 23,9% Al и 76,1% малахита.

1-119.



Пусть масса серы в смеси x г, а масса угля y г, тогда

$$x + y = 2$$

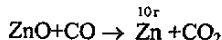
$$\frac{32 \text{ г (S)}}{x \text{ г (S)}} = \frac{64 \text{ г (SO}_2)}{m \text{ г (SO}_2)} \quad m(SO_2) = \frac{64 \cdot x}{32} = 2x$$

$$\frac{12 \text{ г (C)}}{y \text{ г (C)}} = \frac{44 \text{ г (CO}_2)}{m \text{ г (CO}_2)} \quad m(CO_2) = \frac{44y}{12} = \frac{11}{3}y$$

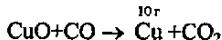
$$\begin{cases} 2x + \frac{11}{3}y = 6 \\ x + y = 2 \end{cases}; \frac{5}{3}y = 2; y = 1,2 \text{ г}, m(C) = 1,2 \text{ г}, m(S) = 0,8 \text{ г}.$$

Ответ: m(C)=1,2 г, m(S)=0,8 г.

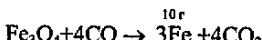
1-120.



$$v(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn})}{M(\text{Zn})} = \frac{10}{65} = 0,154 \text{ моль}; v_1(\text{CO}) = v(\text{Zn}) = 0,154 \text{ моль};$$



$$v(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{M(\text{Cu})} = \frac{10}{64} = 0,156 \text{ моль}; v_2(\text{CO}) = v(\text{Cu}) = 0,156 \text{ моль};$$



$$v(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{M(\text{Fe})} = \frac{10}{56} = 0,179 \text{ моль}; v_3(\text{CO}) = \frac{4}{3} v(\text{Fe}) = 0,238 \text{ моль}$$



$$v(\text{Pb}) = \frac{m(\text{Pb})}{M(\text{Pb})} = \frac{10}{207} = 0,048 \text{ моль};$$

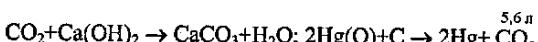
$$v_4(\text{CO}) = 2v(\text{Pb}) = 2 \cdot 0,048 = 0,154 + 0,156 + 0,238 + 0,096 = 0,644 \text{ моль};$$

$$V(\text{CO}) = V_{\text{обш}}(\text{CO}) \cdot V_m = 0,644 \cdot 22,4 = 14,426 \text{ (л).}$$

Ответ: 14,426 л.

1-121.

Это вещество углекислый газ.



$$v(\text{CO}_2) = \frac{V(\text{CO}_2)}{V_m} = \frac{5,6}{22,4} = 0,25 \text{ моль};$$

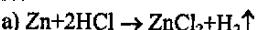
$$V(\text{HgO}) = 2v(\text{CO}_2) = 2 \cdot 0,25 = 0,5 \text{ моль};$$

$$m(\text{HgO}) = v(\text{HgO}) \cdot M(\text{HgO}) = 0,5 \cdot 217 = 108,5 \text{ г}$$

$$v(\text{C}) = v(\text{CO}_2) = 0,25 \text{ моль}; m(\text{C}) = v(\text{C}) \cdot M(\text{C}) = 0,25 \cdot 12 = 3 \text{ г.}$$

Ответ: 3 г С; 108,5 г HgO.

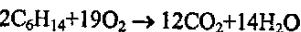
1-122.



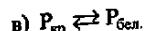
В результате этой реакции выделяется газ водород, который не учитывается при подсчете масс исходных и полученных веществ.

б) $\text{C}_6\text{H}_{14} \rightarrow \text{C}_3\text{H}_8 + \text{C}_3\text{H}_6$ — пример реакции, протекающей при крекинге нефти.

В результате могут образоваться газообразные продукты, поэтому масса продуктов крекинга может быть меньше, но никак не больше массы исходной нефти, т.к. не происходит присоединения других веществ, как в случае горения.



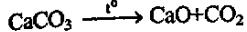
Масса всегда увеличивается за счет присоединяющегося кислорода.



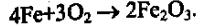
Мы видим, что в этом случае не происходит ни присоединения, ни выделения веществ, поэтому масса остается неизменной.

1-123.

Данные факты не противоречат закону сохранения массы веществ, т.к. в результате прокаливания известняка происходит его разложение, масса уменьшается за счет выделяющегося углекислого газа.

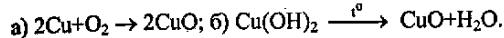


А в результате прокаливания железа его масса увеличивается, т.к. происходит его окисление, присоединение кислорода воздуха.

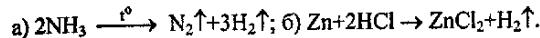


Типы химических реакций

1-124.

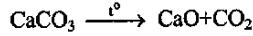


1-125.

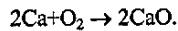


1-126.

В случае нагревания карбоната кальция — реакция разложения:



В случае нагревания кальция на воздухе — реакция соединения:



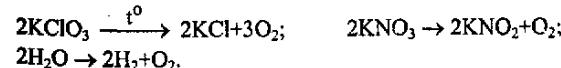
1-127.

- 1) $2\text{Al} + 3\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{AlCl}_3$ реакция соединения;
- 2) $\text{CaO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ реакция обмена;
- 3) $\text{CuSO}_4 + \text{Zn} \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{Cu}$ реакция замещения;
- 4) $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ реакция разложения;
- 5) $\text{Mg} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MgSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$ реакция замещения;
- 6) $3\text{Na}_2\text{O} + \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow 2\text{Na}_3\text{PO}_4$ реакция соединения.

1-128.

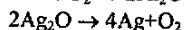
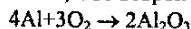
- а) $\text{C} + \text{CuO} \rightarrow \text{Cu} + \text{CO}$ реакция замещения;
- б) $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ реакция разложения;
- в) $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$ реакция соединения;
- г) $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$ реакция соединения.

1-129.



1-130.

В 1-ой части прибора происходит окисление алюминия — реакция соединения, а во второй — разложение оксида серебра — реакция разложения.



$$v(\text{Al}) = \frac{m(\text{Al})}{M(\text{Al})} = \frac{1,35}{27} = 0,05 \text{ моль}$$

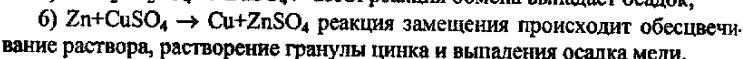
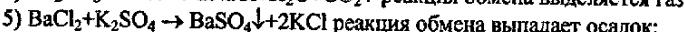
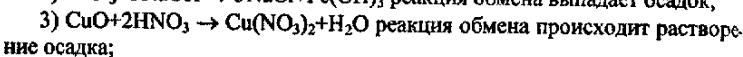
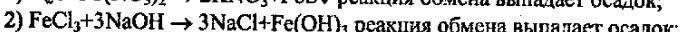
$$v(\text{O}) = \frac{3}{4} v(\text{Al}) = \frac{3}{4} \cdot 0,05 = 0,0375 \text{ моль}$$

$$v(\text{Ag}_2\text{O}) = 2v(\text{O}_2) = 2 \cdot 0,0375 = 0,075 \text{ моль}$$

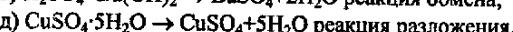
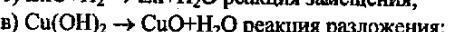
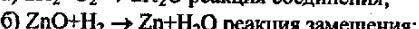
$$m(\text{Ag}_2\text{O}) = v(\text{Ag}_2\text{O}) \cdot M(\text{Ag}_2\text{O}) = 0,075 \cdot 232 = 17,4 \text{ г}$$

Ответ: $m(\text{Ag}_2\text{O}) = 17,4 \text{ г}$.

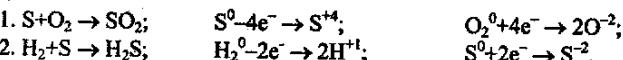
1-131.



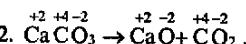
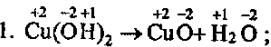
1-132.



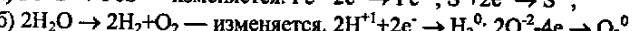
1-133.



1-134.



1-135.



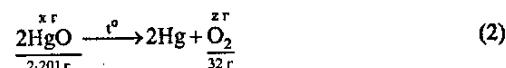
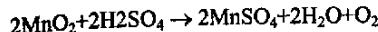
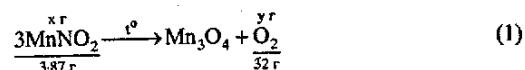
1-136.

Такие реакции невозможны, т.к. в результате реакции простое вещество превращается в сложное, при этом его степень окисления становится отличной от 0.

Глава 2. Кислород. Воздух. Горение

Способы получения кислорода

2-1.



Из уравнения (1) $3,87 \text{ г} (\text{MnO}_2) — 32 \text{ г} (\text{O}_2)$

$x \text{ г} (\text{MnO}_2) — y \text{ г} (\text{O}_2)$

$$y = \frac{32x}{3 \cdot 87} = 0,12x$$

Из уравнения (2) $2,201 \text{ г} (\text{HgO}) — 32 \text{ г} (\text{O}_2)$

$x \text{ г} (\text{HgO}) — z \text{ г} (\text{O}_2)$

$$z = \frac{32x}{402} = 0,08x, \quad \frac{m_1(\text{O}_2)}{m_2(\text{O}_2)} = \frac{y}{z} = \frac{0,12x}{0,08x} = \frac{3}{2} = 1,5$$

Если взять одинаковые массы HgO и MnO_2 , то при их прокаливании выделится в 1,5 раза больше кислорода в случае MnO_2 .

2-2.

По массе больше всего кислорода содержится в воде — из природных веществ, из искусственно получаемых в пероксиде водорода H_2O_2 .

2-3.

Это невозможно, т.к. процесс получения кислорода из воздуха физический — основан на различии их температур кипения.

2-4.

$$m(\text{O}_2) = v(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = \frac{V(\text{O}_2)}{V_m} \cdot M(\text{O}_2) = \frac{10^9}{22,7} \cdot 32 = 1,429 \cdot 10^9 \text{ г}$$

$$m_{\text{возд. теор.}} = \frac{m(\text{O}_2)}{\omega(\text{O}_2)} = \frac{1,429 \cdot 10^9}{0,23} = 6,21 \cdot 10^9 \text{ г}$$

$$m_{\text{возд. прак.}} = \frac{m_{\text{возд. теор.}}}{\eta \text{O}_2} = \frac{6,21 \cdot 10^9}{0,95} = 6,538 \cdot 10^9 \text{ г} = 6538 \text{ Т.}$$

Ответ: 6538 Т.

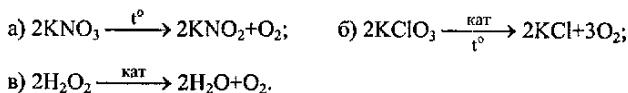
2-5.

Необходимо в сосуд с известным объемом испытуемого кислорода поместить эквивалентное количество какого-либо металла и прокалить. Затем сравнить теоретическую и практическую массы полученного оксида. Если

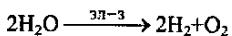
Свойства кислорода

если кислород содержал примесь инертных газов, то масса практическая будет меньше теоретической.

2-6.



2-7.

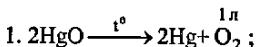


$$m(\text{H}_2\text{O}) = V \cdot \rho = 1000 \cdot 1 = 1000 \text{ г}; v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{1000}{18} = 55,56;$$

$$v(\text{O}_2) = \frac{1}{2}(\text{H}_2\text{O}) = \frac{1}{2} \cdot 55,56 = 27,78; V(\text{O}_2) = v(\text{O}_2) \cdot V_m = 27,78 \cdot 22,4 = 622,22 \text{ (л).}$$

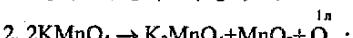
Ответ: 622,22 л.

2-8.



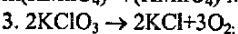
$$v(\text{O}_2) = \frac{V(\text{O}_2)}{V_m} = \frac{1}{22,4} = 0,045 \text{ моль}; v(\text{HgO}) = 2v(\text{O}_2) = 2 \cdot 0,045 = 0,090 \text{ моль};$$

$$m(\text{HgO}) = v(\text{HgO}) \cdot M(\text{HgO}) = 0,09 \cdot 217 = 19,53 \text{ (г);}$$



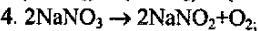
$$v(\text{KMnO}_4) = 2v(\text{O}_2) = 2 \cdot 0,045 = 0,09 \text{ моль;}$$

$$m(\text{KMnO}_4) = v(\text{KMnO}_4) \cdot M(\text{KMnO}_4) = 0,09 \cdot 158 = 14,22 \text{ (г);}$$



$$v(\text{KClO}_3) = \frac{2}{3} v(\text{O}_2) = \frac{2}{3} \cdot 0,045 = 0,03 \text{ моль;}$$

$$m(\text{KClO}_3) = v(\text{KClO}_3) \cdot M(\text{KClO}_3) = 0,03 \cdot 122,5 = 3,675 \text{ (г);}$$

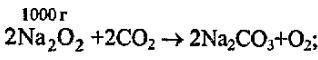


$$v(\text{NaNO}_3) = 2v(\text{O}_2) = 2 \cdot 0,045 = 0,09 \text{ моль;}$$

$$m(\text{NaNO}_3) = v(\text{NaNO}_3) \cdot M(\text{NaNO}_3) = 0,09 \cdot 85 = 7,65 \text{ (г).}$$

Ответ: 19,5 г HgO; 14,22 г KMnO₄; 3,675 г KClO₃; 7,65 г NaNO₃.

2-9.



$$v(\text{Na}_2\text{O}_2) = \frac{m(\text{Na}_2\text{O}_2)}{M(\text{Na}_2\text{O}_2)} = \frac{1000}{78} = 12,82 \text{ моль;}$$

$$v(\text{O}_2) = \frac{1}{2} v(\text{Na}_2\text{O}_2) = \frac{1}{2} \cdot 12,82 = 6,41 \text{ моль;}$$

$$V(\text{O}_2) = v(\text{O}_2) \cdot V_m = 6,41 \cdot 22,4 = 143,59 \text{ (л).}$$

Ответ: 143,59 л.

2-10.

- а) щелочные металлы (Li, Na, K);
- б) тяжелые металлы (Cu, Zn, Pb);
- в) инертные газы (Ar, Ne, Xe).

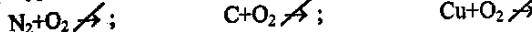
2-11.

$$2\text{Na} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2; \\ M(\text{Na}_2\text{O}_2) = 2 \cdot 23 + 2 \cdot 16 = 46 + 32 = 78; \\ \varphi(\text{Na}) = \frac{2 \cdot 23}{78} = \frac{46}{78} = 0,59 \text{ или } 59\% > 50\%.$$

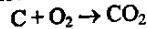
Ответ: натрия больше.

2-12.

Вообщем, так сказать можно, кислород при обычной температуре не взаимодействует с большинством металлов и неметаллов.



2-13.



2-14.

$$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}; \\ v(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{M(\text{O}_2)} = \frac{20}{32} = 0,625 \text{ моль; } v(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{2}{2} = 1 \text{ моль.}$$

Кислород находится в избытке, поэтому расчет ведем по водороду

$$v(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{H}_2) = 1 \text{ моль;}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 1 \cdot 18 = 18 \text{ (г).}$$

Ответ: 18 г.

2-15.

При наличии примеси водорода в кислороде на катализаторе происходит окислительно-восстановительная реакция, поэтому потенциалы немногого изменяются, а стрелка гальванометра отклоняется.



2-16.



$$m(\text{C}) = 0,37 \cdot 1000 = 370 \text{ г;}$$

$$v(\text{C}) = \frac{m(\text{C})}{M(\text{C})} = \frac{370}{12} = 30,83 \text{ моль; } v_1(\text{O}_2) = v(\text{C}) = 30,83 \text{ моль;}$$

$$m(\text{H}_2) = 0,13 \cdot 1000 = 130 \text{ г;}$$

$$v(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{130}{2} = 65 \text{ моль; } v_2(\text{O}_2) = \frac{1}{2} v(\text{H}_2) = \frac{1}{2} \cdot 65 = 32,5 \text{ моль;}$$

$$m(\text{O}_2) = 0,5 \cdot 1000 = 500 \text{ г;}$$

$$v(O_2) = \frac{m(O_2)}{M(O_2)} = \frac{500}{32} = 15,625 \text{ моль},$$

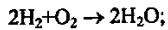
$$v_{\text{доп}}(O_2) = v_1(O_2) + v_2(O_2) - v(O_2) = 32,5 + 30,83 - 15,625 = 47,705 \text{ моль};$$

$$v(H_2O_2) = 2v_{\text{доп}}(O_2) = 2 \cdot 47,705 = 95,41 \text{ моль};$$

$$m(H_2O_2) = v(H_2O_2) \cdot M(H_2O_2) = 95,41 \cdot 34 = 3,244 \text{ кг}.$$

Ответ: 3,244 кг.

2-17.



$$v(O_2) = v(H_2) = \frac{V_{\text{газа}}}{V_m} = \frac{4}{22400} = 0,000179 \text{ моль}.$$

Кислород находится в избытке, он останется после взрыва.

$$v_{\text{пек}}(O_2) = \frac{1}{2} v(H_2) = \frac{1}{2} \cdot 0,000179 = 0,000089 \text{ моль};$$

$$v_{\text{ост}}(O_2) = 0,000089 \text{ моль}; V_{\text{ост}}(O_2) = v(O_2) \cdot V_m = 2 \text{ мл}.$$

Ответ: 2 мл O₂.

2-18.

$$0,1 \text{ л (H}_2\text{O)} \longrightarrow 3 \text{ мл (O}_2)$$

$$1000 \text{ л (H}_2\text{O)} \longrightarrow x \text{ мл (O}_2)$$

$$x = 30000 \text{ мл} = 30 \text{ л}$$

$$m(O_2) = v(O_2) \cdot M(O_2) = \frac{V(O_2)}{V_m} \cdot M(O_2) = 42,86 \text{ г.}$$

Ответ: 42,86 г O₂.

2-19.

а) да, можно;

б) да, можно.

Применение кислорода

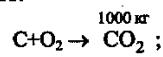
2-20.

Содержание по объему кислорода в воздухе 21%. Пусть объем поступающего воздуха x , а кислорода y .

$$0,21x + y = 0,7(x + y); 0,3y = 0,49x; \frac{x}{y} = \frac{0,3}{0,49} = \frac{1}{1,63}.$$

Ответ: 1:1,63.

2-21.



$$v(CO_2) = \frac{1000}{44} = 22,73 \text{ кмоль};$$

$$v(O_2) = v(CO_2) = 22,73 \text{ кмоль};$$

$$m(O_2) = v(O_2) \cdot M(O_2) = 22,73 \cdot 32 = 727,3 \text{ кг}.$$

Ответ: 727,3 кг O₂.

30

2-22.



$$m(C) = 0,04 \cdot 1000 \text{ кг} = 40 \text{ кг};$$

$$v(C) = \frac{m(C)}{M(C)} = \frac{40}{12} = 3,33 \text{ кмоль};$$

$$v(O_2) = v(C) = 3,3 \text{ кмоль}$$

$$m(O_2) = v(O_2) \cdot M(O_2) = 3,33 \cdot 32 = 106,7 \text{ кг}.$$

Ответ: 106,7 кг O₂.

2-23.

$$V(O_2)_{\text{мин}} = v(O_2) \cdot V_m = \frac{m(O_2)}{M(O_2)} \cdot V_m = \frac{1/3}{32} \cdot 22,4 = 0,233 \text{ л};$$

$$t = \frac{V_{\text{бр}}(O_2)}{V(O_2)_{\text{мин}}} = \frac{15}{0,233} = 64,29 \text{ мин.}$$

Ответ: 64,29 мин.

2-24.



Из уравнений реакций видно

$$V_{\text{газа}}: V_{O_2} = 2 : 1; \quad V_{O_2} = \frac{1}{2} V_{\text{газа}} = \frac{1}{2} \cdot 14 = 7 \text{ (м}^3\text{)}.$$

Ответ: 7 м³.

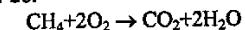
2-25.

$$M_{\text{р.в.}} = \frac{1 \cdot 32 + 4 \cdot 4}{5} = 9,6 \text{ г/моль.}$$

$$\text{Этот воздух легче обычного. } \frac{M_{\text{возд}}}{M_{\text{р.в.}}} = \frac{29}{9,6} = 3,02.$$

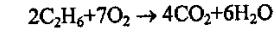
Ответ: легче в 3,02 раза.

2-26.



$$V(CH_4) = 0,95 \cdot 1000 = 950 \text{ л}, v(CH_4) = \frac{V(CH_4)}{V_m} = \frac{950}{22,4} = 42,41 \text{ моль},$$

$$v_1(O_2) = 2v(CH_4) = 2 \cdot 42,41 = 84,82 \text{ моль},$$



$$V(C_2H_6) = 0,01 \cdot 1000 = 10 \text{ л}, v(C_2H_6) = \frac{V(C_2H_6)}{V_m} = \frac{10}{22,4} = 0,45 \text{ моль},$$

$$v_2(O_2) = \frac{7}{2} v(C_2H_6) = \frac{7}{2} \cdot 0,45 = 1,575 \text{ моль},$$

$$v_{\text{общ}}(O_2) = v_1(O_2) + v_2(O_2) = 84,82 + 1,575 = 86,395 \text{ моль.}$$

Азот и углекислый газ не реагируют

31

$$V_{\text{общ}}(O_2) = v_{\text{общ}}(O_2) \cdot V_m = 86,395 \cdot 22,4 = 1,935 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{общ}} = \frac{V_{\text{общ}}(O_2)}{\omega(O_2)} = \frac{1,935}{0,21} = 9,215 \text{ м}^3$$

Ответ: 9,215 м³.

Состав воздуха

2-27.

Этот остаток составляют инертные газы, в основном аргон.

2-28.

Пусть содержание кислорода в исследуемом образце х, тогда объем кислорода 100x, а объем прореагированного водорода 2·100x = 200x.

$$100 + 50 - 100x - 200x = 87;$$

$$300x = 63;$$

$$x = 0,21 \text{ или } 21\%.$$

Ответ: 21%.

2-29.

$$p(O_2) = p_{\text{атм}} \cdot x_{O_2}, \text{ где } x_{O_2} \text{ — мольная доля O}_2 \text{ в воздухе.}$$

$$x_{O_2} = \frac{V(O_2)}{V_{\text{возд}}} = \frac{V_{O_2}}{V_{\text{возд}}} = \frac{V(O_2)}{V_{\text{возд}}} = \varphi(O_2) = 0,21;$$

$$p(O_2) = 101,625 \cdot 0,21 = 21,34 \text{ кПа.}$$

Ответ: 21,34 кПа.

2-30.

Если взять одинаковые объемы сухого и влажного воздуха, то влажный будет легче, т.к. в нем гипотетические молекулы воздуха с относительной массой 29 замещаются на молекулы воды с относительной массой 18.

2-31.

$$m_{\text{возд}} = v_{\text{возд}} \cdot M_{\text{возд}} = \frac{V_{\text{возд}}}{V_m} \cdot M_{\text{возд}} = \frac{1000}{22,4} \cdot 29 = 1,295 \text{ кг.}$$

Ответ: 1,295 кг.

2-32.

$$V(N_2) = 0,781 \cdot 1000 = 781 \text{ л;}$$

$$m(N_2) = v \cdot M = \frac{V}{V_m} \cdot M = \frac{781}{22,4} \cdot 28 = 976 \text{ г; } V(O_2) = 0,21 \cdot 1000 = 210 \text{ л;}$$

$$m(O_2) = \frac{V}{V_m} \cdot M = \frac{210}{22,4} \cdot 32 = 300 \text{ г; } V(CO_2) = 0,003 \cdot 1000 = 0,3 \text{ л;}$$

$$m(CO_2) = \frac{V}{V_m} \cdot M = \frac{0,3}{22,4} \cdot 44 = 0,59 \text{ г;}$$

$$V_{\text{вн.р.}} = \frac{V}{V_m} \cdot M = \frac{10}{22,4} \cdot 40 = 17,86 \text{ г.}$$

Ответ: 976 г N₂; 300 г O₂; 0,59 г CO₂; 17,86 г Ar.

Горение

2-33.

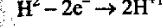
Эти вещества фтор и азот.

2-34.

Верны: а); б); г), если одно из них кислород.

2-35.

В результате обеих этих реакций происходит окисление водорода, обе реакции протекают между неметаллами, являются реакциями соединения.



2-36.

а) алюминиевые изделия даже со временем не окисляются и не разрушаются;

б) медные изделия медленно со временем окисляются и покрываются тонким налетом оксида меди;

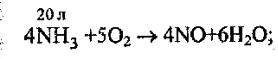
в) горение угля происходит заметно быстро;

г) смесь водорода с кислородом при нагревании реагирует со взрывом.

2-37.

Природный газ состоит в основном из метана. Это соединение содержит меньше всего (из всех углеводородов) углерода по массе, поэтому горит спокойным синим пламенем, в углеводородах, входящих в состав керосина содержание углерода заметно больше, поэтому пламя контигит.

2-38.



$$v(NH_3) = \frac{V(NH_3)}{V_m} = \frac{20}{22,4} = 0,893 \text{ моль;}$$

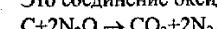
$$v(O_2) = \frac{5}{4} v(NH_3) = \frac{5}{4} \cdot 0,893 = 1,116 \text{ моль;}$$

$$V(O_2) = v(O_2) \cdot V_m = 1,116 \cdot 22,4 = 25 \text{ (л).}$$

Ответ: 25 л O₂.

2-39.

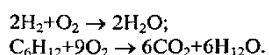
Это соединение оксид азота (I) N₂O:



По уравнению реакции видно, что объем образующегося азота равен объему исходного оксида, а объем углекислого газа вдвое меньше.

2-40.

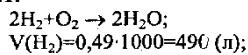
Как горючее используются в основном водород и углероды



В организме окислению подвергаются различные вещества, являющиеся источником энергии

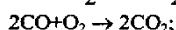


2-41.



$$v(\text{H}_2) = \frac{V(\text{H}_2)}{V_m} = \frac{490}{22,4} = 21,875 \text{ моль};$$

$$v_1(\text{O}_2) = \frac{1}{2} v(\text{H}_2) = \frac{1}{2} \cdot 21,875 = 10,938 \text{ моль};$$



$$V(\text{CO}) = 0,44 \cdot 1000 = 440 \text{ л}; v(\text{CO}) = \frac{V(\text{CO})}{V_m} = \frac{440}{22,4} = 19,643 \text{ моль};$$

$$v(\text{O}_2) = \frac{1}{2} v(\text{CO}) = \frac{1}{2} \cdot 19,643 = 9,821 \text{ моль};$$

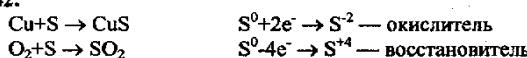
$$v_{\text{общ}}(\text{O}_2) = v_1(\text{O}_2) + v_2(\text{O}_2) = 9,821 + 1,0938 = 20,759 \text{ (моль);}$$

Азот и углекислый газ не реагируют:

$$V_{\text{общ}}(\text{O}_2) = v_{\text{общ}}(\text{O}_2) \cdot V_m = 465,01 \text{ л.}$$

Ответ: 465,01 л.

2-42.



2-43.

Горение — процесс окисления, сопровождающийся выделением света и тепла.

2-44.



$$M(\text{CCl}_4) = 12 + 4 \cdot 35,5 = 154; D_{\text{возд}} = \frac{M(\text{CCl}_4)}{M_{\text{возд}}} = \frac{154}{29} = 5,31.$$

Ответ: $D_{\text{возд}}(\text{CCl}_4) = 5,31$.

Использование воздуха

2-45.

$$m_{\text{возд}} = 1000 \cdot 1,29 = 1290 \text{ г};$$

$$m(\text{N}_2) = \omega(\text{N}_2) \cdot m_{\text{возд}} = 0,755 \cdot 1290 = 973,95 \text{ г};$$

$$V(\text{N}_2) = \frac{m(\text{N}_2)}{\rho(\text{N}_2)} = \frac{973,95}{0,81} = 1202,4 \text{ мл.}$$

Ответ: 1202,4 мл N_2 .

34

2-46. Это объясняется тем, что в результате реакции выделяется объем углекислого газа, равный объему прореагированного кислорода.



Т.к. $V(\text{O}_2) = V(\text{CO}_2)$, то общий объем газа не изменился. Пусть было взято x г воздуха. В исходном газе азота содержится $0,78x$ л., кислорода $0,21x$ л., объемом CO_2 можно пренебречь. Прореагировало $\frac{0,21x}{4}$ л O_2 и образовалось $\frac{0,21x}{4}$ л CO_2 .

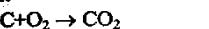
$$\omega(\text{CO}_2) = \frac{\frac{0,21x}{4}}{x} = 0,0525 \text{ или } 5,25\%.$$

$$\omega(\text{O}_2) = \frac{0,21x - \frac{0,21x}{4}}{x} = \frac{0,1575x}{x} = 0,1575 \text{ или } 15,75\%;$$

$$\omega(\text{N}_2) = 0,78 \text{ или } 78\%.$$

Ответ: $\omega(\text{CO}_2) = 5,25\%$, $\omega(\text{O}_2) = 15,75\%$, $\omega(\text{N}_2) = 78\%$.

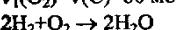
2-48.



$$m(\text{C}) = 0,96 \cdot 1000 = 960 \text{ г}$$

$$v(\text{C}) = \frac{m(\text{C})}{M(\text{C})} = \frac{960}{12} = 80 \text{ моль}$$

$$v_1(\text{O}_2) = v(\text{C}) = 80 \text{ моль}$$



$$m(\text{H}_2) = 0,02 \cdot 1000 = 20 \text{ г}$$

$$v(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{20}{2} = 10 \text{ моль}$$

$$v(\text{O}_2) = 0,01 \cdot 1000 = 10 \text{ г}$$

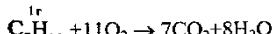
$$v(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{M(\text{O}_2)} = \frac{10}{32} = 0,31 \text{ моль}$$

$$v_{\text{общ}}(\text{O}_2) = v(\text{O}_2) \cdot V_m = 84,69 \cdot 22,4 = 1,897 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{возд}} = \frac{V_{\text{общ}}(\text{O}_2)}{\omega(\text{O}_2)} = \frac{1,897}{0,21} = 9,033 \text{ м}^3$$

Ответ: $V_{\text{возд}} = 9,033 \text{ м}^3$.

2-49.



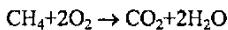
$$a) V_{\text{реакт}}:V_{\text{воздух}} = 1:\frac{11}{0,21} = 1:52,38$$

$$6) v_{\text{бенз}} = \frac{m_{\text{бенз}}}{M_{\text{бенз}}} = \frac{1}{100} = 0,01 \text{ моль}, V_{\text{бенз}} = V_{\text{бенз}} \cdot V_m = 0,01 \cdot 22,4 = 0,224 \text{ л},$$

$$V_{\text{воздух}} = 52,38 \cdot 0,224 = 11,73 \text{ л.}$$

Ответ: а) 1:52,38; б) 11,73 л.

2-50.

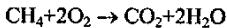


$$v(\text{CH}_4) = \frac{V(\text{CH}_4)}{V_m} = \frac{1000}{22,4} = 44,64 \text{ моль}, v(\text{O}_2) = 2v(\text{CH}_4) = 2 \cdot 44,64 = 89,28 \text{ моль}$$

$$v(\text{O}_2) = v(\text{O}_2) \cdot V_m = 89,28 \cdot 22,4 = 2000 \text{ л}, V_{\text{воздух}} = \frac{V(\text{O}_2)}{\omega(\text{O}_2)} = \frac{2000}{0,21} = 9,524 \text{ м}^3$$

Ответ: 9,524 м³.

2-51.



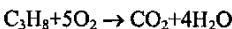
$$V(\text{CH}_4) = 0,98 \cdot 1 = 0,98 \text{ м}^3, v(\text{CH}_4) = \frac{V(\text{CH}_4)}{V_m} = \frac{0,98 \cdot 1000}{22,4} = 43,75 \text{ моль},$$

$$v_1(\text{O}_2) = 2v(\text{CH}_4) = 2 \cdot 43,75 = 87,5 \text{ моль}, 2\text{C}_2\text{H}_6 + 7\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O},$$

$$V(\text{C}_2\text{H}_6) = 0,004 \cdot 1 = 0,004 \text{ м}^3,$$

$$v(\text{C}_2\text{H}_6) = \frac{V(\text{C}_2\text{H}_6)}{V_m} = \frac{0,004 \cdot 1000}{22,4} = 0,179 \text{ моль}$$

$$v_2(\text{O}_2) = \frac{7}{2} v(\text{C}_2\text{H}_6) = 3,5 \cdot 0,179 = 0,625 \text{ моль}$$



$$v(\text{C}_3\text{H}_8) = 0,002 \cdot 1 = 0,002 \text{ м}^3$$

$$v(\text{C}_3\text{H}_8) = \frac{V(\text{C}_3\text{H}_8)}{V_m} = \frac{0,002 \cdot 1000}{22,4} = 0,089 \text{ моль}$$

$$v_3(\text{O}_2) = 5v(\text{C}_3\text{H}_8) = 5 \cdot 0,089 = 0,445 \text{ моль}$$

$$v_{\text{общ}}(\text{O}_2) = v_1(\text{O}_2) + v_2(\text{O}_2) + v_3(\text{O}_3) = 87,5 + 0,625 + 0,445 = 88,57 \text{ моль}$$

Азот и углекислый газ не реагируют.

$$V(\text{O}_2) = v_{\text{общ}}(\text{O}_2) \cdot V_m = 88,57 \cdot 22,4 = 1983,968 \text{ л}$$

$$V_{\text{воздух}} = \frac{V(\text{O}_2)}{\omega(\text{O}_2)} = \frac{1983,968}{0,21} = 9447,5 \text{ л} = 9,5 \text{ м}^3$$

Ответ: 9,5 м³.

2-52.

$$\frac{N(\text{O}_2)}{N(\text{CH}_4)} = \frac{v(\text{O}_2) \cdot N_A}{v(\text{CH}_4) \cdot N_A} = \frac{\frac{V_m}{V(\text{CH}_4)}}{\frac{V(\text{O}_2)}{V(\text{CH}_4)}} = \frac{V(\text{O}_2)}{V(\text{CH}_4)} = \frac{\omega(\text{O}_2) \cdot V_{\text{воздух}}}{\omega(\text{CH}_4) \cdot V_{\text{воздух}}} = \frac{0,21}{0,05} = \frac{4}{1};$$

$$\frac{N(\text{O}_2)}{N(\text{CH}_4)} = \frac{0,21}{0,15} = \frac{7}{5}.$$

2-53.

$$t = \frac{V}{V_{\text{воздух}}} = 5 \frac{10 \cdot 1000}{15} = 3333,3 \text{ (ч).}$$

2-54.

$$V(\text{N}_2) = 0,78 \cdot 1 = 0,78 \text{ м}^3 = 780 \text{ л}, V_{\text{прак}}(\text{N}_2) = 0,95 \cdot 780 = 741 \text{ л},$$

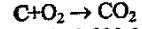
$$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3, v(\text{N}_2) = \frac{V_{\text{прак}}(\text{N}_2)}{V_m} = \frac{741}{22,4} = 33,08 \text{ моль},$$

$$v(\text{NH}_3) = 2v(\text{N}_2) = 2 \cdot 33,08 = 66,16 \text{ моль}$$

$$m(\text{NH}_3) = v(\text{NH}_3) \cdot M(\text{NH}_3) = 66,16 \cdot 17 = 1124,7 \text{ г} \approx 1,125 \text{ кг}$$

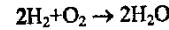
Ответ: 1,125 кг NH₃.

2-55.



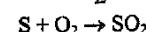
$$m(\text{C}) = 0,822 \cdot 1000 = 822 \text{ (г)}$$

$$v(\text{C}) = \frac{m(\text{C})}{M(\text{C})} = \frac{822}{12} = 68,5 \text{ моль}, v_1(\text{O}_2) = v(\text{C}) = 68,5 \text{ моль},$$



$$m(\text{H}) = 0,46 \cdot 1000 = 46 \text{ (г)}, v(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H})}{M(\text{H}_2)} = \frac{46}{2} = 23 \text{ моль},$$

$$v_2(\text{O}_2) = \frac{1}{2} v(\text{H}_2) = \frac{1}{2} \cdot 23 = 11,5 \text{ моль}$$



$$m(\text{S}) = 0,01 \cdot 1000 = 10 \text{ (г)}, v(\text{S}) = \frac{m(\text{S})}{M(\text{S})} = \frac{10}{32} = 0,3125 \text{ моль};$$

$$v_3(\text{O}_2) = v(\text{S}) = 0,3125 \text{ моль};$$

$$m(\text{O}) = 0,04 \cdot 1000 = 40 \text{ (г)};$$

$$v_4(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O})}{M(\text{O}_2)} = \frac{40}{32} = 1,25 \text{ моль};$$

$$v_{\text{треб}}(\text{O}_2) = v_1(\text{O}_2) + v_2(\text{O}_2) + v_3(\text{O}_2) - v_4(\text{O}_2) = 68,5 + 11,5 + 0,3125 - 1,25 = 78,8125 \text{ моль}.$$

Азот, вода и зола не окисляются.

$$m(\text{O}_2) = v_{\text{треб}}(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = 78,8125 \cdot 32 = 2522 \text{ г};$$

$$m_{\text{воздух}} = \frac{m(\text{O}_2)}{\omega(\text{O}_2)} = \frac{2522}{0,23} = 10965,2 \text{ г} \approx 10,965 \text{ кг}.$$

Ответ: 10,965 кг воздуха.

Основные виды топлива

2-56.

Меньше всего окружающую среду загрязняет газообразное топливо, т.к. оно содержит минимальное количество примесей, при горении образующих вредные вещества.

2-57.

Дрова и каменный уголь содержат примеси, поэтому горят с пламенем.

2-58.

Кокс (чистый углерод) практически не содержит примесей, в том числе и кислорода, поэтому его трудно поджечь.

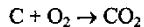
2-59.

Дело не в том, правильно или не правильно идет сжигание (такого понятия вообще нет), если образуется черный дым, это свидетельствует о неполном горении топлива.

2-60.

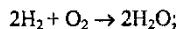
Продукты полного горения бензина — углекислый газ и вода сами по себе не имеют запаха, однако содержащиеся в нем (пусть в незначительном количестве) примеси при горении могут обладать запахом.

2-61.



$$m(C) = 0,86 \cdot 1000 = 860 \text{ г};$$

$$v(C) = \frac{m(C)}{M(C)} = \frac{860}{12} = 71,67 \text{ моль}; v_1(O_2) = v(C) = 71,67 \text{ моль};$$



$$m(H) = 0,14 \cdot 1000 = 140 \text{ г};$$

$$v(H_2) = \frac{m(H)}{M(H_2)} = \frac{140}{2} = 70 \text{ моль}; v_2(O_2) = \frac{1}{2} v(H_2) = \frac{1}{2} \cdot 70 = 35 \text{ моль};$$

$$v(O_2) = v_1(O_2) + v_2(O_2) = 71,67 + 35 = 106,67 \text{ моль};$$

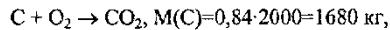
$$m(O_2) = v(O_2) \cdot M(O_2) = 106,67 \cdot 32 = 3413,33 \text{ (г);}$$

$$m_{возд} = \frac{m(O_2)}{\omega(O_2)} = \frac{3412,33}{0,23} = 14840,58 \text{ (г);}$$

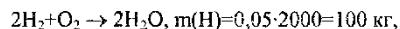
$$V_{возд} = \frac{m_{возд}}{M_{возд}} = \frac{14840,58}{29} = 511,74 \text{ моль.}$$

Ответ: 511,74 моль.

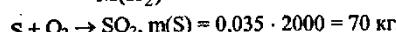
2-62.



$$v(C) = \frac{m(C)}{M(C)} = \frac{1680}{12} = 140 \text{ кмоль}, v_1(O_2) = v(C) = 140 \text{ кмоль};$$



$$v(H_2) = \frac{m(H)}{M(H_2)} = \frac{100}{2} = 50 \text{ кмоль}, v_2(O_2) = \frac{1}{2} v(H_2) = \frac{1}{2} \cdot 50 = 25 \text{ кмоль};$$



$$v(S) = \frac{m(S)}{M(S)} = \frac{70}{32} = 2,1875 \text{ кмоль}, v_3(O_2) = v(S) = 2,1875 \text{ кмоль},$$

$$v(O_2) = v_1(O_2) + v_2(O_2) + v_3(O_2) = 140 + 25 + 2,1875 = 167,1875 \text{ кмоль},$$

$$m(O_2) = v(O_2) \cdot M(O_2) = 167,1875 \cdot 32 = 5250 \text{ кг},$$

$$S = \frac{m(O_2)}{v_{вых}} = \frac{5350}{10} = 535 \text{ (га).}$$

Ответ: 535 га.

2-63.

$$V(CO) = 0,4 \cdot 1000 = 400 \text{ л}; v(CO) = \frac{V(CO)}{V_m} = \frac{400}{22,4} = 17,86 \text{ моль};$$

$$Q_1 = v(CO) \cdot q(CO) = 17,86 \cdot 284 = 5072,24 \text{ кДж};$$

$$V(H_2) = 0,5 \cdot 1000 = 500 \text{ л}; v(H_2) = \frac{V(H_2)}{V_m} = \frac{500}{22,4} = 22,32 \text{ моль};$$

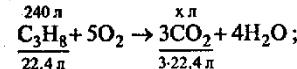
$$Q_2 = v(H_2) \cdot q(H_2) = 22,32 \cdot 245 = 5468,75 \text{ кДж}$$

$$Q_{общ} = Q_1 + Q_2 = 5072,24 + 5468,75 = 10541 \text{ кДж.}$$

Ответ: 10541 кДж.

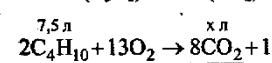
2-64.

Найдем сначала какой концентрации достигнет CO_2 за 1 ч (изменением общего объема воздуха пренебрежем)



$$V(C_3H_8) = 0,96 \cdot 250 = 240 \text{ л}$$

$$22,4 \text{ л } (C_3H_8) \longrightarrow 67,2 \text{ л } (CO_2) \quad x = 270 \text{ (л)}$$



$$V(C_4H_{10}) = 0,03 \cdot 250 = 7,5 \text{ л}$$

$$44,8 \text{ л } (C_4H_{10}) \longrightarrow 179,2 \text{ л } (CO_2)$$

$$7,5 \text{ л } (C_4H_{10}) - x \text{ л } (CO_2)$$

$$x = 30 \text{ (л)}$$

$$V_{общ.}(CO_2) = 720 + 30 = 750 \text{ л;}$$

$$m(CO_2) = v(CO_2) \cdot M(CO_2) = \frac{V_{общ.}(CO_2)}{V_m} M(CO_2) = \frac{750}{22,4} \cdot 44 = 1473,2 \text{ г;}$$

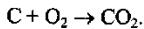
$$\omega(CO_2) = \frac{m(CO_2)}{V_{комн.}} = \frac{1473,2}{33} = \frac{1473,2}{27} = 54,56 \text{ г/м}^3.$$

За 1 час концентрация достигает 54,56 г/м³, а ПДК=30 г/м³ она достигнет за время t.

$$t = \frac{30}{54,56} = 0,55 \text{ ч.}$$

Ответ: 0,55 ч.

2-65.

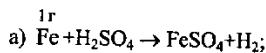


Т.к. объем поглощавшегося кислорода равен объему выделившегося углекислого газа, то объемная доля CO₂ в образовавшемся дымовом газе будет равна объемной доле O₂ в исходном воздухе, т.е. 21%.

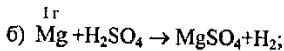
Глава 3. Водород. Вода

Получение водорода

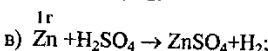
3-1.



$$v(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{M(\text{Fe})} = \frac{1}{56} = 0,018 \text{ моль}; v(\text{H}_2) = v(\text{Fe}) = 0,018 \text{ моль};$$



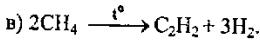
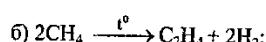
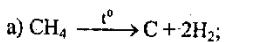
$$v(\text{Mg}) = \frac{m(\text{Mg})}{M(\text{Mg})} = \frac{1}{24} = 0,042 \text{ моль}; v(\text{H}_2) = v(\text{Mg}) = 0,042 \text{ моль};$$



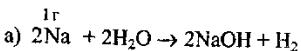
$$v(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn})}{M(\text{Zn})} = \frac{1}{65} = 0,015 \text{ моль}; v(\text{H}_2) = v(\text{Zn}) = 0,015 \text{ моль}.$$

Ответ: в реакции с магнием.

3-2.



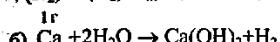
3-3.



$$v(\text{Na}) = \frac{m(\text{Na})}{M(\text{Na})} = \frac{1}{23} = 0,0434 \text{ моль}$$

$$v(\text{H}_2) = \frac{1}{2} v(\text{Na}) = \frac{1}{2} \cdot 0,0434 = 0,0217 \text{ моль}$$

$$V(\text{H}_2) = v(\text{H}_2) \cdot V_m = 0,0217 \cdot 22,4 = 0,486 \text{ л};$$

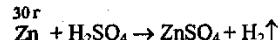


$$v(\text{Ca}) = \frac{m(\text{Ca})}{M(\text{Ca})} = \frac{1}{40} = 0,025 \text{ моль}, v(\text{H}_2) = v(\text{Ca}) = 0,025 \text{ моль},$$

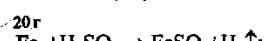
$$V(\text{H}_2) = v(\text{H}_2) \cdot V_m = 0,025 \cdot 22,4 = 0,56 \text{ л.}$$

Ответ: а) 0,486 л; б) 0,56 л.

3-4.



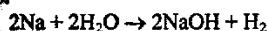
$$v(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn})}{M(\text{Zn})} = \frac{30}{65} = 0,462 \text{ моль}; v(\text{H}_2) = v(\text{Zn}) = 0,462 \text{ моль};$$



$$v(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{M(\text{Fe})} = \frac{20}{56} = 0,357 \text{ моль}; v(\text{H}_2) = v(\text{Fe}) = 0,357 \text{ моль}.$$

Ответ: в реакции с цинком.

3-5.



$$m(\text{Na}) = 0,3 \cdot 100 = 30 \text{ г};$$

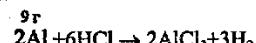
$$v(\text{Na}) = \frac{m(\text{Na})}{M(\text{Na})} = \frac{30}{23} = 1,304 \text{ моль};$$

$$v(\text{H}_2) = \frac{1}{2} v(\text{Na}) = \frac{1}{2} \cdot 1,304 = 0,652 \text{ моль};$$

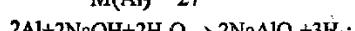
$$V(\text{H}_2) = v(\text{H}_2) \cdot V_m = 0,652 \cdot 22,4 = 14,6 \text{ л.}$$

Ответ: 14,6 л.

3-6.



$$v(\text{Al}) = \frac{m(\text{Al})}{M(\text{Al})} = \frac{9}{27} = 0,33 \text{ моль}; v_1(\text{H}_2) = \frac{3}{2} v(\text{Al}) = \frac{3}{2} \cdot 0,33 = 0,495 \text{ моль};$$



$$v_2(\text{H}_2) = \frac{3}{2} v(\text{Al}) = \frac{3}{2} \cdot 0,33 = 0,495 \text{ моль.}$$

Ответ: одинаковые.

3-7.



$$v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{100}{18} = 5,56 \text{ моль}; v(\text{H}_2) = v(\text{H}_2\text{O}) = 5,56 \text{ моль};$$

$$m(H_2) = v(H_2) \cdot M(H_2) = 5,56 \cdot 2 = 11,12 \text{ г};$$

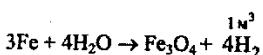
$$V(H_2) = v(H_2) \cdot V_m = 5,56 \cdot 22,4 = 124,44 \text{ л};$$

$$v(O_2) = \frac{1}{2} v(H_2O) = \frac{1}{2} \cdot 5,56 = 2,78 \text{ моль};$$

$$m(O_2) = v(O_2) \cdot M(O_2) = 2,78 \cdot 32 = 88,96 \text{ г.}$$

Ответ: $V(H_2) = 124,44 \text{ л}; m(H_2) = 11,12 \text{ г}; m(O_2) = 88,96 \text{ г.}$

3-8.



$$v(H_2) = \frac{V(H_2)}{V_m} = \frac{1000}{22,4} = 44,64 \text{ моль};$$

$$v(Fe_3O_4) = \frac{1}{4} v(H_2) = \frac{1}{4} \cdot 44,64 = 11,1 \text{ моль};$$

$$m(Fe_3O_4) = v(Fe_3O_4) \cdot M(Fe_3O_4) = 11,1 \cdot 232 = 2589,12 \text{ г.}$$

Ответ: 2,589 кг.

3-9.



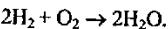
Из уравнений реакций видно, что в 1-м случае на 1 моль CH_4 приходится 2 моль водорода, а во 2-м 3 моль водорода. Второй более выгодный.

Химические свойства водорода

3-10.

- a) $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ — реакция соединения;
б) $CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O$ — реакция замещения.

3-11.



Если осталось 4 мл водорода, значит в реакцию вступило $40 - 4 = 36$ мл смеси. Т.к. реакция происходит между газами, то объемное их отношение равно молярному (коэффициентов в уравнении реакции), тогда если обозначить объем кислорода за x мл, то водорода $2x$ мл, составим уравнение:

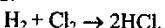
$$x + 2x = 36, x = 12 \text{ мл.}$$

В исходной смеси было 12 мл кислорода и 28 мл водорода.

$$\omega(O_2) = \frac{V(O_2)}{V_{cm}} = \frac{12}{40} = 0,3 \text{ или } 30\%; \omega(H_2) = 70\%.$$

Ответ: 30% O_2 и 70% H_2

3-12.



42

Т.к. водород находится в избытке, расчет ведем по хлору, т.к. реакция протекает между газами, то молярное отношение равно отношению объемов:

$$V(Cl_2) = 0,4 \cdot 1 = 0,4 \text{ л}; \quad V(HCl) = 2V(Cl_2) = 0,8 \text{ л};$$

$$V(H_2) = 0,6 \cdot 1 = 0,6 \text{ л}; \quad V_{peak}(H_2) = V(Cl_2) = 0,4 \text{ л};$$

$$V_{oxt}(H_2) = 0,6 - 0,4 = 0,2 \text{ л};$$

$$V_{cm} = V(HCl) + V_{oxt}(H_2) = 0,8 + 0,2 = 1 \text{ л};$$

$$\omega(HCl) = \frac{0,8}{1} = 0,8 \text{ или } 80\%; \omega(H_2) = 20\%.$$

Ответ: 80% HCl и 20% H_2 .

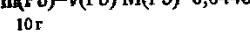
3-13.



$$v(PbO) = \frac{m(PbO)}{M(PbO)} = \frac{10}{223} = 0,0448 \text{ моль};$$

$$v(Pb) = v(PbO) = 0,0448 \text{ моль};$$

$$m(Pb) = v(Pb) \cdot M(Pb) = 0,0448 \cdot 207 = 9,29 \text{ г.}$$



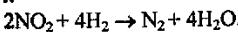
$$v(SnO_2) = \frac{m(SnO_2)}{M(SnO_2)} = \frac{10}{151} = 0,0662 \text{ моль};$$

$$v(Sn) = v(SnO_2) = 0,0662 \text{ моль};$$

$$m(Sn) = v(Sn) \cdot M(Sn) = 0,0662 \cdot 119 = 7,88 \text{ г.}$$

Ответ: 9,29 г Pb и 7,88 г Sn .

3-14.



3-15.

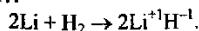
$$\frac{N(O_2)}{N(H_2)} = \frac{v(O_2) \cdot N_A}{v(H_2) \cdot N_A} = \frac{\frac{V(O_2)}{V_m}}{\frac{V(H_2)}{V_m}} = \frac{V(O_2)}{V(H_2)} = \frac{\omega(O_2) \cdot V_{возд}}{\omega(H_2) \cdot V_{возд}} = \frac{0,21}{0,04} = \frac{5}{1};$$

$$\frac{N(O_2)}{N(CH_4)} = \frac{0,21}{0,75} = 0,28.$$

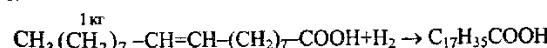
3-16.

Водород-хлор, водород-этilen, водород-ацетилен, хлор-этilen, хлор-ацетилен.

3-17.



3-18.



$$v_{\text{к-ты}} = \frac{m_{\text{к-ты}}}{M_{\text{к-ты}}} = \frac{1000}{282} = 3,546 \text{ моль}; v(H_2) = v_{\text{к-ты}} = 3,546 \text{ моль};$$

$$V(H_2) = v(H_2) \cdot V_m = 3,546 \cdot 22,4 = 79,43 \text{ (л)}.$$

Ответ: 79,43 л.

Применение водорода

3-19.

$$\text{WO}_3 + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{W} + 3\text{H}_2\text{O};$$

$$v(W) = \frac{m(W)}{M(W)} = \frac{1000}{184} = 5,44 \text{ моль};$$

$$v(H_2) = 3v(W) = 3 \cdot 5,44 = 16,32 \text{ моль};$$

$$m(H_2) = v(H_2) \cdot M(H_2) = 16,32 \cdot 2 = 32,64 \text{ (г)}.$$

Ответ: 32,64 г.

3-20.

Для поддержания нормального санитарно-гигиенического состояния больших городов целесообразнее использовать в качестве топлива водород, т.к. при его горении выделяется лишь вода.

3-21.

$$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl},$$

$$m_{\text{p-pa}} = \rho \cdot V = 1000 \cdot 1,15 = 1150 \text{ (г)};$$

$$m(\text{HCl}) = v(\text{HCl}) \cdot m_{\text{p-pa}} = 0,3 \cdot 1150 = 345 \text{ (г)};$$

$$v(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} = \frac{345}{36,5} = 9,452 \text{ моль};$$

$$v(H_2) = \frac{1}{2} v(\text{HCl}) = \frac{1}{2} \cdot 9,452 = 4,726 \text{ моль}.$$

Ответ: 4,726 моль.

3-22.

$$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$$

$$V(H_2) = 0,5 \cdot 1000 = 500 \text{ л};$$

$$v(H_2) = \frac{V(H_2)}{V_m} = \frac{500}{22,4} = 22,32 \text{ моль};$$

$$v_1(\text{O}_2) = \frac{1}{2} v(H_2) = \frac{1}{2} \cdot 22,32 = 11,16 \text{ моль};$$

$$2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2;$$

$$V(\text{CO}) = 0,4 \cdot 1000 = 400 \text{ л}; v(\text{CO}) = \frac{V(\text{CO})}{V_m} = \frac{400}{22,4} = 17,86 \text{ моль};$$

$$v_2(\text{O}_2) = \frac{1}{2} v(\text{CO}) = \frac{1}{2} \cdot 17,86 = 8,93 \text{ моль};$$

44

$$v(\text{O}_2) = v_1(\text{O}_2) + v_2(\text{O}_2) = 11,16 + 8,93 = 20,09 \text{ моль};$$

$$V(\text{O}_2) = V(\text{O}_2) \cdot V_m = 20,09 \cdot 22,4 = 450 \text{ (л)};$$

$$V_{\text{возд}} = \frac{V(\text{O}_2)}{\omega(\text{O}_2)} = \frac{450}{0,21} = 2142,93 \text{ (л)} \approx 2,143 \text{ м}^3.$$

Ответ: 2,143 м³.

3-23.

$$V(H_2) = v(H_2) \cdot V_m = \frac{m(H_2)}{M(H_2)} \cdot V_m = \frac{500}{2} \cdot 22,4 = 5600 \text{ л} = 56 \text{ м}^3;$$

$$m_{\text{пруса}} = \Delta p \cdot V_{\text{н.у.}}(H_2) = (\rho_{\text{возд.}} - \rho_{H_2}) \cdot V_{\text{н.у.}}(H_2) =$$

$$= \left(\frac{M_{\text{возд.}}}{V_m} - \frac{M(H_2)}{V_m} \right) \cdot V_{\text{н.у.}}(H_2) =$$

$$= \frac{V_{\text{возд.}} - M(H_2)}{V_m} \cdot V_{\text{н.у.}}(H_2) = \frac{29 - 2}{22,4} \cdot 5600 = 6750 \text{ г} = 6,75 \text{ кг}.$$

Ответ: 5,6 м³, 6,75 кг.

Вода. Состав воды и ее образование

3-24.

Реакция соединения $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$;
реакция разложения $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$;
реакция замещения $\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$.

3-25.

$$2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$$

$$\text{а) } v(H_2) = \frac{m(H_2)}{M(H_2)} = \frac{2}{2} = 1 \text{ моль, } v(\text{H}_2\text{O}) = v(H_2) = 1 \text{ моль};$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 1 \cdot 18 = 18 \text{ (г)};$$

$$\text{б) } v(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{M(\text{O}_2)} = \frac{2}{32} = 0,0625 \text{ моль};$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = 2v(\text{O}_2) = 2 \cdot 0,0625 = 0,125 \text{ моль};$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 0,125 \cdot 18 = 0,25 \text{ (г)}.$$

Ответ: а) 18 г; б) 2,25 г.

3-26.

$$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$$

$$v(H_2) = \frac{m(H_2)}{M(H_2)} = \frac{2}{2} = 1 \text{ моль; } v(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{M(\text{O}_2)} = \frac{12}{32} = 0,375 \text{ моль.}$$

Т.к. водород находится в избытке, расчет ведем по кислороду.

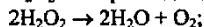
$$v(\text{H}_2\text{O}) = 2v(\text{O}_2) = 2 \cdot 0,375 = 0,75 \text{ моль};$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 0,75 \cdot 18 = 13,5 \text{ (г)}.$$

Ответ: 13,5 г.

45

3-27.

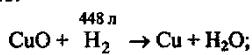
 H_2O_2 — пероксид водорода.

$$M(H_2O_2) = 2 \cdot 1 + 2 - 16 = 34;$$

$$\omega(H) = \frac{2 \cdot 1}{34} = 0,0588 \text{ или } 5,688\%; \quad \omega(O) = \frac{2 \cdot 16}{34} = 0,9412 \text{ или } 94,12\%.$$

Ответ: 5,688% H и 94,12% O.

3-28.



$$v(H_2) = \frac{V(H_2)}{V_m} = \frac{448}{22,4} = 20 \text{ моль}, \quad v(Cu) = v(H_2O) = v(H_2) = 20 \text{ моль}.$$

Ответ: по 20 моль Cu и H₂O.

3-29.

$$m(H) = \frac{2}{18} \cdot m(H_2O) = \frac{2}{18} \cdot 4,5 = 0,5 \text{ г}; \quad m(C) = 6,5 - 0,5 = 6 \text{ г};$$

$$\omega(C) = \frac{m(C)}{m_{\text{в-ва}}} = \frac{6}{6,5} = 0,923 \text{ или } 92,3\%;$$

$$\omega(H) = \frac{m(H)}{m_{\text{в-ва}}} = \frac{0,5}{6,5} = 0,077 \text{ или } 7,7\%.$$

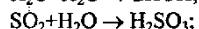
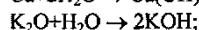
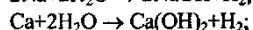
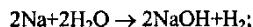
Этому условию удовлетворяют ацетилен и бензол (C₂H₂ и C₆H₆);

$$CxHy \quad x:y = \frac{m(C)}{M(C)} : \frac{m(H)}{M(H)} = \frac{6}{12} : \frac{0,5}{1} = 0,5 : 0,5 = 1:1.$$

Химические свойства воды

3-30.

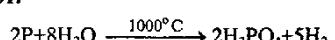
а) щелочные и щелочно-земельные металлы, некоторые оксиды металлов и неметаллов:



б) остальные соединения:



3-31.

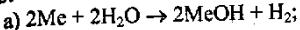


3-32.

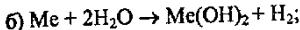
Можно. Нужно растворить вещество в воде, а затем осторожно выпарить, полученное вещество взвесить. Если его масса равна массе исходного,

то это был кристаллогидрат. Если масса полученного кристаллогидрата больше исходной, значит был безводный хлорид алюминия.

3-33.



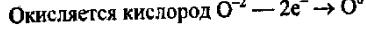
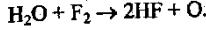
$$v(H_2) = \frac{1}{2} v(Me) = 0,5 \text{ моль}; \quad V(H_2) = v(H_2) \cdot V_m = 0,5 \cdot 22,4 = 11,2 \text{ л};$$



$$v(H_2) = v(Me) = 1 \text{ моль}; \quad V(H_2) = v(H_2) \cdot V_m = 1 \cdot 22,4 = 22,4 \text{ л}.$$

Ответ: а) 11,2 л; б) 22,4 л.

3-34.



3-35.

Безводный сульфат меди — порошок белого цвета, а кристаллогидрат CuSO₄ · SH₂O голубого цвета. Поэтому, если в результате реакции выделяется вода, то он изменит цвет с белого на голубой.

3-36.



Взаимодействие воды и оксида азота (IV) может протекать согласно вышеупомянутым реакциям, все они являются окислительно-восстановительными.

Глава 4. Растворы

Растворимость

4-1.

$$m(NaCl) = 52,6 \text{ г};$$

$$m(H_2O) = m_{\text{в-ва}} - m(H_2O) = 200 - 52,6 = 147,4 \text{ г};$$

$$52,6 \text{ г (NaCl)} - 147,4 \text{ г (H}_2\text{O)} \quad x = \frac{52,6 \cdot 100}{147,4} = 35,69 \text{ (г).}$$

Ответ: 35,69 г.

4-2.

$$80,5 \text{ г (NaNO}_3\text{)} - 100 \text{ г (H}_2\text{O)} \quad x = \frac{80,5 \cdot 250}{100} = 201,25 \text{ (г).}$$

Ответ: 201,25 г.

4-3.

1) добавить соль;

2) выпарить воду;

3) охладить до температуры, при которой он станет насыщенным.

4-18.

$$\omega_{\text{соли}} = \frac{m_{\text{соли}}}{m_{\text{p-pa}}} = \frac{4}{20} = 0,2 \text{ или } 20\%.$$

Ответ: 20%.

4-19.

a) $m_{\text{соли}} = \omega \cdot m_{\text{p-pa}} = 0,1 \cdot 100 = 10 \text{ г};$
 $m(\text{H}_2\text{O}) = m_{\text{p-pa}} - m_{\text{соли}} = 100 - 10 = 90 \text{ г};$

б) $m_{\text{соли}} = \omega \cdot m_{\text{p-pa}} = 0,15 \cdot 200 = 30 \text{ г};$
 $m(\text{H}_2\text{O}) = m_{\text{p-pa}} - m_{\text{соли}} = 200 - 30 = 170 \text{ г.}$

Ответ: а) 10 г NaCl и 90 г H₂O; б) 30 г NaCl и 170 г H₂O.

4-20.

a) $m_{\text{соли}} = \omega \cdot m_{\text{p-pa}} = 0,05 \cdot 50 = 2,5 \text{ г};$
 $m(\text{H}_2\text{O}) = m_{\text{p-pa}} - m_{\text{соли}} = 50 - 2,5 = 47,5 \text{ г};$

б) $m_{\text{соли}} = 2\omega \cdot m_{\text{p-pa}} = 0,02 \cdot 20 = 0,4 \text{ г};$
 $m(\text{H}_2\text{O}) = m_{\text{p-pa}} - m_{\text{соли}} = 20 - 0,4 = 19,6 \text{ г.}$

Ответ: а) 2,5 г соды и 47,5 г H₂O; б) 19,6 г H₂O и 0,4 гды.

4-21.

$$m_{\text{соли}} = \omega \cdot m_{\text{p-pa}} = 0,035 \cdot 10 = 0,35 \text{ кг} = 350 \text{ г.}$$

Ответ: 350 г.

4-22.

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \omega \cdot m_{\text{p-pa}} = 0,15 \cdot 80 = 12 \text{ г};$$

$$m_{\text{p-pa}} = 80 + 20 = 100 \text{ г;}$$

$$\omega'(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{Na}_2\text{SO}_4)}{m_{\text{p-pa}}} = \frac{12}{100} = 0,12 \text{ или } 12\%.$$

Ответ: 12%.

4-23.

a) $m(\text{NaCl}) = \omega \cdot m_{\text{p-pa}} = 0,0085 \cdot 5000 = 42,5 \text{ (г);}$
 $m(\text{H}_2\text{O}) = 5000 - 42,5 = 4957,5 \text{ г;}$

б) $m(\text{NaCl}) = \omega \cdot m_{\text{p-pa}} = 0,0085 \cdot 400 = 3,4 \text{ г.}$

Ответ: а) 42,5 г NaCl и 4957,5 г H₂O; б) 3,4 г NaCl.

4-24.

$$m'_{\text{в-ва}} = \omega' \cdot m'_{\text{p-pa}} = 0,2 \cdot 100 = 20 \text{ г;}$$

$$m''_{\text{в-ва}} = \omega'' \cdot m''_{\text{p-pa}} = 0,32 \cdot 50 = 16 \text{ г;}$$

$$m_{\text{p-pa}} = m'_{\text{п-ва}} + m''_{\text{п-ва}} = 100 + 50 = 150 \text{ г;}$$

$$m_{\text{в-ва}} = m'_{\text{в-ва}} + m''_{\text{в-ва}} = 20 + 16 = 36 \text{ г;}$$

$$\omega = \frac{m_{\text{в-ва}}}{m_{\text{п-ва}}} = \frac{36}{150} = 0,24 \text{ или } 24\%.$$

Ответ: 24%.

4-25.

Пусть масса необходимого раствора аммиака x г, тогда аммиака в нем содержится $0,25x$ г, как и в полученном растворе.

$$\frac{0,25x}{1000} = 0,15; 0,25x = 150; x = 600 \text{ г; } m(\text{H}_2\text{O}) = 1000 - 600 = 400 \text{ (г).}$$

Ответ: $m_{\text{p-pa}} = 600 \text{ г; } m(\text{H}_2\text{O}) = 400 \text{ г.}$

4-26.

Пусть необходимая масса воды x г, тогда масса полученного раствора

$$400 + x \text{ г.}$$

$$\frac{0,95 \cdot 400}{x + 400} = 0,19; 380 = 0,19x + 79; x = 1600 \text{ г;}$$

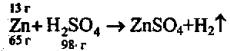
$$m_{\text{p-pa}} = 1600 + 400 = 2000 \text{ г.}$$

Ответ: 2000 г p-pa и 1000 г H₂O.

4-27.

$$\frac{m(\text{к-ты})}{m(\text{H}_2\text{O})} = \frac{85}{15} = \frac{17}{3}.$$

4-28.



$$\frac{65 \text{ г (Zn)}}{13 \text{ г (Zn)} - x \text{ г (H}_2\text{SO}_4)} = \frac{13 \cdot 98}{65} = 19,6 \text{ г}$$

$$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{m_{\text{p-pa}}} = \frac{19,6}{100} = 0,196 \text{ или } 19,6\%$$

Ответ: 19,6% H₂SO₄.

4-29.



$$v(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn})}{M(\text{Zn})} = \frac{15}{65} = 0,23 \text{ моль, } m(\text{HCl}) = 0,2 \cdot 65 = 13 \text{ г;}$$

$$v(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} = \frac{13}{36,5} = 0,356 \text{ моль.}$$

Т.к. цинк находится в избытке, расчет ведем по HCl.

$$v(\text{H}_2) = \frac{1}{2} v(\text{HCl}) = \frac{1}{2} \cdot 0,56 = 0,178 \text{ моль;}$$

$$V(\text{H}_2) = v(\text{H}_2) \cdot V_m = 0,178 \cdot 22,4 = 4 \text{ л.}$$

Ответ: 4 л H₂.

4-30.

$$M(\text{CuSO}_4) = 64 + 32 + 64 = 160;$$

$$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 160 + 5 \cdot 18 = 250;$$

$$\frac{160 \text{ г (CuSO}_4)}{x \text{ г (CuSO}_4)} = \frac{250 \text{ г (к/г)}}{12,5 \text{ г (к/г)}} \quad x = \frac{160 \cdot 12,5}{250} = 8;$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = V \cdot \rho = 87,5 \cdot 1 = 87,5 \text{ г;}$$

$$m_{\text{p-pa}} = m_{\text{к-т}} + m(\text{H}_2\text{O}) = 12,5 + 87,5 = 100 \text{ г;}$$

$$\omega(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{m_{\text{раствора}}} = \frac{8}{100} = 0,08 \text{ или } 8\%.$$

Ответ: 8%.

4-31.

$$\omega_{\text{масс.}} = \frac{m_{\text{соли}}}{m_{\text{раствора}}} = \frac{1 \text{ м.ч.}}{1 \text{ м.ч.} + 5 \text{ м.ч.}} = \frac{1}{6} = 0,167 \text{ или } 16,7\%$$

из таблицы при 25°C

$$\omega_{\text{масс.}} = \frac{m_{\text{соли}}}{m_{\text{раствора}}} = \frac{37}{37+100} = \frac{37}{137} = 0,27 \text{ или } 27\%.$$

Если принять 5 массовых частей за 100 г, тогда коэффициент растворимости соли по ??? 1 массовая часть = 20 г.

Из таблицы при 25°C

S = 37 г/100 г растворителя.

Кристаллогидраты

4-32.

$$M(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 142 + 180 = 322;$$

$$\omega(\text{H}_2\text{O}) = \frac{10M(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O})} = \frac{10 \cdot 18}{322} = 0,559 \text{ или } 55,9\%.$$

$$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 160 + 5 \cdot 18 = 250;$$

$$\omega(\text{H}_2\text{O}) = \frac{5M(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = \frac{90}{250} = 0,36 \text{ или } 36\%.$$

Ответ: 55,9% и 36%.

4-33.

$$180 \text{ г} (\text{H}_2\text{O}) — 322 \text{ г} (\text{к/г})$$

$$x \text{ г} (\text{H}_2\text{O}) — 644 \text{ г} (\text{к/г}) \quad x = \frac{180 \cdot 644}{322} = 360 \text{ г.}$$

Ответ: 360 г.

4-34.

$$142 \text{ г} (\text{Na}_2\text{SO}_4) — 322 \text{ г} (\text{к/г})$$

$$x \text{ г} (\text{Na}_2\text{SO}_4) — 3,22 \text{ г} (\text{к/г}) \quad x = \frac{142 \cdot 3,22}{322} = 1,42 \text{ (г).}$$

Ответ: 1,42 г.

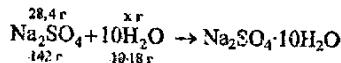
4-35.

$$160 \text{ г} (\text{CuSO}_4) — 250 \text{ г} (\text{к/г})$$

$$80 \text{ г} (\text{CuSO}_4) — x \text{ г} (\text{к/г}) \quad x = \frac{250 \cdot 80}{160} = 125 \text{ г.}$$

Ответ: 125 г.

4-36.



$$142 \text{ г} (\text{Na}_2\text{SO}_4) — 10 \cdot 18 \text{ г} (\text{H}_2\text{O}) \quad x = \frac{28,4 \cdot 180}{142} = 36 \text{ (г).}$$

Ответ: 36 г.

4-37.

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106; 10M(\text{H}_2\text{O}) = 10 \cdot 18 = 180.$$

Ответ: воды.

4-38.

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \rho \cdot V = 10000 \cdot 1 = 10000 \text{ (г);}$$

$$m_{\text{раствора}} = 500 + 10000 = 10500 \text{ (г);}$$

$$208 \text{ г} (\text{BaCl}_2) — 244 \text{ г} (\text{к/г}) \quad x = \frac{208 \cdot 500}{244} = 426,23 \text{ г;}$$

$$\omega(\text{BaCl}_2) = \frac{m(\text{BaCl}_2)}{m_{\text{раствора}}} = \frac{426,23}{10500} = 0,04 \text{ или } 4\%.$$

Ответ: 4%.

4-39.

$$161 \text{ г} (\text{ZnSO}_4) — 287 \text{ г} (\text{к/г}) \quad x = \frac{161 \cdot 4}{287} = 2,24 \text{ кг.}$$

Ответ: 2,24 кг.

4-40.

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{к/г}) - m(\text{MgSO}_4) = 10 - 4,88 = 5,12.$$

Пусть x моль воды приходится на 1 моль MgSO₄. Тогда

$$4,88 \text{ г} (\text{MgSO}_4) — 5,12 \text{ г} (\text{H}_2\text{O})$$

$$4,88 \text{ г} (\text{MgSO}_4) — 5,12 \text{ г} (\text{H}_2\text{O})$$

$$4,88 \cdot 18 \cdot x = 5,12 \cdot 120, x = 7.$$

Ответ: MgSO₄·7H₂O.

4-41.

Пусть в кристаллогидрате на 1 моль соли приходится x моль воды, тогда

$$\frac{18 \cdot x - \mu}{208 + 18x} = 0,148, 18x = 2,66x + 30,784; 15,336x = 30,784; x = 2.$$

Ответ: BaCl₂·2H₂O.

4-42.

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 18 = 36;$$

$$\frac{3}{4} \cdot 2m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{3}{4} \cdot 36 = 27 \text{ г;}$$

$$m_{\text{окт}}(\text{H}_2\text{O}) = 36 - 27 = 9 \text{ г;}$$

$$v_{\text{окт}}(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O}) \cdot 18} = \frac{9}{18} = 0,5.$$

Ответ: CaSO₄·0,5H₂O.

4-43.

Пусть на 1 моль KOH приходит x моль H_2O , тогда

$$\frac{18x}{18x + 56} = 0,391, 18x = 7,038x + 21,896; 10,962x = 21,896; x = 2.$$

Ответ: KOH·2H₂O.

4-44.

$$64 \text{ г (Cu)} — 25,2\% \\ 250 \text{ г (K/r)} — x\%$$

$$x = \frac{250 \cdot 25,2}{64} = 98,44\%.$$

Ответ: 98,44%.

4-45.

$$111 \text{ г (CaCl}_2\text{)} — 40\% \\ 219 \text{ г (K/r)} — x\%$$

$$x = \frac{219 \cdot 40}{111} = 78,9\%.$$

$$m_{p-pa} = \rho \cdot V = 1,396 \cdot 1000 = 1396 \text{ г};$$

$$m(K/r) = \omega \cdot m_{p-pa} = 0,789 \cdot 1396 = 1101,44 \text{ (г);}$$

$$v(K/r) = \frac{m(K/r)}{M(Kr)} = \frac{1101,44}{219} = 5,03 \text{ моль.}$$

Ответ: 78,9%; 5 моль.

Плотность раствора и массовая доля вещества в растворе

4-46.

$$m_{p-pa} = \rho \cdot V = 1,149 \cdot 1000 = 1149 \text{ (г);}$$

$$m(HCl) = \omega \cdot m_{p-pa} = 0,3 \cdot 1149 = 344,7 \text{ (г).}$$

Ответ: 344,7 г.

4-47.

$$m_{p-pa} = 1 \cdot 1,831 = 1,831 \text{ (г);}$$

$$m(H_2O) = 5 \cdot 1 = 5 \text{ (г);}$$

$$m(H_2SO_4) = 0,94 \cdot 1,831 = 1,721 \text{ г;}$$

$$\omega(H_2SO_4) = \frac{m(H_2SO_4)}{m_{p-pa} + m(H_2O)} = \frac{1,721}{1,831 + 5} = 0,252 \text{ или } 25,2\%.$$

Ответ: 25,2%.

4-48.

$$m'_{p-pa} = \rho \cdot V = 1,31 \cdot 1000 = 1310 \text{ г;}$$

$$m(HNO_3) = 0,5 \cdot 1310 = 655 \text{ г; } m(H_2O) = \rho \cdot V = 690 \cdot 1 = 690 \text{ г;}$$

$$m_{p-pa} = m'_{p-pa} + m(H_2O) = 1310 + 690 = 2000 \text{ (г);}$$

$$\omega(HNO_3) = \frac{m(HNO_3)}{m_{p-pa}} = \frac{655}{2000} = 0,3275 \text{ или } 32,75\%.$$

4-49.

$\rho = 1,824 \text{ г/мл}$ имеет раствор H_2SO_4 , где $\omega(H_2SO_4) = 92\%$, а $\rho = 1,186 \text{ г/мл}$ $\omega(H_2SO_4) = 26\%$ (из приложения).

54

Пусть масса необходимого исходного раствора x г, масса полученного раствора $m = \rho \cdot V = 1,186 \cdot 1000 = 1186$.

$$\frac{0,92x}{1186} = 0,26, 0,92x = 308,36; x = 335,17 \text{ г;}$$

$$V_{p-pa} = \frac{m_{p-pa}}{\rho} = \frac{335,17}{1,824} = 183,76 \text{ мл.}$$

Ответ: 183,76 мл.

4-50.

$$m_{p-pa} = \rho \cdot V = 1,19 \cdot 400 = 476 \text{ г;}$$

$$\omega(H_2O) \cdot 100\% - 20\% = 80\%; m(H_2O) = \omega(H_2O) \cdot m_{p-pa} = 0,8 \cdot 476 = 38068 \text{ г.}$$

Ответ: 380,8 г.

4-51.

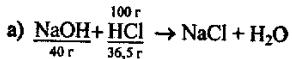
$$m(H_2O) = V \cdot \rho = 470 \cdot 1 = 470 \text{ (г);}$$

$$m_{p-pa} = m(KOH) + m(H_2O) = 133 + 470 = 603 \text{ (г);}$$

$$\omega(KOH) = \frac{m(KOH)}{m_{p-pa}} = \frac{133}{603} = 0,22 \text{ или } 22\%. \rho_{p-pa} = (KOH) = 1,206 \text{ г/мл.}$$

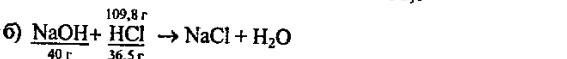
Ответ: 22%; 1,206 г/мл.

4-52.



$$\omega(HCl) = 20\% \text{ (из таблицы); } m(HCl) = 0,2 \cdot 500 = 100 \text{ (г);}$$

$$36,5 \text{ г (HCl)} — 40 \text{ г (NaOH)} \quad x = \frac{40 \cdot 100}{36,5} = 109,59 \text{ (г);}$$



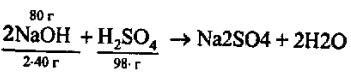
$$m_{p-pa}(HCl) = \rho \cdot V = 500 \cdot 1,098 = 549 \text{ г;}$$

$$m(HCl) = \omega \cdot m_{p-pa} = 0,2 \cdot 549 = 109,8 \text{ г;}$$

$$36,5 \text{ г (HCl)} — 40 \text{ г (NaOH)} \quad x = \frac{40 \cdot 109,8}{36,5} = 120,33 \text{ (г).}$$

Ответ: a) 109,59 г; b) 120,33 г.

4-53.



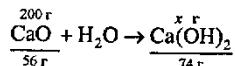
$$2 \cdot 40 \text{ г (NaOH)} — 98 \text{ г (H}_2\text{SO}_4) \quad x = 98 \text{ г}$$

$$80 \text{ г (NaOH)} — x \text{ г (H}_2\text{SO}_4) \quad m_{p-pa} = \frac{m(H_2SO_4)}{\omega(H_2SO_4)} = \frac{98}{0,35} = 280 \text{ г; } \omega(H_2SO_4) = 35\% \text{ (из таблицы);}$$

$$V_{p-pa}(H_2SO_4) = \frac{m_{p-pa}}{\rho} = \frac{280}{1,260} = 222,22 \text{ мл.}$$

Ответ: 222,22 мл.

4-54.



$$56 \text{ г (CaO)} - 74 \text{ г (Ca(OH)}_2 \quad x = \frac{200 \cdot 74}{56} = 264,29 \text{ г}$$

$$200 \text{ г (CaO)} - x \text{ г (Ca(OH)}_2$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \rho \cdot V = 950 \cdot 1 = 950 \text{ (г);}$$

$$m_{\text{p-pa}} = m(\text{CaO}) + m(\text{H}_2\text{O}) = 200 + 950 = 1150 \text{ (г);}$$

$$\omega(\text{Ca(OH)}_2) = \frac{m(\text{Ca(OH)}_2)}{m_{\text{p-pa}}} = \frac{264,29}{1150} = 0,23 \text{ или } 23\%$$

$$\rho = \frac{m_{\text{p-pa}}}{V} = \frac{1150}{1000} = 1,15 \text{ г/мл}$$

Ответ: 23%; 1,15 г/мл.

4-55.

$$m(\text{HCl}) = v(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl}) = \frac{V(\text{HCl})}{V_m} \cdot M(\text{HCl}) = \frac{11,2}{22,4} \cdot 36,5 = 18,25 \text{ (г)}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \rho \cdot V = 73 \cdot 1 = 73 \text{ (г);}$$

$$m_{\text{p-pa}} = m(\text{HCl}) + m(\text{H}_2\text{O}) = 18,25 + 73 = 91,25 \text{ г;}$$

$$\omega(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{m_{\text{p-pa}}} = \frac{18,25}{91,25} = 0,2 \text{ или } 20\%$$

$$\rho_{\text{p-pa}}(\text{HCl}) = 1,098 \text{ г/мл (из таблицы);}$$

$$V_{\text{p-pa}} = \frac{m_{\text{p-pa}}}{\rho} = \frac{91,25}{1,098} = 83,1 \text{ мл.}$$

Ответ: 20%; 83,1 мл.

4-56.

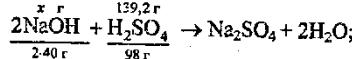
Предположим, что плотность линейно зависит от концентрации, тогда составив пропорцию, рассчитаем концентрацию раствора H_2SO_4 , имеющую плотность 1,39 г/мл.

$$\frac{1,348 \text{ г/мл}}{1,39 \text{ г/мл}} = 45\% \quad x = \frac{1,3945}{1,348} = 46,4 \%$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = \omega(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot m_{\text{p-pa}} = 0,464 \cdot 100 = 46,4 \text{ (г);}$$

$$v(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{46,4}{98} = 0,473 \text{ моль;}$$

$$m'(\text{H}_2\text{SO}_4) = \omega(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot m'_{\text{p-pa}} = 0,464 \cdot 300 = 139,2 \text{ г;}$$



$$80 \text{ г (NaOH)} - 98 \text{ г (H}_2\text{SO}_4) \quad x = \frac{80 \cdot 139,2}{98} = 113,63 \text{ (г).}$$

Ответ: 0,473 моль; 113,63 г NaOH.

56

4-57.

$$m_{\text{p-pa}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 \cdot 1,826 = 1,826 \text{ (г); } m'_{\text{p-pa}} = 1,826 + 5 \cdot 1 = 6,826 \text{ (г);}$$

$$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 92\% \text{ (из таблицы);}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,92 \cdot 1,826 = 1,68 \text{ (г);}$$

$$v(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{1,68}{98} = 0,017 \text{ моль;}$$

$$\omega'(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{m'_{\text{p-pa}}} = \frac{1,68}{6,824} = 0,246 \text{ или } 24,6\%;$$

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{v(\text{H}_2\text{SO}_4)}{V_{\text{p-pa}}} = \frac{0,017}{6,826/1,178} = 0,0034 \text{ моль/л.}$$

Ответ: 24,6%; 0,0034 моль/л.

4-58.

$$m_{\text{p-pa}} = 1 \cdot 1,174 = 1,174; m'_{\text{p-pa}} = 1,174 + 4 \cdot 1 = 5,174 \text{ (г);}$$

$$\omega(\text{HCl}) = 35\% \text{ (из таблицы); } m(\text{HCl}) = 0,35 \cdot 1,174 = 0,4 \text{ (г);}$$

$$\omega(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{m'_{\text{p-pa}}} = \frac{0,4}{5,174} = 0,079 \text{ или } 7,9\%;$$

$$v(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{v(\text{HCl})} = \frac{0,4}{36,5} = 0,011 \text{ моль;}$$

$$c(\text{HCl}) = \frac{v(\text{HCl})}{V(\text{HCl})} = \frac{0,011}{4,98} = 0,0022 \text{ моль/мл} = 2,2 \text{ моль/л;}$$

$$V(\text{HCl}) = \frac{m'_{\text{p-pa}}}{\rho} = \frac{5,174}{1,038} = 4,98 \text{ мл.}$$

Приготовление растворов

4-59.

$$\text{Раствор с } \rho = 1,348 \text{ г/мл } \omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 45\%.$$

$$\text{Раствор с } \rho = 1,779 \text{ г/мл } \omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 85\%.$$

$$\text{Раствор с } \rho = 1,553 \text{ г/мл } \omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 65\%.$$

Пусть масса раствора с $\omega=45\% x$ г, а с $\omega=85\% y$ г, тогда

$$\begin{cases} 0,45x + 0,85y = 0,65(x + y) \\ x + y = 440 \end{cases}; \quad \begin{cases} 0,2y = 0,2x \\ x = y \end{cases};$$

$$x + x = 440; x = 220 \text{ г.}$$

Ответ: по 220 г.

4-60.

Пусть масса необходимого раствора кислоты x г, тогда

$$\frac{0,87x}{600} = 0,55; 0,87x = 330; x = 379,3 \text{ г;}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m''_{\text{p-pa}} - m'_{\text{p-pa}} = 600 - 379,3 = 220,7 \text{ г.}$$

Ответ: $m(\text{H}_2\text{O}) = 220,7 \text{ г; } m_{\text{k-tb}} = 379,3 \text{ г.}$

57

4-61.

Пусть масса необходимого 8%-го раствора x г, а 75%-го раствора y г, тогда

$$\begin{cases} 0,08x + 0,75y = 0,42(x + y) \\ x + y = 400 \end{cases}, 0,33y - 0,34 = 0; 0,33(400 - x) - 0,34x = 0;$$

$$0,67x = 132; x = 197 \text{ г}; x = 203 \text{ г.}$$

Ответ: 197 г 8%-го и 203 г 75%-го.

4-62.

$$m_{\rho-\text{pa}} = \rho \cdot V = 1000 \cdot 1 = 1000 \text{ г.}$$

Рассчитаем концентрацию KMnO_4 в насыщенном растворе.

$$\omega(\text{KMnO}_4) = \frac{m(\text{KMnO}_4)}{m_{\rho-\text{pa}}} = \frac{6,4}{6,4 + 100} = 0,06 \text{ или } 6\%.$$

Пусть масса необходимого этого раствора x г.

$$\frac{0,06x}{1000} = 0,005; 0,06x = 5;$$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{8333}{1} = 83,33; x = 83,33 \text{ г.}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 1000 - 83,33 = 916,67 \text{ (г).}$$

Ответ: 83,33 мл раствора, 916,67 г H_2O .

4-63.

$$m_{\rho-\text{pa}} = \rho \cdot V = 1000 \cdot 1,219 = 1219 \text{ (г).}$$

Пусть масса необходимого исходного раствора x г, тогда

$$\frac{0,98x}{1219} = 0,2; 0,98x = 243,8; x = 248,78 \text{ (г).}$$

Ответ: 248,78 г.

4-64.

$$m_{\rho-\text{pa}}(3\%) = \rho \cdot V = 200 \cdot 1 = 200 \text{ (г).}$$

Пусть необходимая масса эссенции x г, тогда

$$\frac{0,8x}{200} = 0,03; 0,8x = 6; x = 7,5 \text{ (г); } V_{\text{ЭС}} = \frac{m_{\text{ЭС}}}{\rho_{\text{ж}}} = \frac{7,5}{1,07} \approx 7 \text{ мл}$$

Ответ: 7 мл.

4-65.

Примем плотность раствора равную 1 г/мл.

$$m_{\rho-\text{pa}}(12\%) = 500 \cdot 1 = 500 \text{ (г).}$$

Пусть необходимая масса 4,7%-ного раствора x г

$$\frac{0,047x}{500} = 0,02; 0,047x = 10; x = 212,77 \text{ (г).}$$

Ответ: 212,77 г.

4-66.

Пусть необходимая масса 20%-го раствора x г, а 32,1%-го раствора y г, тогда

$$\begin{cases} 0,2x + 0,32y = 0,267(x + y) \\ x + y = 242 \end{cases}; \begin{cases} 0,054y - 0,067x = 0 \\ x + y = 242 \end{cases};$$

$$0,054(242 - x) - 0,067x = 0; 0,121x = 13,068; x = 108 \text{ г}; y = 134 \text{ г.}$$

Ответ: 20%-го раствора 108 г; 32,1%-го раствора 134 г.

4-67.

$$m_{\rho-\text{pa}}(20\%) = 1000 \cdot 1,139 = 1139 \text{ г.}$$

Пусть необходимая масса 93,6%-го раствора x г, тогда

$$\frac{0,936x}{1139} = 0,2; 0,936x = 227,8;$$

$$V_{\rho-\text{pa}}(93,6\%) = \frac{m}{\rho} = \frac{243,38}{1,83} = 133 \text{ мл;}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 1139 - 243,38 = 895,62 \text{ (г);}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{\rho} = \frac{895,62}{1} = 895,62 \text{ (мл).}$$

Ответ: $V_{\rho-\text{pa}}=133$ мл; $V(\text{H}_2\text{O})=895,62$ мл.

4-68.

Пусть необходимая масса раствора x г, кристаллогидрата y г, тогда

$$\frac{0,05x + \frac{142}{322}y}{50} = 0,2; \begin{cases} 0,05x + 0,44y = 10 \\ x + y = 50 \end{cases};$$

$$0,05(50 - y) + 0,44y = 10; 0,39y = 7,5; y = 19,23 \text{ (г); } x = 30,77 \text{ (г).}$$

Ответ: $m_{\rho-\text{pa}}=30,77$ г; $m_{\text{кг}}=19,23$ г.

4-69.

$$m_{\rho-\text{pa}}(3\%) = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{KNO}_3) + m(\text{NaCl}) + m(\text{NaNO}_3);$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \rho \cdot V = 1000 \cdot 1 = 1000 \text{ (г);}$$

$$m(\text{KNO}_3) = v \cdot M = 2 \cdot 101 = 202 \text{ (г);}$$

$$m(\text{NaCl}) = v \cdot M = 0,5 \cdot 58,5 = 29,25 \text{ (г);}$$

$$m(\text{NaNO}_3) = v \cdot M = 0,5 \cdot 85 = 42,5 \text{ (г);}$$

$$m_{\rho-\text{pa}} = 1000 + 202 + 29,25 + 42,5 = 1273,75 \text{ (г);}$$

$$\omega(\text{KNO}_3) = \frac{m(\text{KNO}_3)}{m_{\rho-\text{pa}}} = \frac{202}{1273,75} = 0,159 \text{ или } 15,9\%.$$

Ответ: 15,9%.

Молярная концентрация

4-70.

$$v(\text{Na}^+) = 2v(\text{Na}_2\text{SO}_4) + v(\text{NaCl}) + v(\text{NaNO}_3) = 2 \cdot 2 + 0,5 + 0,5 = 5 \text{ моль;}$$

$$c(\text{Na}^+) = \frac{v(\text{Na}^+)}{V_{\rho-\text{pa}}} = \frac{5}{5} = 1 \text{ моль/л.}$$

4-71.

$$c(\text{NaOH}) = \frac{v(\text{NaOH})}{V_p - pa} = \frac{\frac{m}{V}}{\frac{8}{40 \cdot 2}} = 0,1 \text{ моль/л.}$$

Ответ: 0,1 моль/л.

4-72.

$$v(\text{H}_3\text{PO}_4) = c \cdot V = 3 \cdot 0,2 = 0,6 \text{ моль;} \\ m(\text{H}_3\text{PO}_4) = v \cdot M = 0,6 \cdot 98 = 58,8 \text{ г.}$$

Ответ: 58,8 г.

4-73.

$$c = \frac{v}{V} = \frac{\frac{m_{\text{в-ва}}}{M}}{\frac{m_{\text{p-pa}}}{\rho}} = \frac{m_{\text{в-ва}} \cdot \rho}{M \cdot m_{\text{p-pa}}} = \frac{\omega \cdot m_{\text{p-pa}} \cdot \rho}{M \cdot m_{\text{p-pa}}} = \frac{\omega \cdot \rho}{M}; \\ c(\text{NaCl}) = \frac{0,24 \cdot 1,18}{58,5} = 0,00484 \text{ моль/мл} = 4684 \text{ моль/л.}$$

4-74.

$$v(\text{KNO}_3) = c \cdot V = 2 \cdot 0,4 = 0,8 \text{ моль;} m(\text{KNO}_3) = v \cdot M = 0,8 \cdot 101 = 80,8 \text{ г.}$$

Ответ: 80,8 г.

4-75.

$$v(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = c \cdot V = 1,5 \cdot 3,1 = 4,65 \text{ моль;} \\ m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = v \cdot M = 4,65 \cdot 342 = 1590,3 \text{ г} = 1,59 \text{ кг.}$$

Ответ: 1,59 кг.

4-76.

Раствор с $\rho = 1,18 \text{ г/мл}$ $\omega(\text{HNO}_3) = 30\%;$
 $c(\text{HNO}_3) = \frac{\omega \cdot \rho}{M} = \frac{0,3 \cdot 1,18}{63} = 0,0056 \text{ моль/мл} = 5,6 \text{ моль/л.}$

4-77.

$$c = \frac{\omega \cdot \rho}{M} \Rightarrow \omega = \frac{c \cdot M}{\rho}; \quad \omega(\text{KOH}) = \frac{3 \cdot 56}{1000 \cdot 1,138} = 0,148 \text{ или } 14,8\%.$$

Ответ: 14,8%.

4-78.

Раствор с $\omega(\text{HCl}) = 0,2$ имеет $\rho = 1,098 \text{ г/мл.}$
 $C(\text{HCl}) = \frac{\omega \cdot \rho}{M} = \frac{0,2 \cdot 1,098}{36,5} = 0,006 \text{ моль/мл} = 6 \text{ моль/л.}$

Ответ: 6 моль/л.

4-79.

$$3\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow 2\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{PbSO}_4 \downarrow; \\ v(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = c(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) \cdot V(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 1 \cdot 0,1 = 0,1 \text{ моль;} \\ v(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 3v(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 3 \cdot 0,1 = 0,3 \text{ моль;} \\$$

$$V(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = \frac{v(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)}{c(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)} = \frac{0,3}{1} = 0,3 \text{ (л); } 300 \text{ мл.}$$

Ответ: 300 мл.

4-80.

$$v(\text{CuSO}_4) = c \cdot V = 2 \cdot 0,1 = 0,2 \text{ моль;} v(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = v(\text{CuSO}_4) = 0,2 \text{ моль;} \\ m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = v \cdot M = 0,2 \cdot 250 = 50 \text{ г.}$$

Ответ: 50 г.

4-81.

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaHCO}_3; \\ v(\text{NaHCO}_3) = 2v(\text{Na}_2\text{CO}_3); c(\text{NaHCO}_3) = 2c(\text{Na}_2\text{CO}_3); \\ c(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{1}{2} c(\text{NaHCO}_3) = \frac{1}{2} \cdot 1 = 0,5 \text{ М.}$$

Ответ: 0,5 моль/л.

4-82.

Раствор с $\rho = 1,01 \text{ г/мл}$, $\omega(\text{CH}_3\text{COOH}) = 8\%;$
 $C(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{\omega \cdot \rho}{M} = \frac{0,08 \cdot 1,01}{60} = 0,00135 \text{ моль/мл или } 1,35 \text{ моль/л;}$

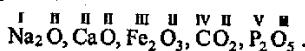
$$c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2; 1,35 \cdot V_1 = 0,5 \cdot 1; V_1 = \frac{0,5}{1,35} = 0,37 \text{ (л)} = 370 \text{ мл.}$$

Ответ: 370 мл.

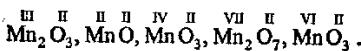
Глава 5. Основные классы неорганических соединений

Оксиды. Составление формул и вычисление состава

5-1.



5-2.



5-3.

Cu_2O — оксид меди (I)	CuO — оксид меди (II)
FeO — оксид железа (II)	Fe_2O_3 — оксид железа (III)
Mn_2O_3 — оксид марганца (III)	MnO_2 — оксид марганца (IV)
SO_2 — оксид серы (IV)	P_2O_5 — оксид фосфора (V)
SO_3 — оксид серы (VI)	Mn_2O_7 — оксид марганца (VII)
RuO_4 — оксид рубидия (VIII)	

5-4.

Наибольшая массовая доля кислорода в CO (т.к. углерод имеет наименьшую Ar из всех предоставленных элементов) а наименьшая в HgO (т.к. ртуть имеет наименьшую Ar).

5-5.

$$M(Mn_2O_3) = 2 \cdot 55 + 3 \cdot 16 = 158,$$

$$\omega(Mn) = \frac{2 \cdot Ar(Mn)}{M(Mn_2O_3)} = \frac{2 \cdot 55}{158} = 0,696 \text{ или } 69,6\%,$$

$$\omega(O) = 30,4\%;$$

$$M(Cu_2O) = 2 \cdot 64 + 16 = 144,$$

$$\omega(Cu) = \frac{2 \cdot Ar(Cu)}{M(Cu_2O)} = \frac{2 \cdot 64}{144} = 0,885 \text{ или } 88,9\%; \omega(O) = 11,1\%;$$

$$M(CO_2) = 12 + 2 \cdot 16 = 44,$$

$$\omega(C) = \frac{Ar(C)}{M(CO_2)} = \frac{12}{44} = 0,273 \text{ или } 27,3\%, \omega(O) = 72,7\%;$$

$$M(Al_2O_3) = 2 \cdot 27 + 3 \cdot 16 = 102,$$

$$\omega(Al) = \frac{2 \cdot Ar(Al)}{M(Al_2O_3)} = \frac{2 \cdot 27}{102} = 0,529 \text{ или } 52,9\%, \omega(O) = 47,1\%.$$

5-6.

$$1) S_xO_y \ x:y = \frac{50}{32} : \frac{50}{16} = 1,562 : 3,125 = 1:2, SO_2;$$

$$2) Mn_xO_y \ x:y = \frac{49,6}{55} : \frac{50,4}{16} = 0,9 : 3,15 = 2:7, Mn_2O_7;$$

$$3) C_xO_y \ x:y = \frac{42,8}{12} : \frac{57,2}{16} = 3,57 : 3,57 = 1:1, CO;$$

$$4) Pb_xO_y \ x:y = \frac{86,6}{207} : \frac{13,4}{16} = 0,418 : 0,838 = 1:2, PbO_2;$$

$$5) Cu_xO_y \ x:y = \frac{80}{64} : \frac{20}{16} = 1,25 : 1,25 = 1:1, CuO;$$

$$6) P_xO_y \ x:y = \frac{56,4}{31} : \frac{43,6}{16} = 1,82 : 2,73 = 2:3, P_2O_5.$$

5-7.

$$m(Fe) = \frac{3Ar(Fe)}{M(Fe_3O_4)} \cdot m_{\text{руды}} = \frac{3 \cdot 56}{232} \cdot 464 = 336 \text{ (т).}$$

Ответ: 336 т.

5-8.

$$m(Fe_2O_3) = \frac{M(Fe_2O_3)}{2Ar(Fe)} \cdot m(Fe) = \frac{160}{2 \cdot 56} \cdot 2,8 = 4 \text{ (г).}$$

Ответ: 4 г.

5-9.

$$m_1(Fe) = \frac{2Ar(Fe)}{M(Fe_2O_3)} \cdot m(Fe_2O_3) = \frac{2 \cdot 56}{160} \cdot 1 = 0,7 \text{ (кг);}$$

$$m_2(Fe) = \frac{3Ar(Fe)}{M(Fe_3O_4)} \cdot m(Fe_3O_4) = \frac{3 \cdot 56}{232} \cdot 1 = 0,72 \text{ (кг).}$$

Ответ: разные.

5-10.

Оксид калия K₂O, оксид бария BaO, оксид алюминия Al₂O₃, оксид кремния SiO₂, оксид фосфора P₂O₅, оксид хлора Cl₂O₇, оксид осмия OsO₄.

5-11.

$$M(FeO) = 56 + 16 = 72, \omega(Fe) = \frac{Ar(Fe)}{M(FeO)} = \frac{56}{72} = 0,778 \text{ или } 77,8\%;$$

$$M(Fe_2O_3) = 2 \cdot 56 + 3 \cdot 16 = 160,$$

$$\omega(Fe) = \frac{2Ar(Fe)}{M(Fe_2O_3)} = \frac{2 \cdot 56}{160} = 0,7 \text{ или } 70\%;$$

$$M(Fe_3O_4) = 3 \cdot 56 + 4 \cdot 16 = 232,$$

$$\omega(Fe) = \frac{3Ar(Fe)}{M(Fe_3O_4)} = \frac{3 \cdot 56}{232} = 0,724 \text{ или } 72,4\%.$$

Ответ: $\omega_{FeO} = 77,8\%$, $\omega_{Fe_2O_3} = 70\%$, $\omega_{Fe_3O_4} = 72,4\%$.

Классификация оксидов**5-12.**

а) K₂O, CaO, Al₂O₃; б) SO₃, N₂O₃; в) CO₂, SO₂, N₂O.

5-13.

Это оксид водорода — вода, при $t = 0^\circ\text{C}$ может находиться в жидком и твердых состояниях: снег, лед.

5-14.

Li₂O + Cl₂O → 2LiOH щелочь; SO₂ + H₂O → H₂SO₃ кислота;

BaO + H₂O → Ba(OH)₂ щелочь; P₂O₅ + 3H₂O → 2H₃PO₄ кислота;

SO₃ + H₂O → H₂SO₄ кислота.

5-15.

Не реагирует с водой: CuO, SiO₂, ZnO (солеобразующие) и N₂O, CO, NO (несолеобразующие).

5-16.

а) BaO, K₂O, Li₂O, CaO — основные оксиды;

б) SO₃, SO₂, CO₂, P₂O₅ — кислотные оксиды;

в) Al₂O₃, ZnO — амфотерные оксиды.

5-17.

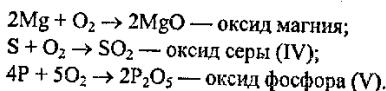
оксид углерода (IV) CO₂ — кислотный;

оксид мышьяка (V) As₂O₅ — кислотный;

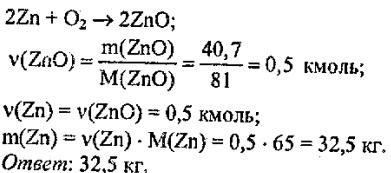
оксид теллура (VI) TeO₃ — кислотный.

Способы получения оксидов

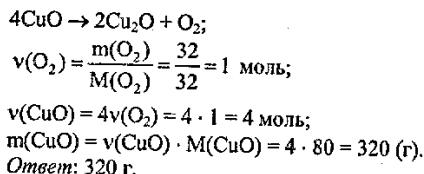
5-18.



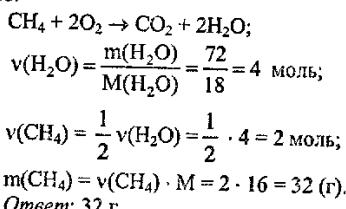
5-19.



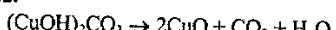
5-20.



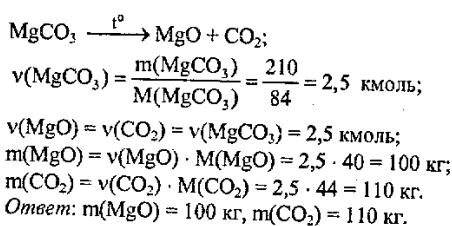
5-21.



5-22.



5-23.



5-24.



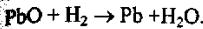
$$v(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = \frac{m(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2)}{M(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2)} = \frac{5200}{261} \approx 20 \text{ моль};$$

$$v(\text{BaO}) = v(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = 20 \text{ моль};$$

$$m(\text{BaO}) = v(\text{BaO}) \cdot M(\text{BaO}) = 20 \cdot 153 = 3060 \text{ г} = 3,06 \text{ кг}.$$

Ответ: 3,06 кг.

5-25.



Масса смеси уменьшилась за счет отданного кислорода
 $m(\text{O}) = 18,47 - 18,07 = 0,4 \text{ (г)},$

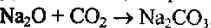
$$m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{\text{Mr}(\text{H}_2\text{O})}{\text{Ar}(\text{O})} \cdot m(\text{O}) = \frac{18}{16} \cdot 0,4 = 0,45 \text{ (г)}.$$

Ответ: m(H₂O) = 0,45 г.

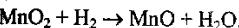
Химические свойства оксидов

5-26.

Да, способны, например, кислотный с основным.



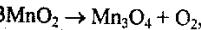
5-27.



5-28.

Элементы, образующие оксиды в данных соединениях, имеют уже максимальную положительную степень окисления, поэтому дальше не окисляются, т.е. реагируют с кислородом, соответственно не горят.

5-29.



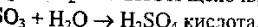
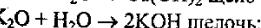
$$v(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{M(\text{O}_2)} = \frac{8}{32} = 0,25 \text{ моль}$$

$$v(\text{MnO}_2) - 3v(\text{O}_2) = 3 \cdot 0,25 = 0,75 \text{ моль},$$

$$m(\text{MnO}_2) = v(\text{MnO}_2) \cdot M(\text{MnO}_2) = 0,75 \cdot 87 = 62,25 \text{ (г)}.$$

Ответ: 62,25 г.

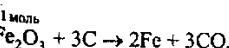
5-30.



5-31.

Для различия оксида кремния (IV) и оксида цинка пользуются соляной кислотой, при этом оксид цинка растворяется, а оксид кремния (IV)

5-32.

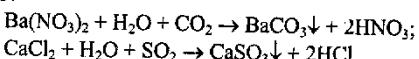


5-33.

5-34.

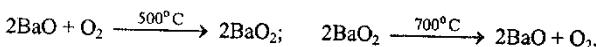
$v(\text{CO}) = 3v(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 3 \cdot 1 = 3$ моль;
 $v(\text{CO}) = v(\text{CO}) \cdot V_m = 3 \cdot 22,4 = 67,2$ (л).
 Ответ: 67,2 л.

5-33.



Применение оксидов

5-34.



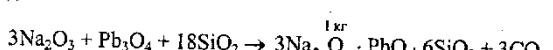
5-35.



5-36.

а) $\text{CO}, \text{CO}_2; \text{SO}_2, \text{SO}_3; \text{OsO}_2, \text{OsO}_4$; б) $\text{CuO}, \text{Cu}_2\text{O}$.

5-37.



$$v_{xp} = \frac{1000}{645} = 1,55 \text{ моль}, v(\text{Na}_2\text{CO}_3) = v_{xp} = 1,55 \text{ моль};$$

$$v(\text{SiO}_2) = 6v_{xp} = 6 \cdot 1,55 = 9,3 \text{ моль};$$

$$v(\text{Pb}_3\text{O}_4) = \frac{1}{3} v_{xp} = \frac{1}{3} \cdot 1,55 = 0,517 \text{ моль};$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = v(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1,55 \cdot 106 = 164,3 \text{ (г)};$$

$$m(\text{SiO}_2) = v(\text{SiO}_2) \cdot M(\text{SiO}_2) = 9,3 \cdot 60 = 558 \text{ (г)};$$

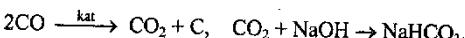
$$m(\text{Pb}_3\text{O}_4) = v(\text{Pb}_3\text{O}_4) \cdot M(\text{Pb}_3\text{O}_4) = 0,517 \cdot 685 = 354,1 \text{ (г)}.$$

Ответ: 164,3 г Na_2CO_3 , 558 г SiO_2 , 354,1 г Pb_3O_4 .

5-38.



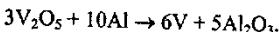
5-39.



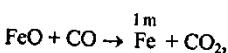
5-40.

Можно пропустить определенный объем карбона через раствор щелочи, при этом углекислый газ поглотится, а кислород останется, на основании этого можно произвести расчеты и вычислить долю углекислого газа.

5-41.



5-42.



$$v(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{M(\text{Fe})} = \frac{1000}{56} = 17,86 \text{ кмоль},$$

$$v(\text{C}) = v(\text{CO}) = 1,5v(\text{Fe}) = 1,5 \cdot 17,86 = 26,79 \text{ кмоль},$$

$$m(\text{C}) = v(\text{C}) \cdot M(\text{C}) = 26,79 \cdot 12 = 321,5 \text{ кг}.$$

Ответ: 321,5 кг.

Гидроксиды металлов. Состав и классификация

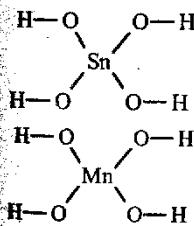
5-43.

гидроксид калия KOH (растворим);
 гидроксид натрия NaOH (растворим);
 гидроксид меди (II) $\text{Cu}(\text{OH})_2$ (нерасторим);
 гидроксид кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (растворим);
 гидроксид магния $\text{Mg}(\text{OH})_2$ (нерасторим);
 гидроксид железа $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (нерасторим);
 гидроксид алюминия $\text{Al}(\text{OH})_3$ (нерасторим).

5-44.

$\begin{array}{c} \text{Li}-\text{O}-\text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{O}-\text{Mn}-\text{O}-\text{H} \\ | \\ \text{HO}-\text{Pb}-\text{O}-\text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{O}-\text{Cr}-\text{O}-\text{H} \\ | \\ \text{O} \\ | \\ \text{H} \end{array}$

гидроксид лития;
 гидроксид марганца (II);
 гидроксид свинца (II);
 гидроксид хрома (III)



гидроксид олова (IV)
 гидроксид марганца (IV)

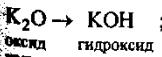
Число гидроксидных групп зависит от валентности металла.

5-45.

Нерасторимые гидроксиды: $\text{Zn}(\text{OH})_2, \text{Fe}(\text{OH})_2, \text{Fe}(\text{OH})_3$;
 растворимые гидроксиды (щелочи): $\text{NaOH}, \text{Ca}(\text{OH})_2$.

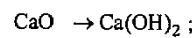
Гидроксиды металлов называют основаниями, но гидроксиды более обще называются гидроксидами.

5-46.



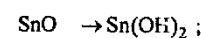
оксид гидроксид

калия калия



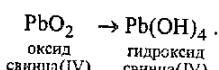
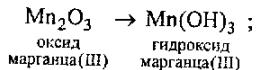
оксид гидроксид

кальция кальция



оксид гидроксид

олова(II) олова(II)



5-47.

$$M(\text{NaOH}) = 23 + 16 + 1 = 40,$$

$$\omega(\text{Na}) = \frac{Ar(\text{Na})}{M(\text{NaOH})} = \frac{23}{40} = 0,575 \text{ или } 57,5\%,$$

$$\omega(\text{O}) = \frac{Ar(\text{O})}{M(\text{NaOH})} = \frac{16}{40} = 0,4 \text{ или } 40\%, \omega(\text{H}) = 2,5\%;$$

$$M(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 40 + 2(16 + 1) = 74,$$

$$\omega(\text{Ca}) = \frac{Ar(\text{Ca})}{M(\text{Ca}(\text{OH})_2)} = \frac{40}{74} = 0,541 \text{ или } 54,1\%,$$

$$\omega(\text{O}) = \frac{2Ar(\text{O})}{M(\text{Ca}(\text{OH})_2)} = \frac{2 \cdot 16}{74} = 0,432 \text{ или } 43,2\%, \omega(\text{H}) = 2,7\%;$$

$$M(\text{Al}(\text{OH})_3) = 27 + 3(16 + 1) = 78,$$

$$\omega(\text{Al}) = \frac{Ar(\text{Al})}{M(\text{Al}(\text{OH})_3)} = \frac{27}{78} = 0,346 \text{ или } 34,6\%,$$

$$\omega(\text{O}) = \frac{3Ar(\text{O})}{M(\text{Al}(\text{OH})_3)} = \frac{3 \cdot 16}{78} = 0,615 \text{ или } 61,5\%, \omega(\text{H}) = 3,9\%;$$

$$M(\text{Sn}(\text{OH})_4) = 122 + 4(1 + 16) = 190,$$

$$\omega(\text{Sn}) = \frac{Ar(\text{Sn})}{M(\text{Sn}(\text{OH})_4)} = \frac{122}{190} = 0,642 \text{ или } 64,2\%,$$

$$\omega(\text{O}) = \frac{4Ar(\text{O})}{M(\text{Sn}(\text{OH})_4)} = \frac{4 \cdot 16}{190} = 0,337 \text{ или } 33,7\%, \omega(\text{H}) = 2,1\%.$$

5-48.

$$1) \text{Mn}_x\text{O}_y\text{H}_z \quad x:y:z = \frac{61,8}{55} : \frac{36}{16} : \frac{2,3}{1} = 1,12 : 2,25 : 2,3 = 1 : 2 : 2, \text{ Mn}(\text{OH})_2$$

$$2) \text{Sn}_x\text{O}_y\text{H}_z \quad x:y:z = \frac{77,7}{122} : \frac{21}{16} : \frac{1,3}{1} = 0,64 : 1,31 : 1,3 = 1 : 2 : 2, \text{ Sn}(\text{OH})_2$$

$$3) \text{Pb}_x\text{O}_y\text{H}_z \quad x:y:z = \frac{75,3}{207} : \frac{23,2}{16} : \frac{1,5}{1} = 0,36 : 1,475 : 1,5 = 1 : 4 : 4, \text{ Pb}(\text{OH})_4$$

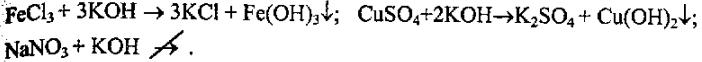
Получение и химические свойства гидроксидов

5-49.

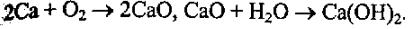


68

5-50.

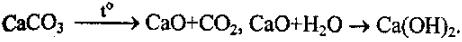


5-51.



Гидроксид меди также получить нельзя, т.к. оксид меди в воде не растворяется.

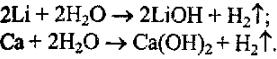
5-52.



5-53.

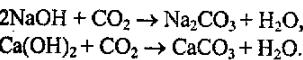
Можно попробовать растворить их образцы в воде, негашеная известь растворяется, а мел нет.

5-54.



5-55.

Гидроксиды натрия и кальция реагируют с углекислым газом с образованием солей.



5-56.

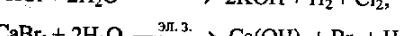


В щелочной среде лакмус имеет синюю окраску.

5-57.

Основных свойств не проявляют нерастворимые гидроксиды, т.к. в растворе нет OH^- -ионов, обеспечивающих эти свойства.

5-58.



Кислоты. Классификация и состав кислот

5-59.

Органические и неорганические кислоты содержат полярный атом водорода $-\text{O}^{\delta-} \leftarrow \text{H}^{\delta+}$, который легко замещается на металлы, т.е. они реагируют с металлами, оксидами металлов и основаниями.

5-60.

Жидкостями являются серная, азотная кислоты; твердыми веществами: фосфорная и йодоводородная кислоты.

5-61.

Одноосновные: $\text{HNO}_3, \text{HCl}, \text{HBr}$;

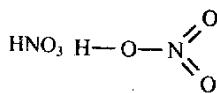
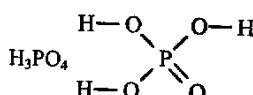
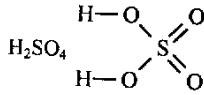
двуосновные: $\text{H}_2\text{SO}_4, \text{H}_2\text{S}$;

трехосновные: $\text{H}_3\text{PO}_4, \text{H}_3\text{AsO}_4$.

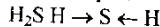
69

5-62.

Кислородосодержащие кислоты:



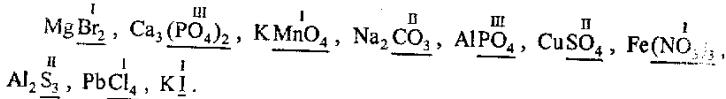
Бескислородные:



5-63.

Одноосновные: HI , HNO_2 , HMnO_4 ;двоихосновные: H_2SO_4 , H_2SO_3 ;трехосновные: H_3PO_4 ;четырехосновные: H_4SiO_4 , $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$.

5-64.



5-65.

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98,$$

$$\omega(S) = \frac{Ar(S)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{32}{98} = 0,327 \text{ или } 32,7\%,$$

$$\omega(O) = \frac{4Ar(O)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{4 \cdot 16}{98} = 0,653 \text{ или } 65,3\%, \omega(H) = 2\%;$$

$$M(\text{HNO}_3) = 1 + 14 + 3 \cdot 16 = 63,$$

$$\omega(N) = \frac{Ar(N)}{M(\text{HNO}_3)} = \frac{14}{63} = 0,222 \text{ или } 22,2\%,$$

$$\omega(O) = \frac{3Ar(O)}{M(\text{HNO}_3)} = \frac{3 \cdot 16}{63} = 0,762 \text{ или } 76,2\%, \omega(H) = 1,6\%;$$

$$M(\text{H}_3\text{PO}_4) = 3 \cdot 1 + 31 + 4 \cdot 16 = 98,$$

$$\omega(P) = \frac{Ar(P)}{M(\text{H}_3\text{PO}_4)} = \frac{31}{98} = 0,316 \text{ или } 31,6\%,$$

$$\omega(O) = \frac{4Ar(O)}{M(\text{H}_3\text{PO}_4)} = \frac{4 \cdot 16}{98} = 0,653 \text{ или } 65,3\%, \omega(H) = 3,1\%.$$

5-66.

$$1) \text{H}_x\text{N}_y\text{O}_z \quad x:y:z = \frac{2,1}{1} : \frac{29,8}{14} : \frac{68,1}{16} = 2,1:2,1:4,26 = 1:1:2, \text{ HNO}_2$$

70

$$2) \text{H}_x\text{S}_y\text{O}_z \quad x:y:z = \frac{2,4}{1} : \frac{39,1}{32} : \frac{58,5}{16} = 2,4:1,2:3,6 = 2:1:3, \text{ H}_2\text{SO}_3$$

$$3) \text{H}_x\text{P}_y\text{O}_z \quad x:y:z = \frac{3,7}{1} : \frac{37,8}{31} : \frac{58,5}{16} = 3,7:1,22:3,7 = 3:1:3, \text{ H}_3\text{PO}_3.$$

5-67.

 K_2SO_3 — соль угольной кислоты H_2CO_3 ; MgCO_3 — карбонат магния; KClO_3 — соль хлорноватой кислоты HClO_3 ; $\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2$ — хлорат магния.

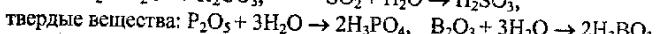
5-68.



Увеличение силы кислоты, уменьшение электроотрицательности галогена.

Способы получения кислот

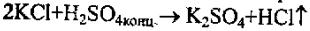
5-69.



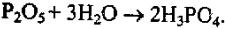
5-70.

Наиболее важная из бескислородных кислот — соляная HCl .Ее получают растворением HCl в воде $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$

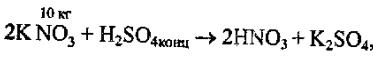
или из солей вытеснением серной кислотой



5-71.



5-72.



$$v(\text{KNO}_3) = \frac{m(\text{KNO}_3)}{M(\text{KNO}_3)} = \frac{10000}{101} = 99 \text{ моль},$$

$$v(\text{KNO}_3) = v(\text{HNO}_3) = 99 \text{ моль},$$

$$m(\text{HNO}_3) = v(\text{HNO}_3) \cdot M(\text{HNO}_3) = 99 \cdot 63 = 6237 \text{ г} = 6,24 \text{ кг}.$$

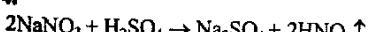
Ответ: 6,24 кг.

5-73.

$$\text{H}_2\text{S}_y \quad x:y = \frac{1}{1} : \frac{16}{32} = 1:0,5 = 2:1, \text{ H}_2\text{S}^{\text{II}}.$$

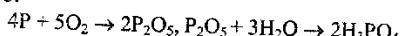
Ответ: II.

5-74.

 HNO_3 — летучая кислота, образуются ее пары, которые затем конденсируются.

71

5-75.



Химические свойства кислот

5-76.

Концентрированная серная кислота присоединяет воду с образованием кристаллогидрата $H_2SO_4 \cdot xH_2O$, а оксид фосфора реагирует с водой, с образованием фосфорной кислоты.

5-77.

Металл с кислотой реагирует с образованием соли, а соль в воде подвергается гидратации.

5-78.

$$\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2,$$

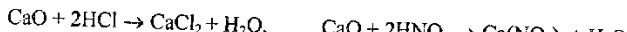
$$v(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn})}{M(\text{Zn})} = \frac{13}{65} = 0,2 \text{ моль}, v(\text{H}_2) = v(\text{ZnCl}_2) = v(\text{Zn}) = 0,2 \text{ моль},$$

$$m(\text{H}_2) = v(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) = 0,2 \cdot 2 = 0,4 \text{ г},$$

$$m(\text{ZnCl}_2) = v(\text{ZnCl}_2) \cdot M(\text{ZnCl}_2) = 0,2 \cdot 136 = 27,2.$$

Ответ: $m(\text{H}_2) = 0,4 \text{ г}$, $m(\text{ZnCl}_2) = 27,2 \text{ г}$.

5-79.



5-80.

$$\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{60 \text{ г}} \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O},$$

$$v(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})} = \frac{60}{40} = 1,5 \text{ моль},$$

$$v_{\text{исх}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{196}{98} = 2 \text{ моль},$$

$$v_{\text{peak}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2} v(\text{NaOH}) = 0,75 \text{ моль},$$

$$v_{\text{окт}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = v_{\text{исх}}(\text{H}_2\text{SO}_4) - v_{\text{peak}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 - 0,75 = 1,25 \text{ моль},$$

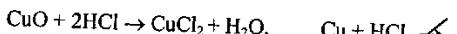
$$\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O},$$

$$v(\text{KPH}) = 2v_{\text{окт}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 - 1,25 = 2,5 \text{ моль},$$

$$m(\text{KOH}) = v(\text{KOH}) \cdot M(\text{KOH}) = 2,5 \cdot 56 = 140 \text{ (г).}$$

Ответ: 140 г.

5-81.



На фильтре осталась медь, а в раствор перешел оксид меди в виде хлорида меди (фильтрат).

5-82.



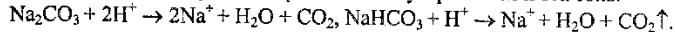
$$v(\text{Mg}) = \frac{m(\text{Mg})}{M(\text{Mg})} = \frac{1,2}{24} = 0,05 \text{ моль}, v(\text{H}_2) = v(\text{Mg}) = 0,05 \text{ моль},$$

$$V(\text{H}_2) = V(\text{H}_2) \cdot V_m = 0,05 \cdot 22,4 = 1,12 \text{ л.}$$

Ответ: 1,12 л.

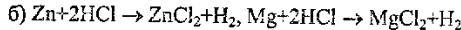
5-83.

Сначала минимально снижается концентрация кислоты — промыванием водой, а затем нейтрализуется кислота, образуется соль, имеющая нейтральную среду, последующим промыванием устраняется и эта соль.



5-84.

а) Т.к. металлы в избытке, то водорода выделяется одинаковое количество (весь количество кислоты одинаковое) и положение равновесия не изменится.

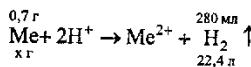


Т.к. магния меньше, то его количество вещества больше и выделилось больше водорода, поэтому со временем чашка весов с цинком перенесет чашку с магнием.

5-85.



5-86.



$$0,7 \text{ г (Me)} = 0,280 \text{ л (H}_2\text{)} \quad x \text{ г (Me)} = 22,4 \text{ л (H}_2\text{)} \quad x = \frac{0,7 \cdot 22,4}{0,28} = 56 \text{ Mr(Fe)} = 56.$$

Ответ: железо.

Применение кислот

5-87.



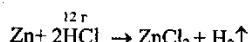
$$v(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl})} = \frac{1}{58,5} = 0,017 \text{ моль},$$

$$v(\text{HCl}) = v(\text{NaCl}) = 0,017 \text{ моль},$$

$$m(\text{HCl}) = v(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl}) = 0,017 \cdot 36,5 = 0,62 \text{ (г).}$$

Ответ: 0,62 г.

5-88.



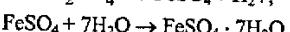
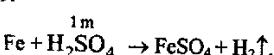
$$v(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} = \frac{12}{36,5} = 0,329 \text{ моль},$$

$$v(\text{Zn}) = \frac{1}{2} v(\text{HCl}) = \frac{1}{2} \cdot 0,329 = 0,164 \text{ моль},$$

$$m(\text{Zn}) = v(\text{Zn}) \cdot M(\text{Zn}) = 0,164 \cdot 65 = 10,7 \text{ (г).}$$

Ответ: 10,7 г.

5-89.



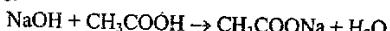
$$v(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{1000}{98} = 10,2 \text{ кмоль},$$

$$v(\text{k/r}) = v(\text{H}_2\text{SO}_4) = 10,2 \text{ кмоль},$$

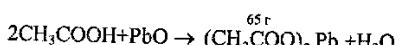
$$m(\text{k/r}) = v(\text{k/r}) \cdot M(\text{k/r}) = 10,2 \cdot 278 = 2835,6 \text{ кг} \approx 2,84 \text{ м.}$$

Ответ: 2,84 м.

5-90.



5-91.



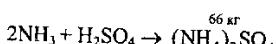
$$v((\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}) = \frac{m((\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb})}{M((\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb})} = \frac{65}{325} = 0,2 \text{ моль},$$

$$v(\text{CH}_3\text{COOH}) = 2v((\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}) = 2 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ моль},$$

$$m(\text{CH}_3\text{COOH}) = v(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,4 \cdot 60 = 24 \text{ (г).}$$

Ответ: 24 г.

5-92.



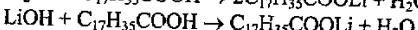
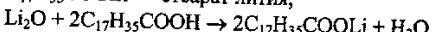
$$v((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = \frac{m((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)}{M((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)} = \frac{66}{132} = 0,5 \text{ кмоль}$$

$$v(\text{H}_2\text{SO}_4) = v((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = 0,5 \text{ кмоль} = 500 \text{ моль.}$$

Ответ: 500 моль.

5-93.

$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOLi}$ — стеарат лития,



Соли. Состав и классификация солей

5-94.

NaNO_3 — нитрат натрия;
 Na_3PO_4 — фосфат натрия.

Na_2SO_4 — сульфат натрия;

5-95.

CaBr_2 — бромид кальция;

CaCO_3 — карбонат кальция;

$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ — фосфат кальция.

5-96.

$$M(\text{CaCO}_3) = 40 + 12 + 3 \cdot 16 = 100,$$

$$\omega(\text{Ca}) = \frac{\text{Ar}(\text{Ca})}{M(\text{CaCO}_3)} = \frac{40}{100} = 0,4 \text{ или } 40\%,$$

$$\omega(\text{C}) = \frac{\text{Ar}(\text{C})}{M(\text{CaCO}_3)} = \frac{12}{100} = 0,12 \text{ или } 12\%, \omega(\text{O}) = 48\%.$$

5-97.

NaHCO_3 — гидрокарбонат натрия;

Na_2CO_3 — карбонат натрия; CaCO_3 — карбонат кальция;

K_2CO_3 — карбонат калия; KNO_3 — нитрат калия;

AgNO_3 — нитрат серебра; NaCl — хлорид натрия.

5-98.

Сульфат калия H_2SO_4 — растворима;

нитрат бария $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ — растворима;

карбонат натрия Na_2CO_3 — растворима;

ортотофосфат кальция $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ — нерастворима;

сульфат цинка ZnSO_4 — растворима;

сульфит железа (II) FeS — нерастворима;

хлорид меди (II) CuCl_2 — растворима;

силикат калия K_2SiO_3 — растворима;

сульфит натрия Na_2SO_3 — растворима;

бромид алюминия AlBr_3 — растворима;

йодид калия KI — растворима.

5-99.

$$a) m(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 40 + 32 + 4 \cdot 16 + 2(2 \cdot 1 + 16) = 172,$$

$$\omega(\text{Ca}) = \frac{\text{Ar}(\text{Ca})}{M(\text{k/g})} = \frac{40}{172} = 0,233 \text{ или } 23,3\%,$$

$$\omega(\text{S}) = \frac{\text{Ar}(\text{S})}{M(\text{k/g})} = \frac{32}{172} = 0,186 \text{ или } 18,6\%,$$

$$\omega(\text{O}) = \frac{6\text{Ar}(\text{O})}{M(\text{k/g})} = \frac{6 \cdot 16}{172} = 0,558 \text{ или } 55,8\%, \omega(\text{H}) = 2,3\%;$$

$$b) m(\text{KNO}_3) = 39 + 14 + 3 \cdot 48 = 101,$$

$$\omega(\text{K}) = \frac{\text{Ar}(\text{K})}{M(\text{KNO}_3)} = \frac{39}{101} = 0,386 \text{ или } 38,6\%,$$

$$\omega(\text{N}) = \frac{\text{Ar}(\text{N})}{M(\text{KNO}_3)} = \frac{14}{101} = 0,139 \text{ или } 13,9\%, \omega(\text{O}) = 47,5\%;$$

$$b) M(\text{NH}_4\text{K}_2\text{PO}_4) = 14 + 4 \cdot 1 + 2 \cdot 39 + 31 + 4 \cdot 16 = 191,$$

$$\omega(\text{N}) = \frac{\text{Ar}(\text{N})}{M(\text{NH}_4\text{K}_2\text{PO}_4)} = \frac{14}{191} = 0,073 \text{ или } 7,3\%,$$

$$\omega(K) = \frac{2Ar(K)}{M(NH_4K_2PO_4)} = \frac{2 \cdot 39}{191} = 0,408 \text{ или } 4,08\%,$$

$$\omega(P) = \frac{Ar(P)}{M(NH_4K_2PO_4)} = \frac{31}{191} = 0,162 \text{ или } 16,2\%,$$

$$\omega(H) = \frac{4Ar(H)}{M(NH_4K_2PO_4)} = \frac{4 \cdot 1}{191} = 0,021 \text{ или } 2,1\%, \omega(O) = 33,6\%.$$

5-100.

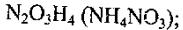
Основные соли: $(CuOH)_2CO_3$ основной карбонат меди (II), $MgOHCl$ — гидроксихлорид магния; средние соли: Na_2SO_4 — сульфат натрия, $CaCO_3$ — карбонат кальция; кислые соли: K_2HPO_4 — гидрофосфат калия, $Ca(HCO_3)_2$ — гидрокарбонат кальция.

5-101.

$CaCO_3 \cdot MgCO_3$ — доломит (магния, кальция); $KCl \cdot NaCl$ — сильвинит (натрия, калия хлорид); $KAl(SO_4)_2$ — алюмокалиевые квасцы (калия, алюминия сульфат).

5-102.

$$a) N_xO_yH_z \quad x:y:z = \frac{35}{14} : \frac{60}{16} : \frac{5}{1} = 2,5 : 3,75 : 5 = 2 : 3 : 4,$$



$$b) Mg_xS_yO_zH_k \quad x:y:z:k = \frac{9,9}{24} : \frac{13}{32} : \frac{71,4}{16} : \frac{5,7}{1} = 0,41 : 0,41 : 4,46 : 5,7 = 1 : 1 : 10,87 : 13,9 \approx 1 : 1 : 11 : 14, \quad MgSO_{11}H_{14}, \quad MgSO_4 \cdot 7H_2O;$$

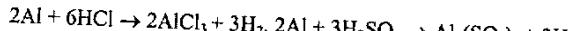
$$b) K_xMn_yO_z \quad x:y:z = \frac{39,67}{39} : \frac{27,87}{55} : \frac{32,46}{16} = 1,02 : 0,51 : 2,03 = 2:1:4, \quad K_2MnO_4.$$

5-103.

- a) основные соли: $Cu_2(OH)_2CO_3$, $Mg(OH)Cl$;
 - б) средние соли: NH_4NO_3 , K_2SO_4 , $CaSO_3$, ZnS , $BaCl_2$, KNS ;
 - в) кислые соли: $NaHCO_3$, Na_2HPO_4 ;
 - г) кристаллогидраты: $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$;
 - д) двойные: $KAl(SO_4)_2$;
 - е) смешанные: $CaOCl_2$;
- кристаллогидраты можно также отнести к средним солям.

Способы получения солей

5-104.



5-105.

Простые вещества: $2K + Cl_2 \rightarrow 2KCl$, $2Al + 3Br_3 \rightarrow 2AlBr_3$.
Простые и сложные: $Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2 \uparrow$,

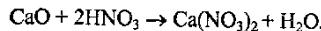


Сложные вещества: $CaO + CO_2 \rightarrow CaCO_3$ нерастворимо, $CuO + 2HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + H_2O$.

5-106.

Обрабатывают соляной кислотой:
 $Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2 \uparrow$,
 $ZnO + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2O$.

5-107.

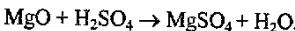


$$v(CaO) = \frac{m(CaO)}{M(CaO)} = \frac{14}{56} = 0,25 \text{ моль},$$

$$v(HNO_3) = \frac{m(HNO_3)}{M(HNO_3)} = \frac{35}{63} = 0,56 \text{ моль}.$$

Т.к. кислота находится в избытке, расчет ведем по оксиду кальция.
 $v(Ca(NO_3)_2) = v(CaO) = 0,25 \text{ моль}$,
 $m(Ca(NO_3)_2) = v(Ca(NO_3)_2) \cdot M(Ca(NO_3)_2) = 0,25 \cdot 164 = 41 \text{ (г)}$.
Ответ: 41 г.

5-108.

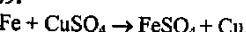


$$v(MgO) = \frac{m(MgO)}{M(MgO)} = \frac{10}{40} = 0,25 \text{ моль},$$

$$v(H_2SO_4) = \frac{m(H_2SO_4)}{M(H_2SO_4)} = \frac{28}{98} = 0,29 \text{ моль}.$$

Т.к. кислота находится в избытке, расчет ведем по оксиду магния.
 $v(MgSO_4) = v(MgO) = 0,25 \text{ моль}$,
 $m(MgSO_4) = v(MgSO_4) \cdot M(MgSO_4) = 0,25 \cdot 120 = 30 \text{ (г)}$.
Ответ: 30 г.

5-109.



$$v(CuSO_4) = \frac{m(CuSO_4)}{M(CuSO_4)} = \frac{40}{160} = 0,25 \text{ моль},$$

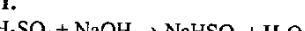
$$v(Fe) = \frac{m(Fe)}{M(Fe)} = \frac{12}{56} = 0,21 \text{ моль, т.к. } v(CuSO_4) > v(Fe), \text{ то останется.}$$

Ответ: останется.

5-110.



5-111.



$$v(H_2SO_4) = \frac{m(H_2SO_4)}{M(H_2SO_4)} = \frac{49}{98} = 0,5 \text{ моль},$$

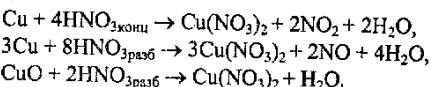
$$v(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})} = \frac{20}{40} = 0,5 \text{ моль},$$

Т.к. соотношение количеств вещества 1:1, то образуется кислая соль гидросульфат натрия.

5-112.

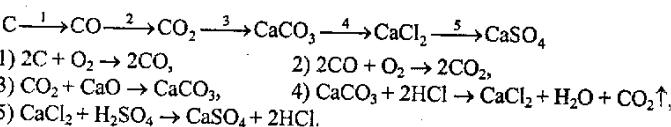
- a) $\text{Mg} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MgSO}_4 + \text{H}_2\uparrow$,
- б) $\text{MgO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$,
- в) $\text{Mg(OH)}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MgSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$,
- г) $\text{MgCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$.

5-113.



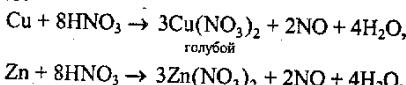
Эти способы отличаются расходом азотной кислоты, наиболее выгоден 3-й способ, т.к. вся азотная кислота идет на образование соли, и не образуются побочные продукты в виде оксидов.

5-114.



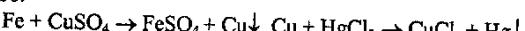
Химические свойства и применение солей

5-115.

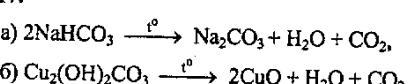


Раствор голубого цвета.

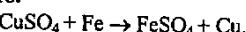
5-116.



5-117.



5-118.



$$v(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{M(\text{Fe})} = \frac{12}{56} = 0,214 \text{ моль},$$

$$v(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{M(\text{CuSO}_4)} = \frac{16}{160} = 0,1 \text{ моль},$$

Т.к. железо находится в избытке, расчет ведем по CuSO_4 .

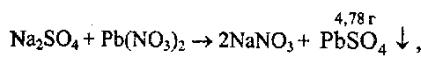
$v(\text{Cu}) = v(\text{CuSO}_4) = 0,1 \text{ моль}, m(\text{Cu}) = v(\text{Cu}) \cdot M(\text{Cu}) = 0,1 \cdot 64 = 6,4 \text{ г}.$

Ответ: 6,4 г.

5-119.

Надо прибавить нитрат бария
 $\text{MgSO}_4 + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{BaSO}_4\downarrow.$

5-120.



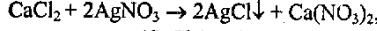
$$v(\text{PbSO}_4) = \frac{m(\text{PbSO}_4)}{M(\text{PbSO}_4)} = \frac{4,78}{303} = 0,0158 \text{ моль}$$

$$v(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = v(\text{PbSO}_4) = 0,0158 \text{ моль},$$

$$m(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = v(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) \cdot M(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 0,0158 \cdot 331 = 5,23 \text{ г}.$$

Ответ: 5,23 г.

5-121.



$$v(\text{CaCl}_2) = \frac{m(\text{CaCl}_2)}{M(\text{CaCl}_2)} = \frac{0,22}{111} = 0,002 \text{ моль},$$

$$v(\text{AgNO}_3) = \frac{m(\text{AgNO}_3)}{M(\text{AgNO}_3)} = \frac{2}{170} = 0,012 \text{ моль}.$$

Т.к. AgNO_3 находится в избытке, расчет ведем по CaCl_2 .

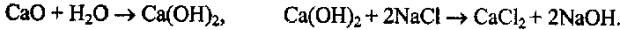
$$v(\text{AgCl}) = 2v(\text{CaCl}_2) = 2 \cdot 0,002 = 0,004 \text{ моль},$$

$$m(\text{AgCl}) = v(\text{AgCl}) \cdot M(\text{AgCl}) = 0,004 \cdot 144,5 = 0,578 \text{ г}.$$

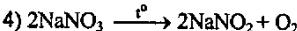
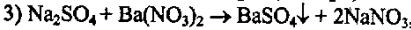
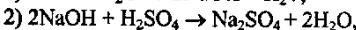
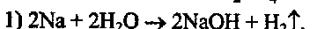
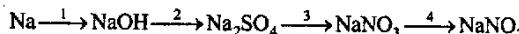
В растворе останутся $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ и AgNO_3 .

Ответ: $m(\text{AgCl}) = 0,578 \text{ г}$.

5-122.



5-123.



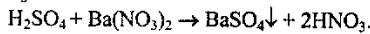
5-124.

Нельзя однозначно определить, пользуясь лишь лакмусовой бумагой, относится ли данное соединение к кислотам, основаниям или солям, т.к. существуют соли, имеющие не только нейтральную среду, но и кислоту (образованные слабым основанием и сильной кислотой, они подвергаются в водном растворе гидролизу) и щелочную (образованные сильным основанием и слабой кислотой, также подвергаются гидролизу).

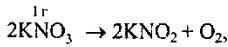
5-125.

Нужно добавить к данному раствору раствор нитрата бария, тогда серная кислота прореагирует с образованием осадка сульфата бария, который

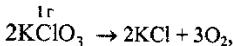
можно отфильтровать, фильтрат же будет представлять собой лишь раствор HNO_3 .



5-126.

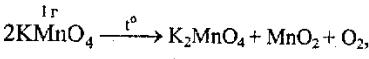


$$v(\text{KNO}_3) = \frac{m(\text{KNO}_3)}{M(\text{KNO}_3)} = \frac{1}{101} = 0,01 \text{ моль}, v(\text{O}_2) = \frac{1}{2} v(\text{KNO}_3) = 0,005 \text{ моль},$$



$$v(\text{KClO}_3) = \frac{m(\text{KClO}_3)}{M(\text{KClO}_3)} = \frac{1}{122,5} = 0,0082 \text{ моль},$$

$$v(\text{O}_2) = \frac{3}{2} v(\text{KClO}_3) = \frac{3}{2} \cdot 0,0082 = 0,0122 \text{ моль},$$

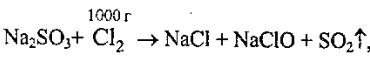


$$v(\text{KMnO}_4) = \frac{m(\text{KMnO}_4)}{M(\text{KMnO}_4)} = \frac{1}{158} = 0,0063 \text{ моль},$$

$$v(\text{O}_2) = \frac{1}{2} v(\text{KMnO}_4) = \frac{1}{2} \cdot 0,0063 = 0,0032 \text{ моль}.$$

Ответ: больше при нагревании KClO_3 .

5-127.



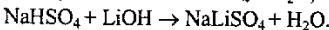
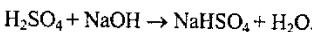
$$v(\text{Cl}_2) = \frac{m(\text{Cl}_2)}{M(\text{Cl}_2)} = \frac{1000}{71} = 14,08 \text{ моль},$$

$$v(\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = v(\text{Na}_2\text{SO}_3) = v(\text{Cl}_2) = 14,08 \text{ моль},$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = v(\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 252 \cdot 14,08 = 3548,2 \text{ г} \approx 3,548 \text{ кг}.$$

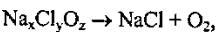
Ответ: 3,548 кг.

5-128.



Эта соль гидролизу не подвергается, т.к. образована сильным основанием и сильной кислотой.

5-129.



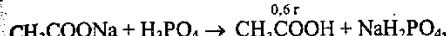
$$m(\text{NaCl}) = m_{\text{в-ва}} - m(\text{O}_2) = 1 - 0,45 = 0,55 \text{ г},$$

$$m(\text{Na}) = \frac{23}{58,5} \cdot 0,55 = 0,216 \text{ (г)}, m(\text{Cl}) = \frac{35,5}{58,5} \cdot 0,55 = 0,334 \text{ (г)},$$

$$x:y:z = \frac{0,216}{23} : \frac{0,334}{35,5} : \frac{0,45}{16} = 0,0094 : 0,0094 : 0,028 = 1 : 1 : 13.$$

Ответ: NaClO_3 .

5-130.



$$v(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{m(\text{CH}_3\text{COOH})}{M(\text{CH}_3\text{COOH})} = \frac{0,6}{60} = 0,01 \text{ моль},$$

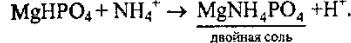
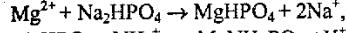
$$v(\text{CH}_3\text{COONa}) = v(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,01 \text{ моль},$$

$$m(\text{CH}_3\text{COONa}) = v(\text{CH}_3\text{COONa}) \cdot M(\text{CH}_3\text{COONa}) = 0,01 \cdot 82 = 0,82 \text{ г}$$

$$\omega(\text{CH}_3\text{COONa}) = \frac{m(\text{CH}_3\text{COONa})}{m_{\text{в-ва}}} = \frac{0,82}{1,36} = 0,603 \text{ или } 60,3\%.$$

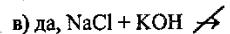
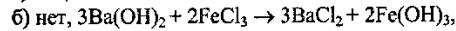
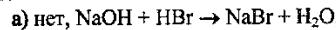
Ответ: 60,3%.

5-131.

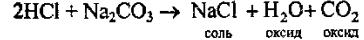
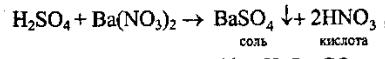


Генетическая связь между оксидами, гидроксидами и солями

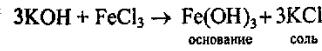
5-132.



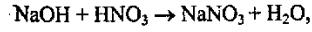
5-133.



5-134.



5-135.

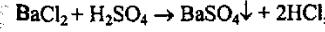


$$v(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})} = \frac{10}{40} = 0,25 \text{ моль},$$

$$v(\text{HNO}_3) = \frac{m(\text{HNO}_3)}{M(\text{HNO}_3)} = \frac{10}{63} = 0,159 \text{ моль}.$$

Т.к. в избытке находится NaOH , то среда будет щелочная.

5-136.



$$v(\text{BaCl}_2) = \frac{m(\text{BaCl}_2)}{M(\text{BaCl}_2)} = \frac{10,4}{208} = 0,05 \text{ моль}$$

$$v(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{9,8}{98} = 0,1 \text{ моль}$$

Т.к. H_2SO_4 находится в избытке, расчет ведем по BaCl_2 .

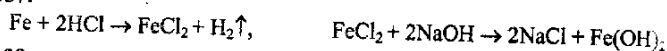
$$v(\text{BaSO}_4) = v(\text{BaCl}_2) = 0,05 \text{ моль},$$

$$m(\text{BaSO}_4) = v(\text{BaSO}_4) \cdot M(\text{BaSO}_4) = 0,05 \cdot 233 = 11,65 \text{ г.}$$

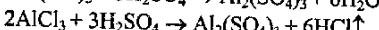
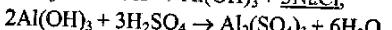
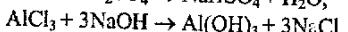
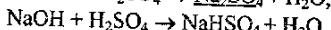
В растворе находятся H_2SO_4 и HCl .

Ответ: 11,65 г.

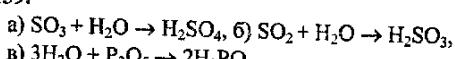
5-137.



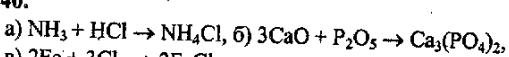
5-138.



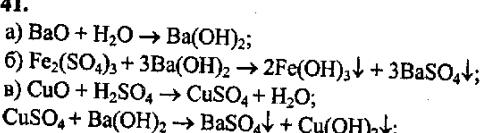
5-139.



5-140.

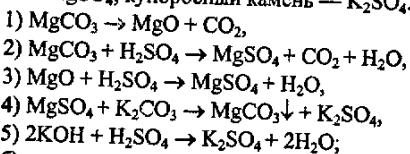


5-141.

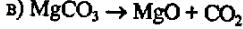


5-142.

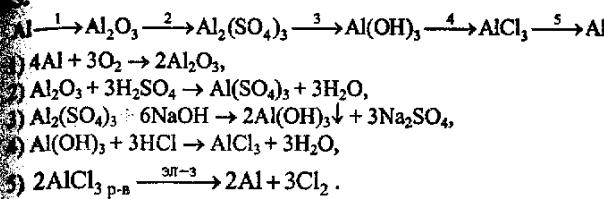
а) белая магнезия — MgCO_3 , фиксированный воздух — CO_2 , эпсомская соль — MgSO_4 , купоросный камень — K_2SO_4 .



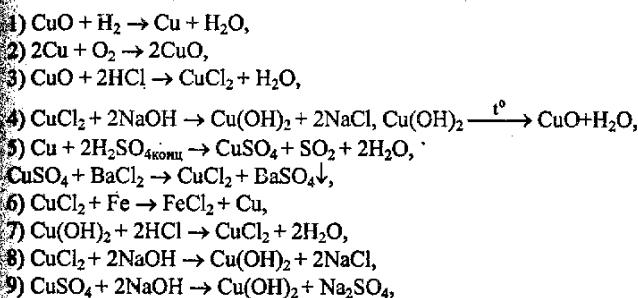
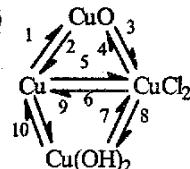
во втором просто образуется соль и вода; в)



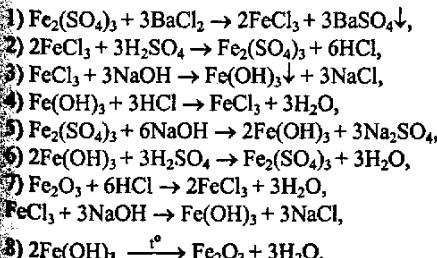
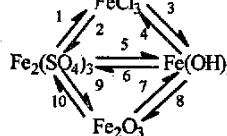
$$\frac{m(\text{MgO})}{m(\text{MgCO}_3)} = \frac{M(\text{MgO})}{M(\text{MgCO}_3)} = \frac{40}{84} = 0,476.$$

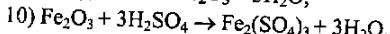
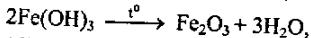
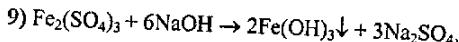


5-143.

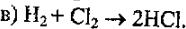
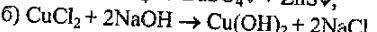
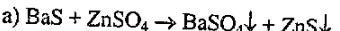


6)





5-145.



Глава 6. Количественные отношения в химии

Количество вещества. Моль

6-1.

a) $v(\text{O}_2) = v(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = 1 \cdot 32 = 32 \text{ (г)}$,

b) $m(\text{H}_2) = v(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) = 1 \cdot 2 = 2 \text{ (г)}$,

v) $m(\text{Ar}) = v(\text{Ar}) \cdot M(\text{Ar}) = 1 \cdot 40 = 40 \text{ (г)}$.

6-2.

$$v(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{M(\text{O}_2)} = \frac{2}{32} = 0,0625 \text{ моль}, v(\text{SO}_2) = v(\text{O}_2) = 0,0625 \text{ моль},$$

$$m(\text{SO}_2) = v(\text{SO}_2) \cdot M(\text{SO}_2) = 0,0625 \cdot 64 = 4 \text{ (г)}.$$

Ответ: 4 г.

6-3.

$$v(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{6}{2} = 3 \text{ моль}, v(\text{NaCl}) = v(\text{H}_2) = 3 \text{ моль},$$

$$m(\text{NaCl}) = v(\text{NaCl}) \cdot M(\text{NaCl}) = 3 \cdot 58,5 = 175,5 \text{ (г)}.$$

Ответ: 175,5 г.

6-4.

a) $v(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{4}{2} = 2 \text{ моль},$

$$v(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{M(\text{O}_2)} = \frac{64}{32} = 2 \text{ моль, одинаковое;}$$

b) $v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{18}{18} = 1 \text{ моль},$

$$v(\text{H}_2\text{S}) = \frac{m(\text{H}_2\text{S})}{M(\text{H}_2\text{S})} = \frac{17}{34} = 0,5 \text{ моль, разное;}$$

b) $v(\text{CO}_2) = \frac{m(\text{CO}_2)}{M(\text{CO}_2)} = \frac{44}{44} = 1 \text{ моль,}$

$$v(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{2}{2} = 1 \text{ моль, одинаковое.}$$

a) $v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{9}{18} = 0,5 \text{ моль,}$

b) $v(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ моль,}$

c) $v(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{Na}_2\text{SO}_4)}{M(\text{Na}_2\text{SO}_4)} = \frac{71}{142} = 0,5 \text{ моль,}$

d) $v(\text{C}_2\text{O}) = \frac{m(\text{C}_2\text{O})}{M(\text{C}_2\text{O})} = \frac{1}{44} = 0,023 \text{ моль.}$

6-6.

$m(\text{H}_2\text{O}) = \rho \cdot V = 1 \cdot 1000 = 1000 \text{ г,}$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{1000}{18} = 55,56 \text{ моль,}$$

$$N(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{H}_2\text{O}) \cdot N_A = 55,56 \cdot 6 \cdot 10^{23} = 3,33 \cdot 10^{25} \text{ молекул.}$$

Ответ: 55,56 моль; $3,33 \cdot 10^{25}$ молекул.

6-7.

а) да; б) нет; в) да.

6-8.

$$N(\text{Mg}) = N_A \cdot v(\text{Mg}) = \frac{m(\text{Mg})}{M(\text{Mg})} \cdot N_A = \frac{1}{24} \cdot 6 \cdot 10^{23} = 0,25 \cdot 10^{23} \text{ атомов,}$$

$$N(\text{C}) = N_A \cdot v(\text{C}) = \frac{m(\text{C})}{M(\text{C})} \cdot N_A = \frac{1}{12} \cdot 6 \cdot 10^{23} = 0,5 \cdot 10^{23} \text{ атомов,}$$

$$\frac{N(\text{C})}{N(\text{Mg})} = \frac{0,5 \cdot 10^{23}}{0,25 \cdot 10^{23}} = 2.$$

Ответ: в 1 г углерода, в 2 раза.

6-9.

$$N(\text{H}) = 2N(\text{H}_2) = 2v(\text{H}_2) \cdot N_A = 2 \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} \cdot N_A = 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 10^{23} = 6 \cdot 10^{23},$$

$$N(\text{Fe}) = N(\text{H}) = 6 \cdot 10^{23},$$

$$m(\text{Fe}) = v(\text{Fe}) \cdot M(\text{Fe}) = \frac{N(\text{Fe})}{N_A} \cdot M(\text{Fe}) = \frac{6 \cdot 10^{23}}{6 \cdot 10^{23}} \cdot 56 = 56 \text{ (г).}$$

Ответ: 56 г.

6-10.

a) $v(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{M(\text{Cu})} = \frac{128}{64} = 2 \text{ моль,}$ б) $v(\text{Ag}) = \frac{m(\text{Ag})}{M(\text{Ag})} = \frac{54}{108} = 0,5 \text{ моль,}$

в) $v(\text{C}) = \frac{m(\text{C})}{M(\text{C})} = \frac{3}{12} = 0,25 \text{ моль.}$

6-11.

a) $v(O_2) = \frac{m(O_2)}{M(O_2)} = \frac{4}{32} = 0,125$ моль, б) $v(H_2) = \frac{m(H_2)}{M(H_2)} = \frac{10}{2} = 5$ моль,

в) $v(Al) = \frac{m(Al)}{M(Al)} = \frac{18}{27} = 0,67$ моль.

6-12.

Пусть масса тела 100 кг, тогда

$$m(O) = 0,65 \cdot 100 = 65 \text{ кг}, m(C) = 0,18 \cdot 100 = 18 \text{ кг}, \\ m(H) = 0,1 \cdot 100 = 10 \text{ кг},$$

N(O) = v(O) · N_A = $\frac{m(O)}{Ar(O)} \cdot N_A = \frac{65}{16} \cdot 6 \cdot 10^{23} \approx 24 \cdot 10^{23}$,

N(C) = v(C) · N_A = $\frac{m(C)}{Ar(C)} \cdot N_A = \frac{18}{12} \cdot 6 \cdot 10^{23} \approx 9 \cdot 10^{23}$,

N(H) = v(H) · N_A = $\frac{m(H)}{Ar(H)} \cdot N_A = \frac{10}{1} \cdot 6 \cdot 10^{23} \approx 60 \cdot 10^{23}$.

Ответ: атомов водорода.

6-13.

a) K₂SO₄ v(K) = 2v(K₂SO₄) = 2 · 5 = 10 моль, \\ v(KCl) = v(K) = 10 моль;

б) v(K) = 2v(K₂SO₄) = 2 $\frac{m(K_2SO_4)}{M(K_2SO_4)} = 2 \frac{17,4}{174} = 0,2$ моль,

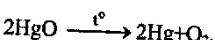
v(KCl) = v(K) = 0,2 моль;

в) KNO₃ · v(K) = v(KNO₃) = 0,3 моль, v(KCl) = v(K) = 0,3 моль;

г) v(K) = 2v(KNO₃) = 2 $\frac{m(KNO_3)}{M(KNO_3)} = 2 \frac{50,5}{101} = 0,5$ моль,

v(KCl) = v(K) = 0,5 моль.

6-14.



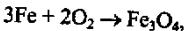
$v_1(O_2) = \frac{1}{2} v_1(HgO) = \frac{1}{2} \cdot 1 = 0,5$ моль,

$v_2(O_2) = \frac{1}{2} v_2(HgO) = \frac{1}{2} \cdot 5 = 2,5$ моль,

$m_2(O_2) = v_2(O_2) \cdot M(O_2) = 2,5 \cdot 32 = 80$ (г).

Ответ: 0,5 моль; 80 г.

6-15.



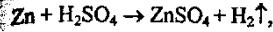
$m(Fe) = v(Fe) \cdot M(Fe) = 1,5 \cdot 56 = 84$ г,

$v(Fe_3O_4) = \frac{1}{3} v(Fe) = \frac{1}{3} \cdot 1,5 = 0,5$ моль,

$m(Fe_3O_4) = v(Fe_3O_4) \cdot M(Fe_3O_4) = 0,5 \cdot 232 = 116$,
 $\Delta m = m(Fe_3O_4) - m(Fe) = 116 - 84 = 32$ (г).

Ответ: на 32 г.

6-16.



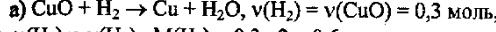
$v(H_2SO_4) = v(H_2) = v(Zn) = 0,5$ моль,

$m(H_2SO_4) = v(H_2SO_4) \cdot M(H_2SO_4) = 0,5 \cdot 98 = 49$ (г),

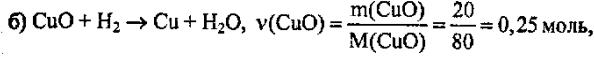
$m(H_2) = v(H_2) \cdot M(H_2) = 0,5 \cdot 2 = 1$ г.

Ответ: 49 г H₂SO₄; 1 г H₂.

6-17.



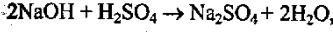
$m(H_2) = v(H_2) \cdot M(H_2) = 0,3 \cdot 2 = 0,6$ г;



$v(H_2) = v(CuO) = 0,25$ моль, $m(H_2) = v(H_2) \cdot M(H_2) = 0,25 \cdot 2 = 0,5$ г.

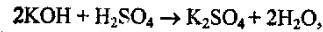
Ответ: а) 0,6 г; б) 0,5 г.

6-18.



$v(NaOH) = \frac{m(NaOH)}{M(NaOH)} = \frac{20}{40} = 0,5$ моль,

$v_1(H_2SO_4) = \frac{1}{2} v(NaOH) = \frac{1}{2} \cdot 0,5 = 0,25$ моль,



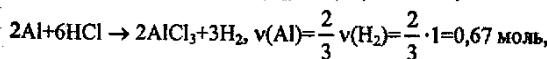
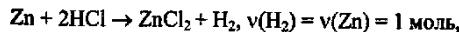
$v(KOH) = \frac{m(KOH)}{M(KOH)} = \frac{14}{56} = 0,25$ моль,

$v_2(H_2SO_4) = \frac{1}{2} v(KOH) = \frac{1}{2} \cdot 0,25 = 0,125$ моль,

$v(H_2SO_4) = v_1(H_2SO_4) + v_2(H_2SO_4) = 0,25 + 0,125 = 0,375$ моль.

Ответ: 0,375 моль.

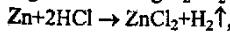
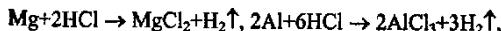
6-19.



$m(Al) = v(Al) \cdot M(Al) = 27 \cdot 0,67 = 18$ (г).

Ответ: 18 г.

6-20.



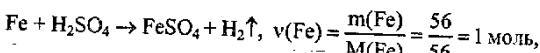
$v(H_2) = \frac{m(H_2)}{M(H_2)} = \frac{1}{2} = 0,5$ моль, $v(Mg) = v(H_2) = 0,5$ моль,

$$v(Al) = \frac{2}{3} v(H_2) = 0,33 \text{ моль}, v(Zn) = v(H_2) = 0,5 \text{ моль},$$

$$m(Mg) = v(Mg) \cdot M(Mg) = 0,5 \cdot 24 = 12 \text{ г}, m(Al) = v(Al) \cdot M(Al) = 0,33 \cdot 27 = 9 \text{ г},$$

Ответ: алюминий.

6-21.

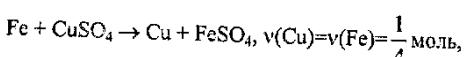


$$v_{\text{общ}}(H_2SO_4) = v(Fe) = 1 \text{ моль},$$

$$m_{\text{общ}}(H_2SO_4) = v_{\text{общ}}(H_2SO_4) \cdot M(H_2SO_4) = 1 \cdot 98 = 98 \text{ (г)}.$$

Ответ: хватит.

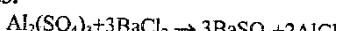
6-22.



$$m(Cu) = v(Cu) \cdot M(Cu) = 64 \cdot \frac{1}{4} = 16 \text{ (г)}.$$

Ответ: 16 г.

6-23.



$$v(Al_2(SO_4)_3) = \frac{1}{3} v(BaCl_2) = \frac{1}{3} \cdot 9 = 3 \text{ моль}.$$

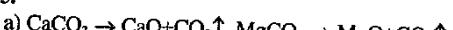
Ответ: 3 моль.

6-24.

$$N_{\text{ат}} = 3N(CO_2) = 3v(CO_2) \cdot N_A = 3 \cdot 1 \cdot 6 \cdot 10^{23} = 18 \cdot 10^{23} \text{ атомов}.$$

Ответ: $18 \cdot 10^{23}$ атомов.

6-25.



$$v(CaO) = v(CaCO_3) = 1 \text{ моль},$$

$$m(CaO) = v(CaO) \cdot M(CaO) = 1 \cdot 56 = 56 \text{ г},$$

$$v(MgO) = v(MgCO_3) = 1 \text{ моль},$$

$$m(MgO) = v(MgO) \cdot M(MgO) = 1 \cdot 40 = 40 \text{ г},$$

$$m_{\text{ср}} = m(CaO) + m(MgO) = 56 + 40 = 96 \text{ (г);}$$

$$\text{б) } v(CaCO_3) = \frac{m(CaCO_3)}{M(CaCO_3)} = \frac{50}{100} = 0,5 \text{ моль},$$

$$v(CaO) = v(CaCO_3) = 0,5 \text{ моль}, m(CaO) = v(CaO) \cdot M(CaO) = 0,5 \cdot 56 = 28 \text{ г},$$

$$v(MgCO_3) = \frac{m(MgCO_3)}{M(MgCO_3)} = \frac{21}{84} = 0,25 \text{ моль},$$

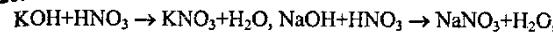
$$v(MgO) = v(MgCO_3) = 0,25 \text{ моль},$$

$$m(MgO) = v(MgO) \cdot M(MgO) = 0,25 \cdot 40 = 10 \text{ г},$$

$$m_{\text{ср}} = m(CaO) + m(MgO) = 28 + 10 = 38 \text{ (г).}$$

Ответ: а) 96 г; б) 38 г.

6-26.



$$v_1(HNO_3) = v(KOH) = \frac{1}{3} \text{ моль}, v_2(HNO_3) = v(NaOH) = \frac{1}{2} \text{ моль},$$

$$v(HNO_3) = v_1(HNO_3) + v_2(HNO_3) = \frac{1}{3} + \frac{1}{2} = \frac{5}{6} \text{ моль},$$

$$m(HNO_3) = v(HNO_3) \cdot M(HNO_3) = \frac{5}{6} \cdot 63 = 52,5 \text{ (г).}$$

Ответ: $m(HNO_3) = 52,5 \text{ г.}$

6-27.

$$\text{а) } 2Ag_2O \rightarrow 4Ag + O_2, v(O_2) = \frac{1}{2} v(Ag_2O) = \frac{1}{2} \cdot 1 = 0,5 \text{ моль},$$

$$m(O_2) = v(O_2) \cdot M(O_2) = 0,5 \cdot 32 = 16 \text{ (г);}$$

$$2HgO \rightarrow 2Hg + O_2, v(O_2) = \frac{1}{2} v(HgO) = \frac{1}{2} \cdot 1 = 0,5 \text{ моль},$$

$$m(O_2) = v(O_2) \cdot M(O_2) = 0,5 \cdot 32 = 16 \text{ г, одинаковые;}$$

$$\text{б) } v(Ag_2O) = \frac{m(Ag_2O)}{M(Ag_2O)} = \frac{1}{232} = 0,0043 \text{ моль},$$

$$v(O_2) = \frac{1}{2} v(Ag_2O) = \frac{1}{2} \cdot 0,0043 = 0,0022 \text{ моль},$$

$$m(O_2) = v(O_2) \cdot M(O_2) = 0,0022 \cdot 32 = 0,07 \text{ (г),}$$

$$v(HgO) = \frac{m(HgO)}{M(HgO)} = \frac{1}{217} = 0,0046,$$

$$v(O_2) = \frac{1}{2} v(HgO) = \frac{1}{2} \cdot 0,0046 = 0,0023 \text{ моль},$$

$$m(O_2) = v(O_2) \cdot M(O_2) = 0,0023 \cdot 32 = 0,074 \text{ (г), разные.}$$

Ответ: а) одинаковые; б) разные.

6-28.



$$v(CO_2) = \frac{m(CO_2)}{M(CO_2)} = \frac{132}{44} = 3 \text{ моль}, v(CO) = v(CO_2) = 3 \text{ моль},$$

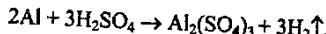
$$v(H_2O) = \frac{m(H_2O)}{M(H_2O)} = \frac{18}{18} = 1 \text{ моль}, v(H_2) = v(H_2O) = 1 \text{ моль},$$

$$v_{\text{общ}} = 3 + 1 = 4 \text{ моль, } \phi(CO) = \frac{v(CO)}{v_{\text{общ}}} = \frac{3}{4} = 0,75 \text{ или } 75\%,$$

$$\phi(H_2) = \frac{v(H_2)}{v_{\text{общ}}} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ или } 25\%.$$

Ответ: 75% CO и 25% H_2 .

6-29.

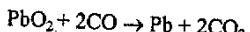


$$v(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = \frac{1}{3} v(\text{H}_2) = \frac{1}{3} \cdot 1 = \frac{1}{3} \text{ моль},$$

$$m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = v(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) \cdot M(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = \frac{1}{3} \cdot 342 = 114 \text{ (г).}$$

Ответ: 114 г.

6-30.



6-31.

$$\text{a) } 2\text{Zn} + \text{O}_2 \rightarrow \text{ZnO}, v(\text{O}_2) = \frac{1}{2} v(\text{Zn}) = \frac{1}{2} \cdot 1 = 0,5 \text{ моль,}$$

$$m(\text{O}_2) = v(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = 0,5 \cdot 32 = 16 \text{ (г);}$$

$$\text{б) } 2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}, V(\text{O}_2) = \frac{1}{2} v(\text{Mg}) = \frac{1}{2} \cdot 1 = 0,5 \text{ моль,}$$

$$m(\text{O}_2) = v(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = 0,5 \cdot 32 = 16 \text{ (г);}$$

$$\text{в) } 4\text{Al} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Al}_2\text{O}_3, v(\text{O}_2) = \frac{3}{4} v(\text{Al}) = \frac{3}{4} \cdot 1 = 0,75 \text{ моль,}$$

$$m(\text{O}_2) = v(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = 0,75 \cdot 32 = 24 \text{ (г);}$$

$$\text{г) } 2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}, v(\text{O}_2) = \frac{1}{2} v(\text{Cu}) = \frac{1}{2} \cdot 1 = 0,5 \text{ моль,}$$

$$m(\text{O}_2) = v(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = 0,5 \cdot 32 = 16 \text{ г.}$$

Ответ: а) 16 г б) 16 г; в) 24 г; г) 16 г.

6-32.

$$m(\text{Fe}) = \omega(\text{Fe}) \cdot m_{\text{так}} = 0,95 \cdot 1000 = 950 \text{ (г),}$$

$$v(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{M(\text{Fe})} = \frac{950}{56} \approx 17 \text{ моль.}$$

Ответ: 17 моль.

6-33.

$$m(\text{N}) = \frac{2\text{Ar}(\text{N})}{M((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)} \cdot m((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = \frac{2 \cdot 14}{132} \cdot 264 = 56 \text{ (кг),}$$

$$m(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = \frac{M(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2)}{2\text{Ar}(\text{N})} \cdot m(\text{N}) = \frac{164}{28} \cdot 56 = 328 \text{ (кг).}$$

Ответ: 328 кг.

6-34.



6-35.

$$\text{а) } m = \frac{M(\text{Ag})}{N_A} = \frac{108}{6 \cdot 10^{23}} = 18 \cdot 10^{-23} \text{ (г),}$$

90

$$\text{б) } m = \frac{M(\text{H}_2\text{O})}{N_A} = \frac{18}{6 \cdot 10^{23}} = 3 \cdot 10^{-23} \text{ (г),}$$

Ответ: а) $18 \cdot 10^{-23}$ г; б) $3 \cdot 10^{-23}$ г.

6-36.

Можно ответить на вопрос, не рассчитывая массы одного атома.

$$\frac{m(\text{Al})}{m(\text{Be})} = \frac{\frac{M(\text{Al})}{N_A}}{\frac{M(\text{Be})}{N_A}} = \frac{M(\text{Al})}{M(\text{Be})} = \frac{27}{9} = 3.$$

Ответ: в 3 раза.

6-37.

$$v = \frac{V_m}{N_A} = \frac{\frac{m_m}{\rho}}{N_A} = \frac{\mu}{\rho \cdot N_A}, v = \frac{64}{8,92 \cdot 6 \cdot 10^{23}} = 1,2 \cdot 10^{-23} \text{ см}^3.$$

Ответ: $1,2 \cdot 10^{-23}$ см³.

6-38.

Да, можно, т.к. отличие несущественно, но есть.

6-39.

$$v(\text{Pt}) = \frac{M(\text{Pt})}{\rho(\text{Pt}) \cdot N_A} = \frac{195}{21,5 \cdot 6 \cdot 10^{23}} = 1,51 \cdot 10^{-23} \text{ см}^3,$$

$$v(\text{Pb}) = \frac{M(\text{Pb})}{\rho(\text{Pb}) \cdot N_A} = \frac{207}{11,3 \cdot 6 \cdot 10^{23}} = 3,05 \cdot 10^{-23} \text{ см}^3,$$

Ответ: для Pt $1,51 \cdot 10^{-23}$ см³, для Pb $3,05 \cdot 10^{-23}$ см³.

6-40.

$$m(\text{C}) = \frac{M(\text{C})}{N_A} = \frac{12}{6 \cdot 10^{23}} = 2 \cdot 10^{-23} \text{ (г),}$$

$$m(\text{P}) = \frac{M(\text{P})}{N_A} = \frac{31}{6 \cdot 10^{23}} = 5,2 \cdot 10^{-23} \text{ (г),}$$

$$m(\text{S}) = \frac{M(\text{S})}{N_A} = \frac{32}{6 \cdot 10^{23}} = 5,3 \cdot 10^{-23} \text{ (г).}$$

6-41.



$$v(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{35}{98} = 0,36 \text{ моль, } v(\text{Zn}) = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ моль.}$$

Т.к. кислота находится в избытке, расчет ведем по цинку.

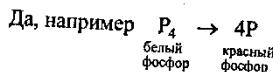
$$v(\text{H}_2) = v(\text{Zn}) = 0,2 \text{ моль,}$$

$$m(\text{H}_2) = v(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) = 0,2 \cdot 2 = 0,4 \text{ моль.}$$

Ответ: 0,4 г.

91

6-42.



При превращениях аллотропных модификаций, если молекула одного из них содержит больше атомов, чем молекула другого.
 $2O_3 \rightarrow 3O_2$
 озон кислород

Закон Авогадро

6-43.

$$\frac{N(N_2)}{N(O_2)} = \frac{v(N_2) \cdot N_A}{v(O_2) \cdot N_A} = \frac{\frac{V(N_2)}{V_m} \cdot N_A}{\frac{V(O_2)}{V_m} \cdot N_A} = \frac{V(N_2)}{V(O_2)} = \frac{73}{21} \approx 4.$$

6-44.

$$m = v \cdot \Delta M = \frac{V_{\text{кол}}}{V_m} \cdot (M_{CO_2} - M_{\text{возд}}) = \frac{0,5}{22,4} (44 - 29) \approx 0,33 \text{ г.}$$

Ответ: 0,33 г.

6-45.

$$N(H_2) : N(NH_3) : N_{\text{возд}} = v(H_2) : v(NH_3) : v_{\text{возд}} = \\ = V(H_2) : V(NH_3) : V_{\text{возд}} = 1 : 3 : 2.$$

6-46.

$$v = \frac{V}{V_m} = \frac{1000}{22,4} = 44,64 \text{ моль.}$$

Ответ: 44,64 моль.

6-47.

$$v(N_2) = \frac{V(N_2)}{V_m} = \frac{\phi(N_2) \cdot V_{\text{возд}}}{V_m} = \frac{0,78 \cdot 1000}{22,4} = 34,82 \text{ моль,}$$

$$v(O_2) = \frac{V(O_2)}{V_m} = \frac{\phi(O_2) \cdot V_{\text{возд}}}{V_m} = \frac{0,21 \cdot 1000}{22,4} = 9,375 \text{ моль,}$$

$$v(Ar) = \frac{V(Ar)}{V_m} = \frac{\phi(Ar) \cdot V_{\text{возд}}}{V_m} = \frac{0,01 \cdot 1000}{22,4} = 0,445 \text{ моль.}$$

Ответ: 34,82 моль N₂; 9,375 моль O₂; 0,445 моль Ar; 1,29 кг.

6-48.

$$\rho_r = \rho_{\text{возд}} = \frac{m_{\text{возд}}}{V_{\text{возд}}} = \frac{V_{\text{возд}} \cdot M_{\text{возд}}}{V_{\text{возд}} \cdot V_m} = \frac{M_{\text{возд}}}{V_m} = \frac{M_r}{V_m}, M_r = M_{\text{возд}} = 29 \text{ г/моль.}$$

- а) H₂, He, N₂;
- б) CH₄, NH₃, HF;
- в) CO, H₂O_{нап}.

49.

В пробирку поместили заданную массу соляной кислоты и цинка, засыпали хлоркальциевой трубкой с веществом, поглощающим воду и подсчитали прибор. По этому прибору можно определить объем выделившегося водорода – сколько он вытеснил воды. После реакции взвесить пробирку с исходными веществами. Разность масс по сравнению с исходной – есть масса выделившегося водорода. Таким образом можно рассчитать его плотность $\rho = \frac{m}{V}$. Затем можно составить пропорцию – какова масса водорода объемом 22,4 л. Это и будет относительная атомная масса. Без использования водопоглощающего вещества молекулярная масса водорода была бы меньше, т.е. получился бы больший объем.

Молярный объем газа

6-50.

$$a) V=vV_m=0,2 \cdot 22,4=4,48 \text{ л, б) } V=vV_m=0,2 \cdot 22,4=4,48 \text{ л}$$

$$b) V=vV_m=0,2 \cdot 22,4=4,48 \text{ л, г) } V = \frac{m}{\rho} = \frac{v \cdot \mu}{\rho} = \frac{0,2 \cdot 18}{1} = 3,6 \text{ мл.}$$

6-51.

$$V_{\text{общ}}=v(O_2)+v(N_2)+v(CO_2)+v(SO_2)=2,35+0,65+1,31+0,69=5 \text{ моль,}$$

$$V_{\text{общ}}=V_{\text{общ}} \cdot V_m=5 \cdot 22,4=112 \text{ (л).}$$

Ответ: 112 л.

6-52.

$$V=v \cdot V_m = \frac{m}{M} \cdot V_m = \frac{3200}{32} \cdot 22,4 = 2240 \text{ м}^3.$$

Ответ: 2240 м³.

6-53.

$$V = \frac{m}{M} \cdot V_m = \frac{30 \cdot 10^9}{2} \cdot 22,4 = 336 \cdot 10^9 \text{ м}^3$$

Ответ: 336·10⁹ м³.

6-54.

$$V_{\text{жид}} = \frac{m}{\rho}, V_{\text{газ}} = v \cdot V_m = \frac{m}{M} \cdot V_m$$

$$\frac{V_{\text{газ}}}{V_{\text{жид}}} = \frac{m \cdot V_m \cdot \rho}{M \cdot m} = \frac{V_m \cdot \rho}{M} = \frac{22,4 \cdot 1140}{32} = 798.$$

Ответ: в 798 раз.

6-55.

$$V=v \cdot V_m = \frac{m}{M} \cdot V_m = \frac{500}{2} \cdot 22,4 = 5600 \text{ л}=5,6 \text{ м}^3.$$

Ответ: 5,6 м³.

6-56.

$$M = \frac{m}{v} = \frac{\rho \cdot V}{v} = \frac{\rho \cdot V_m}{1} = V_m \cdot \rho = 22,4 \cdot 0,178 \approx 4 \text{ (г).}$$

Ответ: 4 г.

6-57.

$$m(O_2) = v(O_2) \cdot M(O_2) = \frac{V(O_2)}{V_m} M(O_2) = \frac{0,98 \cdot 1500}{22,4} \cdot 32 = 2100 \text{ кг} = 2,1 \text{ т.}$$

Ответ: 2,1 т.

6-58.

$$V_{\text{газ}} = v \cdot V_m = \frac{m}{M} \cdot V_m, \quad \frac{V_{\text{газ}}}{V_{\text{пар}}} = \frac{25 \cdot 1000 \cdot 22,4}{17 \cdot 50} = 659.$$

Ответ: в 659 раз.

6-59.

$$V_{\text{газ}} = v \cdot V_m = \frac{m}{M} \cdot V_m, \quad V_{\text{жид}} = \frac{m}{\rho},$$

$$\frac{V_{\text{газ}}}{V_{\text{жид}}} = \frac{m \cdot V_m \cdot \rho}{M \cdot m} = \frac{V_m \cdot \rho}{M} = \frac{22,4 \cdot 1000}{18} = 1244.$$

Ответ: в 1244 раза.

6-60.

$$N = v \cdot N_A = \frac{V}{V_m} \cdot N_A = \frac{0,75}{22,4} \cdot 6 \cdot 10^{23} = 0,2 \cdot 10^{23} \text{ молекул.}$$

Ответ: $0,2 \cdot 10^{23}$ молекул.

6-61.

$$V = v \cdot V_m = \frac{N}{N_A} \cdot V_m = \frac{2,41 \cdot 10^{25}}{6 \cdot 10^{23}} \cdot 22,4 = 900 \text{ л.}$$

Ответ: 900 л.

6-62.

$$N = v \cdot N_A = \frac{V}{V_m} \cdot N_A = \frac{0,56}{22,4} \cdot 6 \cdot 10^{23} = 0,15 \cdot 10^{23} \text{ молекул.}$$

Ответ: $0,15 \cdot 10^{23}$ молекул.

6-63.

$$m = v \cdot M = \frac{V}{V_m} \cdot M = \frac{0,02}{22,4} \cdot 4 = 0,0036 \text{ (г).}$$

Ответ: 0,0036 г.

Расчет относительной плотности газов

6-64.

$$D_{H_2(\text{возд})} = \frac{M_{\text{возд}}}{M_{H_2}} = \frac{29}{2} = 14,5, \quad D_{\text{возд}}(H_2) = \frac{M(H_2)}{M_{\text{возд}}} = \frac{2}{29} = 0,07.$$

Ответ: $D_{H_2(\text{возд})} = 14,5$; $D_{\text{возд}}(H_2) = 0,07$.

6-65.

а) $M(H_2O) < M_{\text{возд}}$, $D_{H_2O(\text{возд})} = \frac{29}{18} = 1,61$, легче в 1,61 раза;б) $M(H_2S) > M_{\text{возд}}$, $D_{\text{возд}}(H_2S) = \frac{34}{29} = 1,17$, тяжелее в 1,17 раза;в) $M(He) < M_{\text{возд}}$, $D_{\text{возд}}(He) = \frac{29}{4} = 7,25$, легче в 7,25 раза.

6-66.

$$\text{а) } D_{H_2(\text{HCl})} = \frac{M(\text{HCl})}{M(H_2)} = \frac{36,5}{2} = 18,25,$$

$$\text{б) } D_{H_2(\text{HBr})} = \frac{M(\text{HBr})}{M(H_2)} = \frac{81}{2} = 40,5,$$

$$\text{в) } D_{H_2(\text{HI})} = \frac{M(\text{HI})}{M(H_2)} = \frac{128}{2} = 64, \quad \text{г) } D_{H_2(\text{H}_2\text{S})} = \frac{M(\text{H}_2\text{S})}{M(H_2)} = \frac{34}{2} = 17.$$

6-67.

Легче воздуха аммиак, гелий, азот, водород.

6-68.

Грузоподъемность дирижабля уменьшается.

6-69.

$$\frac{M(\text{He})}{M(H_2)} = \frac{4}{2} = 2.$$

Водород легче гелия в 2 раза, однако с кислородом образует взрывоопасную смесь, поэтому для наполнения воздушных шаров отдается предпочтение гелию.

6-70.

$$\text{а) } D_{H_2(\text{Ar})} = \frac{M(\text{Ar})}{M(H_2)} = \frac{40}{2} = 20, \quad \text{б) } D_{\text{возд}}(\text{Ar}) = \frac{M(\text{Ar})}{M_{\text{возд}}} = \frac{40}{29} = 1,38.$$

6-71.

Аммиак легче воздуха $M(\text{NH}_3) = 17 < M_{\text{возд}}$.

6-72.

а) нет, т.к. $M(\text{CO}) < M_{\text{возд}}$ и $M(\text{N}_2) < M_{\text{возд}}$,б) да, т.к. $M(\text{CO}_2) > M_{\text{возд}}$,в) да, т.к. $M(\text{Ar}) > M_{\text{возд}}$.Пусть доля аргона x , тогда

$$40x + 28(1-x) = 29, 12x = 1, x=0,083 \text{ или } 8,3\%, 1-x = 0,917 \text{ или } 91,7\%.$$

Ответ: 8,3 % Ar и 91,7 % азота.

6-73.

Такого соединения существовать не может, т.к. $M(S) = 32 > M_{\text{возд}}$.

6-74.

Переведем объемную долю гелия в массовую

$$\begin{aligned} \omega(H_2) &= \frac{m(\text{He})}{M_{\text{см}}} = \frac{v(\text{He}) \cdot M(\text{He})}{V_m \cdot M_{\text{см}}} = \frac{\frac{V(\text{He})}{V_m} \cdot M(\text{He})}{\frac{V_{\text{см}}}{V_m} \cdot M_{\text{см}}} = \\ &= \frac{V(\text{He})}{V_{\text{см}}} \cdot \frac{M(\text{He})}{M_{\text{см}}} = \varphi(\text{He}) \cdot \frac{M(\text{He})}{M_{\text{см}}} = 0,5 \cdot \frac{4}{M_{\text{см}}} \end{aligned} \quad (1)$$

$$\omega(H_2) = \varphi(H_2) \cdot \frac{M(H_2)}{M_{\text{см}}} = 0,5 \cdot \frac{2}{M_{\text{см}}} \quad (2)$$

Т.к. смесь состоит только из гелия и водорода, то объемная доля водорода также равна 50%, или 0,5.

$$M_{\text{ср}} = \omega(\text{He}) \cdot M(\text{He}) + \omega(H_2) \cdot M(H_2) \quad (3)$$

Пусть $M_{\text{ср.}} = x$, $\omega(\text{He}) = y$, а $\omega(H_2) = z$, тогда получим систему уравнений

$$\begin{cases} x = y \cdot 4 + z \cdot 2 \text{ из (3)} \\ y = \frac{2}{x} \quad \text{из (3), } x = \frac{2}{x} \cdot 4 + \frac{1}{x} \cdot 2 = \frac{10}{x}, x^2 = 10, x = \sqrt{10} = 3,16, \\ z = \frac{1}{x} \quad \text{из (3)} \end{cases}$$

$$M_{\text{см}} = 3,16 \text{ г/моль, } D_{H_2}(\text{смеси}) = \frac{M_{\text{см}}}{M(H_2)} = \frac{3,16}{2} = 1,58.$$

Ответ: 1,58.

6-75.

$$M(N_2) = M(C_2H_4) = 28 \text{ г/моль} = M_{\text{см}}, D_{H_2} = \frac{M_{\text{см}}}{M(H_2)} = \frac{28}{2} = 14.$$

Лишним является условие, что азота содержится 35,4 %, т.к. солярные массы компонентов смеси равны.

6-76.

$$m = \Delta\rho \cdot V_{\text{азп.}} = (\rho_{\text{возд}} - \rho_{\text{He}}) \cdot V_{\text{азп.}} = \left(\frac{M_{\text{возд}}}{V_m} - \frac{M_{\text{He}}}{V_m} \right) \cdot V_{\text{азп.}} =$$

$$\left(\frac{M_{\text{возд}} - M_{\text{He}}}{V_m} \right) \cdot V_{\text{азп.}} = \frac{29 \cdot 4}{2264} \cdot 1000 = 1116 \text{ (кг).}$$

Ответ: 1116 кг.

96

Относительная молекулярная масса и молекулярная формула газа

6-77.

$$Mr = D_{\text{возд}}(\text{газа}) \cdot M_{\text{возд}} = 29 \cdot 2 = 58.$$

Ответ: 58.

6-78.

$$Mr = D_{\text{He}}(\text{газа}) \cdot M(\text{He}) = 0,5 \cdot 4 = 2.$$

Ответ: 2.

6-79.

$$\text{a) } Mr = D_{\text{He}}(\text{газа}) \cdot M(\text{He}) = 11 \cdot 4 = 44; \text{ б) } Mr = D_{\text{He}}(\text{газа}) \cdot M(\text{He}) = 7 \cdot 4 = 28;$$

$$\text{в) } Mr = D_{\text{He}}(\text{газа}) \cdot M(\text{He}) = 8 \cdot 4 = 32; \text{ г) } Mr = D_{\text{He}}(\text{газа}) \cdot M(\text{He}) = 4 \cdot 4 = 16.$$

Ответ: а) 44; б) 28; в) 32; г) 16.

6-80.

$$\rho(N_2) = \rho_{\text{в-ва}} \Rightarrow M(N_2) = M_{\text{в-ва}} = 28, C_xO_y \cdot 12x + 16y = 28; x=1, y=1.$$

Ответ: CO.

6-81.

$$\rho_{\text{в-ва}} = 2\rho(O_2) \Rightarrow M_{\text{в-ва}} = 2M(O_2) = 2 \cdot 32 = 64,$$

$$S_xO_y \cdot 32x + 16y = 64, x=1, y=2, SO_2 \text{ — оксид серы (IV).}$$

Ответ: SO₂.

6-82.

$$\rho_{\text{в-ва}} = \rho(H_2S) \Rightarrow M_{\text{в-ва}} = M(H_2S) = 34, P_xH_y \cdot 3x + 1y = 34, x = 1, y = 3.$$

Ответ: PH₃.

6-83.

$$Sn_xCl_y \cdot M_{\text{в-ва}} = D_{H_2} \cdot N(H_2) = 130 \cdot 2 = 260, 119x + 35,5y = 260, x = 1, y = 4.$$

Ответ: SnCl₄.

6-84.

$$M(Hg) = D_{\text{возд}} \cdot M_{\text{возд}} = 6,92 \cdot 29 = 200,7 = Ar(Hg).$$

Ответ: Hg - атомарная ртуть.

6-85.

$$M(Zn) = D_{(H_2)} \cdot M(H_2) = 33 \cdot 2 = 66 = Ar(Zn).$$

Ответ: Zn — атомарный цинк.

6-86.

$$M(P) = D_{(H_2)} \cdot M(H_2) = 2 \cdot 62 = 124 = Ar(P) = M(P4).$$

Ответ: P₄.

6-87.

$$M(S) = D_{\text{возд}} \cdot M_{\text{возд}} = 6,62 \cdot 29 = 192 = Ar(S) = M(S_6),$$

$$M(S) = D_{\text{возд}} \cdot M_{\text{возд}} = 2,2 \cdot 29 = 64 = Ar(S) = M(S_2).$$

Ответ: S₆ при t=50°C и S₂ при t=1160°C.

6-88.

$$M(C_xH_{2x}) = M(H_2) \cdot D_{H_2} = 14 \cdot 2 = 28, 12x + 1 \cdot 2x = 28, x = 2.$$

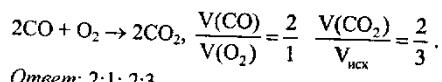
Ответ: C₂H₄.

4-2386

97

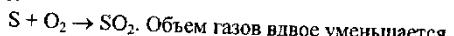
Соотношения объемов и масс газов при химических реакциях

6-89.

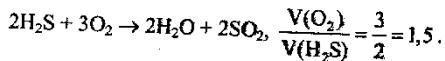


Ответ: 2:1; 2:3.

6-90.

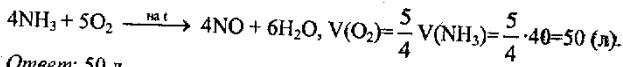


6-91.



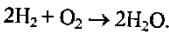
Ответ: в 1,5 раза.

6-92.



Ответ: 50 л.

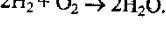
6-93.



$$V_{\text{peak}}(\text{H}_2) + V_{\text{peak}}(\text{O}_2) = 27, 2V + V = 27, V = 9, V(\text{H}_2) = 2V = 18 \text{ мл.}$$

Ответ: 18 мл.

6-94.

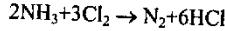


$$V(\text{H}_2) = 6 \text{ мл}, V(\text{O}_2) = \frac{1}{2} V(\text{H}_2) = 3 \text{ мл},$$

$$V_{\text{peak}} = V(\text{H}_2) + V(\text{O}_2) = 6 + 3 = 9 \text{ (мл).}$$

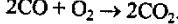
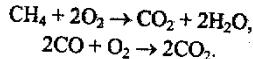
Ответ: 9 мл.

6-95.



$$\text{a) } \frac{V(\text{NH}_3)}{V(\text{Cl}_2)} = \frac{2}{3}; \text{ б) } \frac{V(\text{N}_2)}{V(\text{HCl})} = \frac{1}{6}.$$

6-96.



(1)

(2)

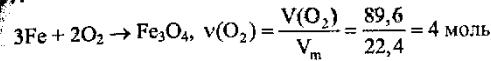
Пусть объем метана x л, а оксида углерода (II) y л, тогда

$$V(\text{O}_2) = 2x \text{ л}, V(2\text{O}_2) = \frac{y}{2} \text{ л},$$

$$x + y = 2x + \frac{y}{2}; x = \frac{y}{2}, \frac{x}{y} = \frac{1}{2}.$$

Ответ: $V(\text{CH}_4) : V(\text{CO}) = 1 : 2$.

7.

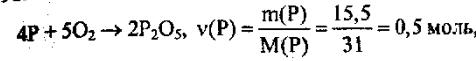


$$v(\text{Fe}_3\text{O}_4) = \frac{1}{4} v(\text{O}_2) = \frac{1}{4} \cdot 4 = 1 \text{ моль, } v(\text{Fe}) = \frac{3}{2} v(\text{O}_2) = \frac{3}{2} \cdot 4 = 6 \text{ моль,}$$

$$m(\text{Fe}) = v(\text{Fe}) \cdot M(\text{Fe}) = 6 \cdot 56 = 336 \text{ г.}$$

Ответ: 336 г Fe; 2 моль Fe_3O_4 .

6-98.

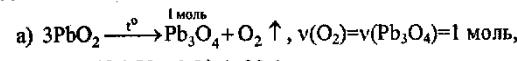


$$v(\text{P}_2\text{O}_5) = \frac{1}{2} v(\text{P}) = \frac{1}{2} \cdot 0,5 = 0,25 \text{ моль, } v(\text{O}_2) = \frac{5}{4} v(\text{P}) = \frac{5}{4} \cdot 0,5 = 0,625 \text{ моль,}$$

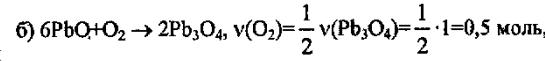
$$V(\text{O}_2) = v(\text{O}_2) \cdot V_m = 0,625 \cdot 22,4 = 14 \text{ (л).}$$

Ответ: 14 л.

6-99.



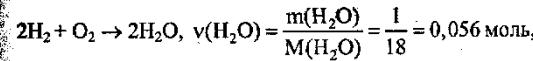
$$V(\text{O}_2) = v(\text{O}_2) \cdot V_m = 1 \cdot 22,4 = 22,4 \text{ л;}$$



$$V(\text{O}_2) = v(\text{O}_2) \cdot V_m = 0,5 \cdot 22,4 = 11,2 \text{ л.}$$

Ответ: а) выделится 22,4 л; б) поглотится 11,2 л.

100.



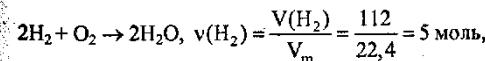
$$v(\text{H}_2) = v(\text{H}_2\text{O}) = 0,056 \text{ моль, } V(\text{H}_2) = v(\text{H}_2) \cdot V_m = 0,056 \cdot 22,4 = 1,244 \text{ (л),}$$

$$v(\text{O}_2) = \frac{1}{2} v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{1}{2} \cdot 0,056 = 0,028 \text{ моль,}$$

$$V(\text{O}_2) = v(\text{O}_2) \cdot V_m = 0,028 \cdot 22,4 = 0,627 \text{ (л).}$$

Ответ: 1,24 л H_2 и 0,627 л O_2 .

101.

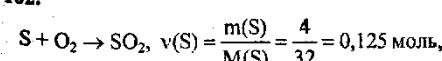


$$v(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{H}_2) = 5 \text{ моль, } m(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 5 \cdot 18 = 90 \text{ (г),}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{\rho(\text{H}_2\text{O})} = \frac{90}{1} = 90 \text{ мл.}$$

Ответ: 90 мл.

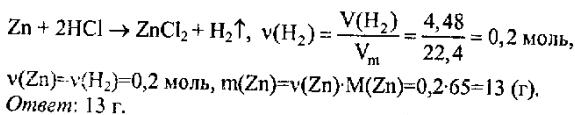
102.



$v_{\text{peak}}(\text{O}_2) = v(S) = 0,125 \text{ моль},$
 $V_{\text{peak}}(\text{O}_2) = v_{\text{peak}}(\text{O}_2) \cdot V_m = 0,125 \cdot 22,4 = 2,8 \text{ (л)}.$

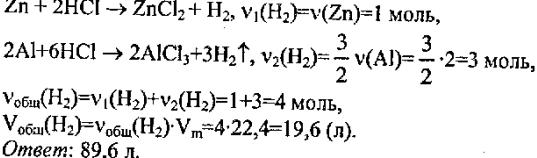
Ответ: хватит.

6-103.



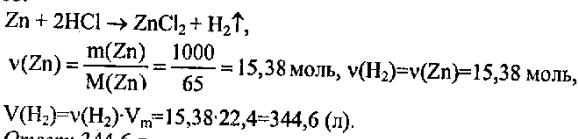
Ответ: 13 г.

6-104.



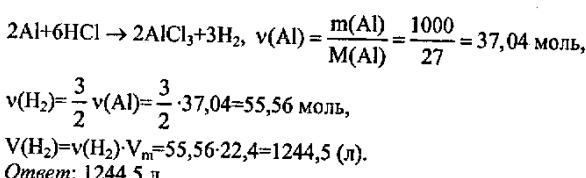
Ответ: 91,6 л.

6-105.



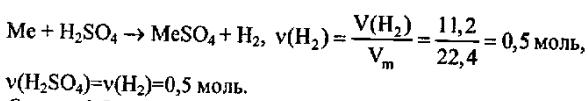
Ответ: 344,6 л.

6-106.



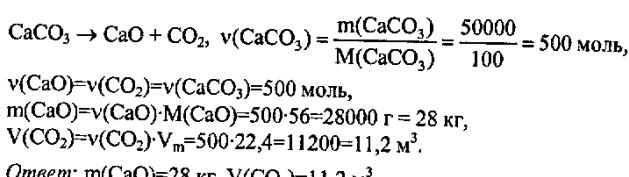
Ответ: 1244,5 л.

6-107.



Ответ: 0,5 моль.

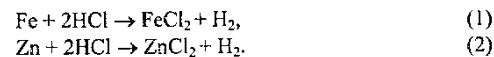
6-108.



Ответ: m(CaO)=28 кг, V(CO₂)=11,2 м³.

100

109.



Пусть $v(\text{Fe}) = x \text{ моль}$, $v(\text{Zn}) = y \text{ моль}$ $v_1(\text{H}_2) = v(\text{Fe}) = x \text{ моль}$, $v(\text{H}_2) = v(\text{Zn}) = y \text{ моль}$

$$\begin{cases} (x+y) \cdot 22,4 = 0,896 \\ 56x + 65y = 2,33 \end{cases}, x+y = 0,04,$$

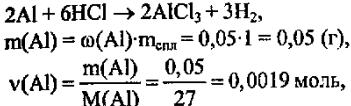
$$56(0,04-y) + 65y = 2,33, 9y = 0,09 \cdot y = 0,01 \cdot x = 0,03,$$

$$m(\text{Fe}) = v(\text{Fe}) \cdot M(\text{Fe}) = 0,03 \cdot 56 = 1,68 \text{ г},$$

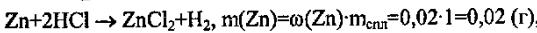
$$m(\text{Zn}) = v(\text{Zn}) \cdot M(\text{Zn}) = 0,01 \cdot 65 = 0,65 \text{ г}.$$

Ответ: 1,68 г Fe и 0,65 г Zn.

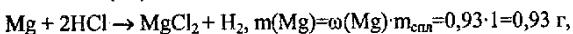
6-110.



$$v_1(\text{H}_2) = \frac{3}{2} v(\text{Al}) = \frac{3}{2} \cdot 0,0019 = 0,0028 \text{ моль};$$



$$v(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn})}{M(\text{Zn})} = \frac{0,02}{65} = 0,0003 \text{ моль}, v_2(\text{H}_2) = v(\text{Zn}) = 0,0003 \text{ моль};$$



$$v(\text{Mg}) = \frac{m(\text{Mg})}{M(\text{Mg})} = \frac{0,93}{24} = 0,0388 \text{ моль}, v_3(\text{H}_2) = v(\text{Mg}) = 0,0388 \text{ моль},$$

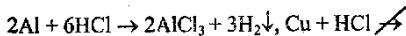
$$v_{\text{общ}}(\text{H}_2) = v_1(\text{H}_2) + v_2(\text{H}_2) + v_3(\text{H}_2) = 0,0028 + 0,0003 + 0,0388 = 0,0419 \text{ моль},$$

$$V(\text{H}_2) = v_{\text{общ}}(\text{H}_2) \cdot V_m = 0,0419 \cdot 22,4 = 0,939 \text{ (л)},$$

$$m(\text{H}_2) = v_{\text{общ}}(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) = 0,0419 \cdot 2 = 0,0838 \text{ (г)}.$$

Ответ: V(H₂)=0,939 л; m(H₂)=0,0838 г.

111.



$$v(\text{H}_2) = \frac{V(\text{H}_2)}{V_m} = \frac{1,18}{22,4} = 0,053 \text{ моль},$$

$$v(\text{Al}) = \frac{2}{3} v(\text{H}_2) = \frac{2}{3} \cdot 0,053 = 0,035 \text{ моль},$$

$$m(\text{Al}) = v(\text{Al}) \cdot M(\text{Al}) = 0,035 \cdot 27 = 0,945 \text{ (г)},$$

$$m(\text{Cu}) = m_{\text{сн}} - m(\text{Al}) = 1 - 0,945 = 0,055 \text{ (г)},$$

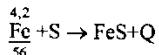
$$\omega(\text{Al}) = \frac{m(\text{Al})}{m_{\text{сн}}} = \frac{0,945}{1} = 0,945 \text{ или } 94,5 \%, \omega(\text{Cu}) = 5,5 \%.$$

Ответ: ω(Al)=94,5 %, ω(Cu)=5,5 %.

101

Термохимические расчеты

6-112.

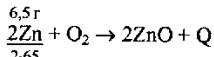


$$4,2 \text{ г (Fe)} - 7,15 \text{ кДж}$$

$$56 \text{ г (Fe)} - x \text{ кДж}$$

$$\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS} + 95,33 \text{ кДж.}$$

6-113.

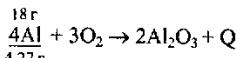


$$6,5 \text{ г (Zn)} - 34,8 \text{ кДж}$$

$$2 \cdot 65 \text{ г (Zn)} - x \text{ кДж}$$

$$2\text{Zn} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{ZnO} + 696 \text{ кДж.}$$

6-114.

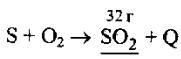


$$18 \text{ г (Al)} - 547 \text{ кДж}$$

$$4 \cdot 27 \text{ г (Al)} - x \text{ кДж}$$

$$4\text{Al} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Al}_2\text{O}_3 + 3282 \text{ кДж}$$

6-115.

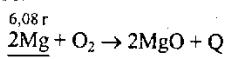


$$32 \text{ г (SO}_2\text{)} - 146,3 \text{ кДж}$$

$$64 \text{ г (SO}_2\text{)} - x \text{ кДж}$$

$$\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 + 292,6 \text{ кДж.}$$

6-116.

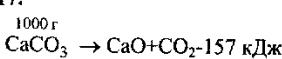


$$6,08 \text{ г (Mg)} - 152,5 \text{ кДж}$$

$$2 \cdot 24 \text{ г (Mg)} - x \text{ кДж}$$

$$2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO} + 1203,9 \text{ кДж.}$$

6-117.



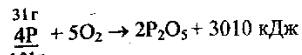
$$100 \text{ г (CaCO}_3\text{)} - 157 \text{ кДж}$$

$$1000 \text{ г (CaCO}_3\text{)} - x \text{ кДж}$$

Ответ: 1570 кДж.

102

18.



431 г

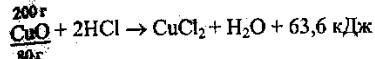
$$431 \text{ г (P)} - 3010 \text{ кДж}$$

$$31 \text{ г (P)} - x \text{ кДж}$$

$$x = \frac{31 \cdot 3010}{4 \cdot 31} = 725,5$$

Ответ: 725,5 кДж.

6-119.

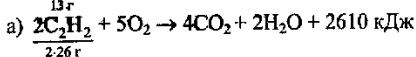


$$80 \text{ г (CuO)} - 63,6 \text{ кДж}$$

$$200 \text{ г (CuO)} - x \text{ кДж}$$

Ответ: 158,75 кДж.

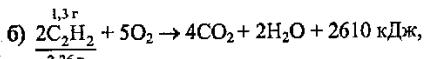
6-120.



$$2 \cdot 26 \text{ г (C}_2\text{H}_2\text{)} - 2610 \text{ кДж}$$

$$31 \text{ г (C}_2\text{H}_2\text{)} - x \text{ кДж}$$

$$x = \frac{13 \cdot 2610}{2 \cdot 26} = 652,5$$

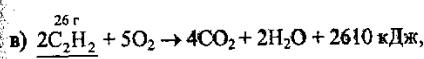


$$m(C_2H_2) = v(C_2H_2) \cdot M(C_2H_2) = \\ = \frac{V(C_2H_2)}{V_m} \cdot M(C_2H_2) = \frac{1,12}{22,4} \cdot 26 = 1,3 \text{ г}$$

$$2 \cdot 26 \text{ г (C}_2\text{H}_2\text{)} - 2610 \text{ кДж}$$

$$1,3 \text{ г (C}_2\text{H}_2\text{)} - x \text{ кДж}$$

$$x = \frac{1,3 \cdot 2610}{2 \cdot 26} = 65,25$$



$$m(C_2H_2) = v(C_2H_2) \cdot M(C_2H_2) = 1 \cdot 26 = 26 \text{ г}$$

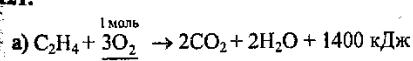
$$2 \cdot 26 \text{ г (C}_2\text{H}_2\text{)} - 2610 \text{ кДж}$$

$$26 \text{ г (C}_2\text{H}_2\text{)} - x \text{ кДж}$$

$$x = \frac{26 \cdot 2610}{2 \cdot 26} = 1305$$

Ответ: а) 652,5 кДж; б) 65,25 кДж; в) 1305 кДж.

121.

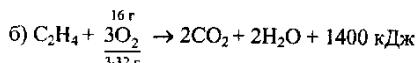


$$3 \text{ моль (O}_2\text{)} - 1400 \text{ кДж}$$

$$1 \text{ моль (O}_2\text{)} - x \text{ кДж}$$

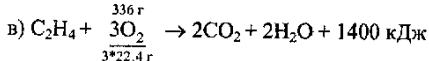
$$x = \frac{1 \cdot 400}{3} = 466,7 \text{ кДж;}$$

103



3·32 г (O₂) — 1400 кДж
16 г (O₂) — x кДж

$$x = \frac{16 \cdot 1400}{3 \cdot 32} = 233,3 \text{ кДж;}$$

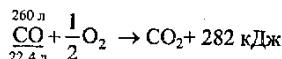


3·22,4 л (O₂) — 1400 кДж
336 л (O₂) — x кДж

$$x = \frac{336 \cdot 1400}{3 \cdot 22,4} = 7000 \text{ кДж.}$$

Ответ: а) 466,7 кДж; б) 233,3 кДж; в) 7000 кДж.

6-122.



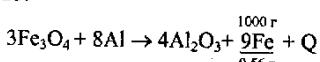
V(CO) = φ(CO)·V_{ст} = 0,26·1000 = 260 (л)

22,4 л (CO) — 282 кДж
260 л (CO) — x кДж

$$x = \frac{260 \cdot 282}{22,4} = 3273,2 \text{ кДж.}$$

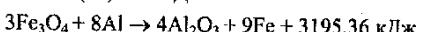
Ответ: 3273,2 кДж.

6-123.



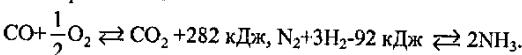
1000 г (Fe) — 6340 кДж
9,56 г (Fe) — x кДж

$$x = \frac{9 \cdot 56 \cdot 6340}{1000} = 3195,36 \text{ кДж,}$$

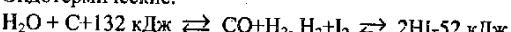


6-124.

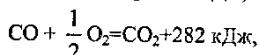
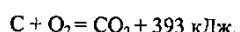
Экзотермические:



Эндотермические:

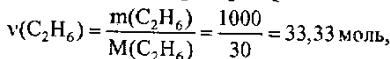
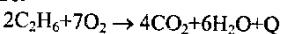


6-125.



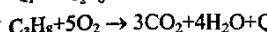
Q_{сопр(C)}=Q₁—Q₂=393 кДж — 282 кДж = 111 кДж/моль.
Ответ: 111 кДж/моль.

6-126.



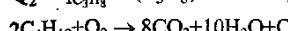
104

$$Q_1 = q_{\text{C}_2\text{H}_6} \cdot v(\text{C}_2\text{H}_6) = 1541,4 \cdot 33,3 = 51374,86 \text{ (кДж)}$$



$$v(\text{C}_3\text{H}_8) = \frac{m(\text{C}_3\text{H}_8)}{M(\text{C}_3\text{H}_8)} = \frac{1000}{44} = 22,73 \text{ моль}$$

$$Q_2 = q_{\text{C}_3\text{H}_8} \cdot v(\text{C}_3\text{H}_8) = 2202,22,7 = 50051,46 \text{ (кДж)}$$



$$v(\text{C}_4\text{H}_{10}) = \frac{m(\text{C}_4\text{H}_{10})}{M(\text{C}_4\text{H}_{10})} = \frac{1000}{58} = 17,24 \text{ моль}$$

$$Q_3 = q_{\text{C}_4\text{H}_{10}} \cdot v(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 17,24 \cdot 2878,5 = 49625,34 \text{ (кДж)}$$

$$Q_{\text{общ}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 51374,86 + 50051,46 + 49625,34 = 158051,66 \text{ кДж} = 15,1 \text{ кДж}$$

Ответ: 15,1 МДж.

6-127.

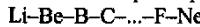
Выделяется больше тепла в случае горения вещества, содержащего наибольшую массовую долю углерода, т.е. в случае ацетилена.

Глава 7. Периодический закон Д.И. Менделеева

Периодическая система

7-1.

Если расположить элементы в порядке возрастания их атомной массы, наблюдается изменение свойств этих элементов от металлических до неметаллических, когда доходят до инертных газов, у следующего элемента вновь наблюдаются металлические свойства, которые сменяются неметаллическими по мере возрастания атомной массы элементов.



7-2.

элемент	высший оксид	водородное соединение	порядковый номер	период	группа	свойство
а) магний	MgO	—	12	3	II	металл
б) кремний	SiO ₂	SiH ₄	14	3	IV	неметалл
в) рений	Re ₂ O ₇	HRe	75	6	VII	металл
г) осмий	O ₆ O ₄	—	76	6	VIII	металл
д) теллур	TeO ₃	H ₂ Te	52	5	VI	металл
е) радий	RaO	—	88	7	II	металл

7-3.

У алюминия неметаллические свойства выражены более ярко, чем у бора, т.к. оба они находятся в III группе. Алюминий ниже бора, а в группе сверху вниз металлические свойства усиливаются (увеличивается радиус атома, ослабляется связь с ядром, легче отдают электроны).

105

7-4.

Свойства неметалла ярче выражены у азота, т.к. он имеет меньший радиус атома, его электроны сильнее связаны с ядром, тяжелее отдает их.

7-5.

Свойства металла ярче выражены у сурьмы, т.к. имеет больший радиус атома, электроны слабее связаны с ядром, легче отдает их, чем у мышьяка.

7-6.

Плотность заряда наибольшая у катиона лития, т.к. он имеет наименьший размер, а заряды всех катионов щелочных металлов одинаковы (+1).

7-7.

Не в порядке возрастания атомного веса в 5-м периоде расположены теллур и йод, это пришлось сделать, чтобы их положение согласовывалось со свойствами.

7-8.

VII группу нельзя назвать группой галогенов, т.к. галогены входят лишь в главную подгруппу группы, а побочную подгруппу образуют элементы не обладающие свойствами галогенов.

7-9.

Главную подгруппу I группы образуют щелочные металлы: Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, а побочную подгруппу: Cu, Ag, Au.

7-10.

Элементы, обладающие металлическими свойствами, расположены в основном в верхнем левом углу периодической системы.

7-11.

Наименьшую Mr из всех кислот имеет HF.

7-12.

Наименьшую Mr из всех солей галогенидов имеет LiF.

7-13.

$M_{\text{б-ва}} = M(O_2) = 32$, $H_xA_y \cdot x + ay = 32$, $a = 28$, $x = 4$, $y = 1$. SiH₄.
Ответ: кремний Si.

7-14.

$$\frac{Ar_1}{Ar_2} = \frac{2}{1} = \frac{Ar(S)}{Ar(O)} = \frac{Ar(Si)}{Ar(N)} = \frac{Ar(Mg)}{Ar(C)}$$

7-15.

Этот элемент германий Ge (GeO_2 , GeH_4).

7-16.

Этот элемент должен иметь минимальную относительную атомную массу, из элементов, образующих летучее водородное соединение это — углерод (CH_4).

7-17.

Этот элемент должен иметь максимальную относительную атомную массу, из элементов, образующих летучее водородное соединение это — астат (HAt).

106

7-18.

Для того, чтобы найти этот элемент, запишем условие:

$$\frac{\text{валентность}}{M} = \max$$

M

Становится ясно, что элемент надо искать во 2-м периоде среди металлов.

$$Li \frac{\text{вал}}{M} = \frac{1}{7} \quad Be \frac{\text{вал}}{M} = \frac{2}{9} \quad \frac{1}{7} < \frac{2}{9} \Rightarrow$$

Этот элемент бериллий.

Ответ: бериллий.

7-19.

$$\frac{\text{валентность}}{M} = \min$$

Элемент надо искать в 7-м периоде

$$Fr \frac{1}{223} \quad Ra \frac{2}{226} \quad Ac \frac{3}{227}$$

видим, что отношение растет быстрее относительной атомной массы, поэтому минимальное у франция.

Ответ: франций.

7-20.

CH_4 , NH_3 , HF — газы, легче воздуха, т.к. их $Mr < M_{\text{возд}}$.

7-21.

Cl_2O_7 — оксид хлора (VII).

7-22.

H_2 — газ, обладающий минимальной относительной атомной массой ($M=2$).

7-23.

B_2O_3 — оксид бора.

7-24. CuI — йодид меди (I).

7-25.

Cu_2O — оксид меди (I) (куприт)

7-26.

$Sr(OH)_2$ — гидроксид стронция, основной гидроксид, реагирует с кислотами и кислотными оксидами.

7-27.

№ 21 Sc (скандий) $ScCl_3$ — хлорид скандия (III);

№ 31 Ga (галлий) $GaCl_3$ — хлорид галлия (III);

№ 32 Ge (германий) $GeCl_4$ — хлорид германия (IV).

7-28.

а) V_2O_5 — оксид ванадия (V), б) VF_5 — фторид ванадия (V).

7-29.

Более легкие, чем воздух, соединения образуют элементы IV группы — углерод (CH_4) и V группы — азот (NH_3).

107

7-30.

Li_2CO_3 — карбонат лития;
 LiF — фторид лития;
 $\text{Be}(\text{NO}_3)_2$ — нитрат бериллия;

LiNO_3 — нитрат лития;
 LiNO_2 — нитрит лития;
 BeCO_3 — карбонат бериллия

7-31.

A — его валентность III, $\text{Ar} \approx 90$; B — валентность III, $\text{Ar} \approx 135$.
Они должны находиться в III группе:
 $\text{A}=\text{Y}$ (итрий) — 5-ый период; $\text{B}=\text{La}$ (лантан) — 6-ой период.

7-32.

Не существует элемента с атомным весом 15 — это знал еще Менделеев, т.к. все ячейки второго периода были заняты и известны элементы с $\text{Ar}=14$ и $\text{Ar}=16$, их положение в системе четко согласовывалось с проявляемыми свойствами. Поэтому, определенно, что элемент имеет $\text{Ar}=9$ и проявляет валентность II.

7-33.

Один из этих элементов (A) — радон (6-й период, № 86), проявляет валентность VIII (42) и имеет атомный вес 222 ($\approx 115 \cdot 2 \approx 230$); другой (B) — кадмий (5-й период, № 48), проявляет валентность II и имеет атомный вес 112 (≈ 116).

Химические свойства элементов

7-34.

а) да; б) да; в) нет; г) нет; д) да; е) нет.

7-35.

В пределах периода слева направо (с ростом порядкового номера) свойства элементов изменяются от металлических (отдавать электроны) до неметаллических (притягивать электроны).

В пределах группы сверху вниз (с ростом порядкового номера) свойства элементов изменяются от неметаллических (притягивать электроны) до металлических (отдавать электроны).

7-36.

Водород можно поместить в I группу, т.к. он образует как и щелочные металлы катион H^+ , имеет 1 валентный электрон, легко соединяется с галогенами.

В VII группу его можно поместить, т.к. он имеет аналогичное галогенам строение молекулы (двуатомная с простой связью), ему не хватает 1 электрона до завершения электронного слоя.

7-37.

$$\text{X}_2\text{O} \cdot 2x + 16 = 40 \pm 1, x = 12 \pm 0,5,$$

нет элемента в первой группе с $\text{Ar} = 12 \pm 0,3$;

$$\text{XO} \cdot x + 16 = 40 \pm 1, x = 24 \pm 1.$$

Во второй группе элемент с $\text{Ar} = 24$ есть, это магний.

$$\text{X}_2\text{O}_3 \cdot 2x + 3 \cdot 16 = 40 \pm 1 — нет решений.$$

$$\text{XO}_2 \cdot 2x + 2 \cdot 16 = 40 \pm 1, x = 4 \pm 1.$$

В 4-й группе нет элемента с $\text{Ar} = 4 \pm 1$.

Ответ: магний.

7-38.

$$\text{a)} \text{X}_2\text{O} \cdot 2x + 16 = 94 \pm 1, x = 39 \pm 0,5.$$

В I группе есть элемент с $\text{Ar} = 39$, это калий.

$$\text{XO} \cdot x + 16 = 94 \pm 1, x = 78 \pm 1.$$

Во II группе нет элемента с $\text{Ar} = 78 \pm 1$

$$\text{X}_2\text{O}_3 \cdot 2x + 3 \cdot 16 = 94 \pm 1, x = 23 \pm 0,5.$$

В III группе нет элемента с $\text{Ar} = 23 \pm 0,5$

$$\text{XO}_2 \cdot x + 2 \cdot 16 = 94 \pm 1, x = 62 \pm 1;$$

$$\text{b)} \text{X}_2\text{O} \cdot 2x + 16 = 102 \pm 1, x = 43 \pm 0,5.$$

В I группе нет элемента с $\text{Ar} = 43 \pm 0,5$

$$\text{XO} \cdot x + 16 = 102 \pm 1, x = 86 \pm 1.$$

Во II группе нет элемента с $\text{Ar} = 86 \pm 1$

$$\text{X}_2\text{O}_3 \cdot 2x + 3 \cdot 16 = 102 \pm 1, x = 27 \pm 0,5.$$

В III группе есть элемент с $\text{Ar} = 27$, это алюминий

$$\text{XO}_2 \cdot x + 2 \cdot 16 = 102 \pm 1, x = 70 \pm 1.$$

В IV группе нет элемента с $\text{Ar} = 70 \pm 1$.

Ответ: а) калий; б) алюминий.

7-39.

$$\text{X}_2\text{O} \cdot 2x + 16 = 188 \pm 1, x = 86 \pm 0,5.$$

В I группе есть элемент с $\text{Ar}=85,5$, это рубидий Rb

$$\text{XO} \cdot x + 16 = 188 \pm 1, x = 172 \pm 1.$$

Во II группе нет элемента с $\text{Ar}=172 \pm 1$

$$\text{X}_2\text{O}_3 \cdot 2x + 3 \cdot 16 = 188 \pm 1, x = 70 \pm 0,5.$$

В III группе есть элемент с $\text{Ar}=70$, это галлий Ga

$$\text{XO}_2 \cdot x + 2 \cdot 16 = 188 \pm 1, x = 156 \pm 1.$$

В IV группе нет элемента с $\text{Ar}=156 \pm 1$.

Ответ: Rb (рубидий) и Ga (галлий).

7-40.

Формула оксида KO

$$\omega(\text{O}) = \frac{16}{x+16} = 0,1246, x = \frac{16 - 16 \cdot 0,1246}{0,1246} = 112,4.$$

Этот элемент кадмий, его добавляют к серебру.

7-41.

Этот элемент сера (S), образует оксид состава SO_2 .

Ответ: сера.

7-42.

$$\text{XO}_2 \cdot 1:2 = \frac{76,7}{x} : \frac{53,3}{16}, \frac{46,7 \cdot 16}{x \cdot 53,3} = \frac{1}{2}, x = \frac{2 \cdot 46,7 \cdot 16}{53,3} = 28.$$

Ответ: кремний (Si).

7-43.

$$\text{H}_2\text{X} \cdot 2:1 = \frac{2,47}{1} : \frac{97,53}{x}, \frac{2,47x}{1 \cdot 97,53} = \frac{2}{1}, x = \frac{97,53 \cdot 2}{2,47} = 79.$$

Ответ: селен (Se).

7-44.

Менделеев предсказал элементы скандий и галлий III группы и германий IV группы.

$$\text{X}_2\text{O}_3 \quad 2:3 = \frac{65,2}{x} : \frac{34,8}{16}, \quad \frac{65,2 \cdot 3}{x \cdot 34,8} = \frac{2}{3} \quad x = \frac{65,2 \cdot 3 \cdot 16}{2 \cdot 34,8} = 45,$$

$\text{Ar} = 45 \Rightarrow$ скандий.

Ответ: скандий.

7-45.

Элемент А — водород, В — натрий.

7-46.

Элемент А — калий, В — фтор, С — литий.

7-47.

Элемент А — углерод, В — кислород, С — кальций.

7-48.

В — сера, А — кислород, С — хром.
 CrO_3 — оксид хрома (VI).

Свойства простых веществ

7-49.

Этот элемент или иттрий, или цирконий.

$$\text{M}(\text{XCl}_3) = 116 - 2 = 232;$$

$$\text{M}(\text{YCl}_3) = 89 + 3 \cdot 35,5 = 195,5$$

$$\text{M}(\text{ZrCl}_4) = 91 + 4 \cdot 35,5 = 233$$

Ответ: цирконий.

7-50.

V группа: белый фосфор P_4 ; VI группа: озон O_3 , сера S_8 , S_6 .

7-51.

Азот, кислород, водород, фтор, хлор, инертные газы.

7-52.

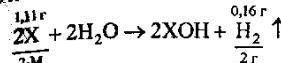
Вещество	$\rho, \text{г}/\text{см}^3$	$T_{\text{пл}}, ^\circ\text{C}$	Устойчивость оксидов к нагреванию	Отношение оксидов к воде
Li	0,539	180,5	не разлагаются	$\text{Li}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{LiOH}$
Na	0,968	97,8	не разлагаются	$\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH}$
K	0,862	63,6	не разлагаются	$\text{K}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{KOH}$
Cu	8,94	2540	$4\text{CuO} \xrightarrow{1100^\circ\text{C}} 2\text{Cu}_2\text{O} + \text{O}_2$	$\text{CuO} + \text{H}_2\text{O} \cancel{\rightarrow}$
Rb	1,525	39,5	не разлагаются	$\text{Rb}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{RbOH}$
Ag	10,5	2170	$2\text{Ag}_2\text{O} \xrightarrow{300^\circ\text{C}} 4\text{Ag} + \text{O}_2$	$\text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \cancel{\rightarrow}$
Cs	1,904	28,4	не разлагаются	$\text{Cs}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{CsOH}$
Au	19,32	2947	$2\text{Au}_2\text{O}_3 \xrightarrow{160^\circ\text{C}} 4\text{Au} + 3\text{O}_2$	$\text{Au}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \cancel{\rightarrow}$

7-53.

$$\frac{\text{валентность}}{\text{Mr}} = \max .$$

Ответ: алюминий.

7-54.



1,11 г (металла) — 0,16 г (H_2); 2·M г (металла) — 2 г (H_2),

$$\text{M} = \frac{1,11 \cdot 2}{2 \cdot 0,16} = 7.$$

Ответ: литий.

7-55.

$$m(\text{SF}_6) = v \cdot M(\text{SF}_6) = \frac{V(\text{SF}_6)}{V_m} \cdot M(\text{SF}_6) = \frac{1}{22,4} \cdot 146 = 6,5 \text{ г},$$

$$D_{(\text{H}_2)}(\text{SF}_6) = \frac{M(\text{SF}_6)}{M(\text{H}_2)} = \frac{146}{2} = 73, \quad D_{\text{возд}}(\text{SF}_6) = \frac{M(\text{SF}_6)}{M_{\text{возд}}} = \frac{146}{29} = 5.$$

Ответ: m=6,5 г; $D_{\text{H}_2} = 73$; $D_{\text{возд}} = 5$.

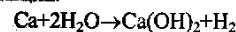
7-56.

$$M(\text{UF}_3) = 238 + 3 \cdot 19 = 295, \quad D_{\text{H}_2}(\text{UF}_3) = \frac{M(\text{UF}_3)}{M(\text{H}_2)} = \frac{295}{2} = 147,5.$$

Ответ: 147,5.

7-57.

Задача не имеет реальных решений при заданных условиях, вероятно в условии содержится ошибка. Если масса исходного металла 1,0 г, тогда это



$$v(\text{Ca}) = v(\text{H}_2) = \frac{0,05}{5} = 0,025 \text{ моль} \quad Ar(\text{Ca}) = \frac{m(\text{Ca})}{v(\text{Ca})} = \frac{1}{0,025} = 40$$

Ответ: кальций.

7-58.

Физические свойства различных аллотропных модификаций одного элемента различаются, т.к. имеют различное строение, в частности разные кристаллические решетки. Например, алмаз — кристаллическая решетка атомная, очень твердый, не проводит электрический ток, карбон — кристаллическая решетка молекулярная, менее тверд, полупроводник.

7-59.

а) В ряду слева направо увеличивается;

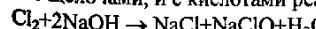
б) В ряду слева направо уменьшается. Это объясняется строением электронной оболочки атома, чем больше электронов на валентном уровне, тем большее окислительная способность и меньше восстановительная.

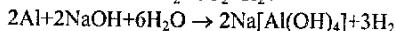
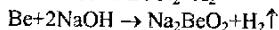
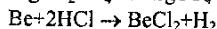
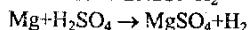
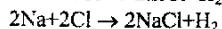
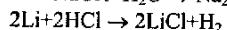
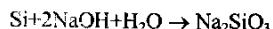
7-60.

Только с щелочами реагируют Cl_2 , F_2 , Si .

Только с кислотами реагируют Li , Na , Mg .

И с щелочами, и с кислотами реагируют Be и Al .





Глава 8. Строение вещества

Строение электронных оболочек атомов

8-1.

а) 15 электронов; б) отдать 5 электронов, принять 3 электрона.

8-2.

Атомы берилля, магния и кальция имеют одинаковое строение внешнего электронного слоя.

8-3.

Hal^- ns²np⁶

ns² np⁶

8-4.

Внешний электронный слой сурьмы содержит 5 электронов, столько же у фосфора и мышьяка.

8-5.

Этот элемент литий.

8-6.

а) ^{37}Rb

б) ^{38}Sn

в) ^{39}Y

г) ^{40}Zr

На внешнем электронном слое они содержат разное (от 1 до 4) число электронов.

8-7.

а) 2; б) 3.

8-8.

а) 4; б) 2.

8-9.

а) Na, K, б) Rb, Cs, Fr.

8-10.

а) Mg, Ca, б) Sr, Cd, Ba, Hg, Ra.

112

8-11.

Во внешнем слое электронной оболочки гелия — 2 электрона, неона и аргона — 8, криптона, ксенола — 18, радона — 32.

8-12.

Li, Na, K, Rb, Cs.

8-13.

Может, тогда он будет представлять собой катион Mg^{2+} , при образовании ионной связи.

8-14.

а) Be; б) Mg; в) Ca.

8-15.

Это элементы VI периода за исключением Cs, Te, Pb, Bi, Po, At и Rn.

Все эти элементы являются типичными металлами.

8-16.

а) s и p; б) s и p

8-17.

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ - калий (в 4-м периоде),

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ - натрий (в 3-м периоде).

8-18.

а) нет; б) может, отдав 2 валентных электрона (Ca^{2+}).

8-19.

а) 3; б) 1; в) 2; г) 2; д) 0.

8-20.

а) 9; б) 6; в) 8; г) 17; д) 9.

8-21.

Наиболее всего по свойствам курчатовий (резерфордий) схож с гафием $^{178}_{72}\text{Hf}$.

8-22.

Атомы элементов побочных подгрупп I и II групп в качестве валентных содержат не только s-электроны, но и d-электроны, причем d-электронов 10, т.е. эта орбиталь заполнена, этим они отличаются от атомов элементов главных подгрупп.

Состав атомных ядер. Изотопы

8-23.

Все остальные ионы имеют как минимум 1 электронный слой, а также содержат в ядре большее количество нуклонов (протонов и нейтронов).

8-24.

а) ^{12}C 6p₁¹ и 6n₀¹

^{12}C 6p₁¹ и 7n₀¹

б) ^{14}N 7p₁¹ и 8n₀¹

^{14}N 7 p₁¹ и 8n₀¹

в) ^{28}Si 14p₁¹ и 14n₀¹

^{30}Si 14p₁¹ и 16n₀¹

8-25.

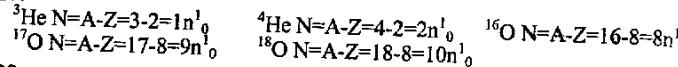
Этот элемент водород.

113

8-26.

Порядковый номер совпадает с числом протонов
 $Z = A - N = 19 - 10 = 9p_1$

8-27.



8-28.

Ядра 6Li и 7Li отличаются количеством нейтронов:

6Li N=A-Z=6-3=3n₀¹; 7Li N=A-Z=7-3=4n₀¹.

Ядра ${}^{235}U$ и ${}^{238}U$ отличаются количеством нейтронов:

${}^{235}U$ N=A-Z=235-92=143n₀¹; ${}^{238}U$ N=A-Z=238-92=146n₀¹.

8-29.

${}^{24}Mg$ N=A-Z=24-12=12n₀¹

${}^{26}Mg$ N=A-Z=26-12=14n₀¹

${}^{37}Cl$ N=A-Z=37-17=20n₀¹

${}^{25}Mg$ N=A-Z=25-12=13n₀¹

${}^{35}Cl$ N=A-Z=35-17=18n₀¹

8-30.

Сокращенная запись более удобна, т.к. иначе пришлось бы расписывать электронные формулы тяжелых элементов в несколько строк, при этом подразумевается, что все опущенные слои заполнены.

B 2s²; C 2s²p²; K 4s¹; Sc 3d¹s²

8-31.

S²⁻ 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶

Ca²⁺ 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶

Cl⁻ 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶

K⁺ 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶

Все эти частицы имеют одинаковое строение электронной оболочки.

8-32.

а) нет; б) да

8-33.

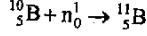
Потому что химические их свойства практически не различаются, они имеют одинаковое строение электронной оболочки и одинаковое число протонов.

8-34.

Реакции синтеза: 1), 3), 4);

реакции распада: 2).

8-35.



8-36.

Кремний и хлор, имея по 2 изотопа могут образовать 3 молекулы, различные по массе.

8-37.

Могут, если взять изотоп водорода тритий 3T и изотоп гелия 3He .

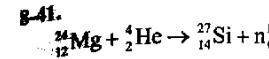
8-38.

$$N({}^{16}O):N({}^{18}O):N({}^{17}O) = \frac{\omega({}^{16}O)}{A} : \frac{\omega({}^{18}O)}{A} : \frac{\omega({}^{17}O)}{A} = \frac{99,757}{16} : \frac{0,204}{18} : \frac{0,039}{17} =$$

$$= 6,2348:0,0113:0,0023 = 2710:5:1.$$

Ответ: 2710 атомов ${}^{16}O$ и 5 атомов ${}^{18}O$.

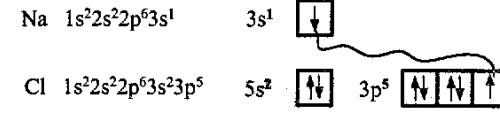
114



Виды химической связи

8-42.

В образовании химической связи у элементов 3-го периода участвуют валентные электроны (3-го электронного слоя).



8-43.

а) За счет единственного первого электронного слоя.

б) За счет неспаренных электронов 3-его электронного слоя.

8-44.

Это утверждение является верным для ковалентной связи, но не для ионной металлической.

8-45.

Например - кислород:

ионная ${}^{+2}Li_2O^{2-}$, ковалентная полярная $H \xrightarrow{\delta+} O \leftarrow H$, ковалентная неполярная — $O=O$;

хлор ионная Na^+Cl^- ;

ковалентная полярная $H \xrightarrow{\delta+} Cl^-$;

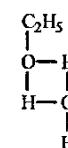
ковалентная неполярная $Cl-Cl$.

8-46.

Металлы не способны образовывать ковалентную связь.

8-47.

Зачастую между молекулами разных веществ образуется достаточно прочная водородная связь, например, между молекулами спирта и воды, при их смешении.



115

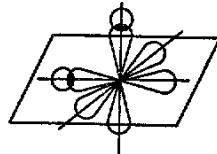
8-48.

1-ой парой Cl_2 : $\ddot{\text{Cl}}$: $\ddot{\text{Cl}}$: Cl-Cl; H_2 H:H H-H;
 двумя парами : $\ddot{\text{O}}$: $\ddot{\text{O}}$: O-O; : $\ddot{\text{O}}$: $\ddot{\text{C}}$: $\ddot{\text{O}}$: O=C=O;
 тремя парами $\ddot{\text{N}}$: $\ddot{\text{N}}$ N≡N.

8-49.



8-50.

Приблизительно $\approx 90^\circ$ 

8-51.

$$\begin{aligned} \text{a) } R_{\text{H}-\text{H}} &= \frac{1}{2} d = \frac{1}{2} \cdot 0,074 = 0,037 \text{ нм}; \quad \text{б) } R_{\text{FF}} = \frac{1}{2} d = \frac{1}{2} \cdot 0,142 = 0,71 \text{ нм}; \\ \text{в) } R_{\text{Cl}-\text{Cl}} &= \frac{1}{2} d = \frac{1}{2} \cdot 0,199 \approx 0,1 \text{ нм}; \quad \text{г) } R_{\text{Br}-\text{Br}} = \frac{1}{2} d = \frac{1}{2} \cdot 0,228 = 0,114 \text{ нм}; \\ \text{д) } R_{\text{I}-\text{I}} &= \frac{1}{2} d = \frac{1}{2} \cdot 0,266 = 0,133 \text{ нм}, d_{\text{Br}-\text{Cl}} = R_{\text{Cl}-\text{Cl}} + R_{\text{Br}-\text{Br}} = 0,1 + 0,114 = 0,214 \text{ нм}. \end{aligned}$$

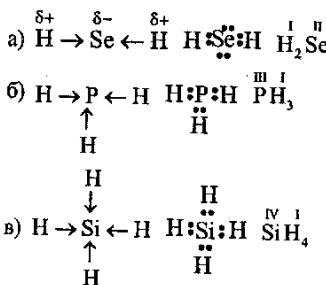
Ответ: 0,214 нм.

8-52.

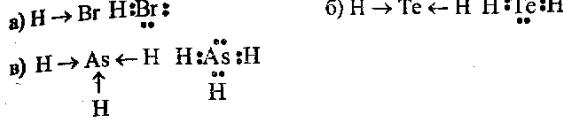
Молекула типа CX_4 представляет собой тетраэдр с атомами X в вершинах.

Молекула типа BX_3 представляет собой треугольную пирамиду.

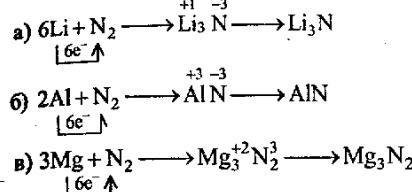
8-53.



8-54.



8-55.



8-57.

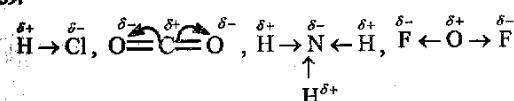
Прочность химической связи зависит от межъядерного расстояния, разности электроотрицательностей элементов, от кратности.

8-58.

Прочность связи возрастает с увеличением электроотрицательности галогена.

Электроотрицательность

8-59.



8-60.

В периоде слева направо электроотрицательность элементов увеличивается.

8-61.

Электроотрицательность в ряду O-S-Se-Te (сверху вниз в VI группе главной подгруппы) уменьшается.

8-62.

Наименьшая полярность связи в молекуле HI.

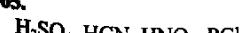
8-63.

Полярность связи больше всего выражена в молекуле HCl.

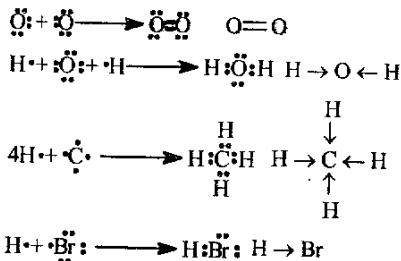
8-64.

Связь H-S более прочная, чем H-Se (более полярная).

8-65.



8-66.

**Степень окисления**

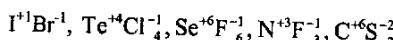
8-67.

Степень окисления в сложном соединении рассчитывается исходя из известных степеней окисления отдельных элементов и электронейтральности молекулы в целом. Максимальная положительная степень окисления +7.

8-68.

Степень окисления водорода в этих веществах 0.

8-69.



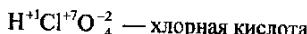
8-70.

H^+ . По строению электронной оболочки он схож с атомом гелия.

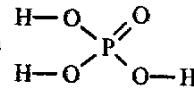
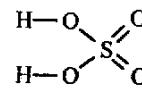
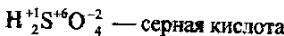
8-71.

Ca^{2+} (ион), Ca^0 (атом). Радиус атома кальция больше, чем ион кальция, на 1 электронный слой больше, чем ион кальция.

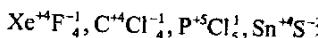
8-72.



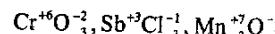
8-73.



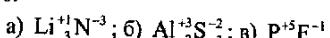
8-74.



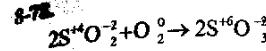
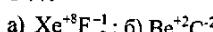
8-75.



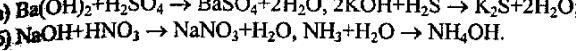
8-76.



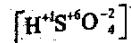
8-77.



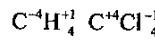
8-79.



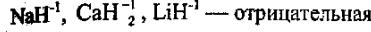
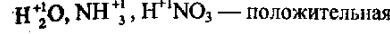
8-80.



8-81.

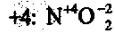
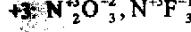


8-82.



8-83.

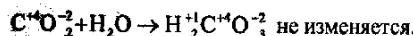
В молекуле N_2 степень окисления азота 0.



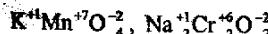
8-84.



8-85.

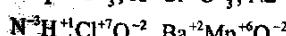
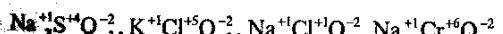


8-86.



$$1+x-8=0, x=+7; \quad 2 \cdot 1 + 2x - 2 \cdot 7 = 0, x=+6.$$

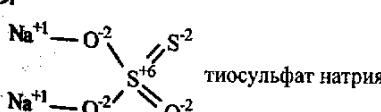
8-87.



8-88.

$\text{H}^{+4}\text{O}^{-1}_2$ валентность водорода I, степень окисления +1
валентность кислорода II, степень окисления -1.

8-89.



8-90.



Эти вещества являются оксидами.

Глава 9. Окислительно-восстановительные реакции

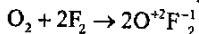
Взаимодействие простых веществ между собой

9-1.

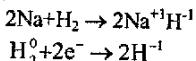
В 3-м периоде слева направо восстановительные свойства плавно сменяются на окислительные.

9-2.

Имеет, когда кислород отдает электроны и его степень окисления становится положительной, это возможно в реакции с более электроотрицательным элементом — фтором.

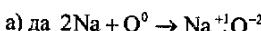


9-3.



В данной реакции водород принимает электроны, т.е. восстанавливается и является окислителем.

9-4.

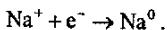


$O^0 + 2e^- \rightarrow O^{-2}$ окислитель;

б) нет, O^{-2} проявляет максимальную отрицательную степень окисления и больше принимать электроны, т.е. являться окислителем, не может.

в) нет, т.к. Cu^0 не может принимать электроны и иметь отрицательную степень окисления.

г) да, т.к. принимая электроны, он восстанавливается до Na^0 , т.е. является окислителем



9-5.

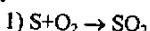
а) нет, т.к. атом фтора самый электроотрицательный, он может только присоединять электроны, т.е. являться окислителем.

б) да, т.к. ион F^- может только отдавать электроны, т.е. являться восстановителем.

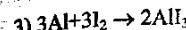
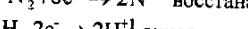
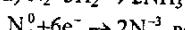
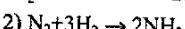
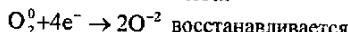
в) да, т.к. атом натрия может только отдавать электроны, т.е. являться восстановителем.

г) нет, т.к. ион Na^+ не может отдать больше электронов, он может только принимать, т.е. являться окислителем.

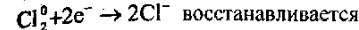
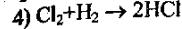
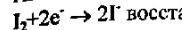
9-6.



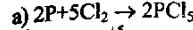
$S^0 - 4e^- \rightarrow S^{+4}$ окисляется



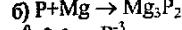
$Al^0 + 3e^- \rightarrow Al^{+3}$ окисляется



9-7.

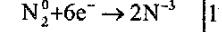
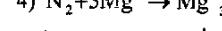
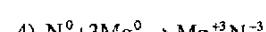
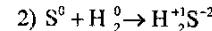
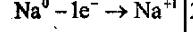
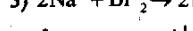
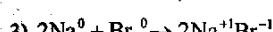
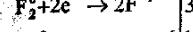
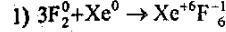


$P^0 - 5e^- \rightarrow P^{+5}$ восстановитель

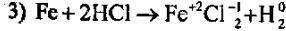
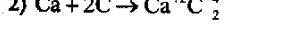
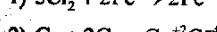


$P^0 + 3e^- \rightarrow P^{+3}$ окислитель

9-8.



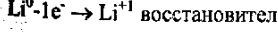
9-9.



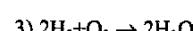
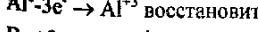
9-10.



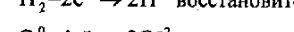
$Li^0 - 1e^- \rightarrow Li^{+1}$ восстановитель



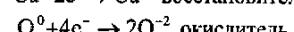
$Al^0 - 3e^- \rightarrow Al^{+3}$ восстановитель



$H_2^0 - 2e^- \rightarrow 2H^{+1}$ восстановитель



$Cu^0 - 2e^- \rightarrow Cu^{+2}$ восстановитель



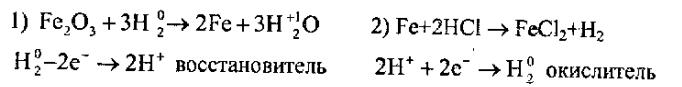
9-11.

а) восстановление;

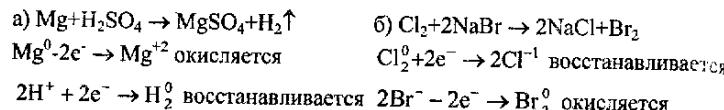
б) восстановление.

Реакции простых веществ со сложными веществами

9-12.



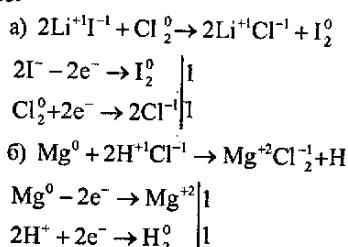
9-13.



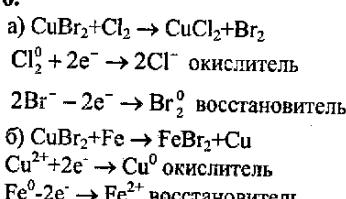
9-14.



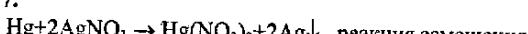
9-15.



9-16.



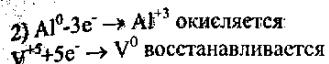
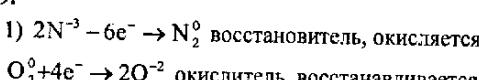
9-17.



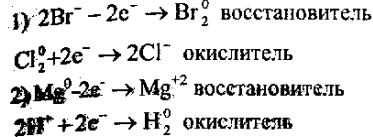
9-18.

Не будет, т.к. ртуть в электрохимическом ряду напряжений металлов стоит после водорода и с кислотами в растворе не реагирует.

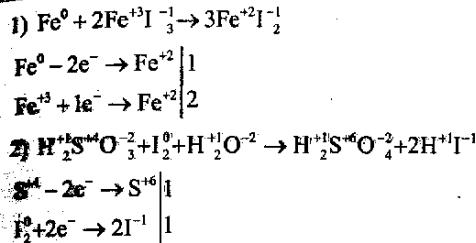
9-19.



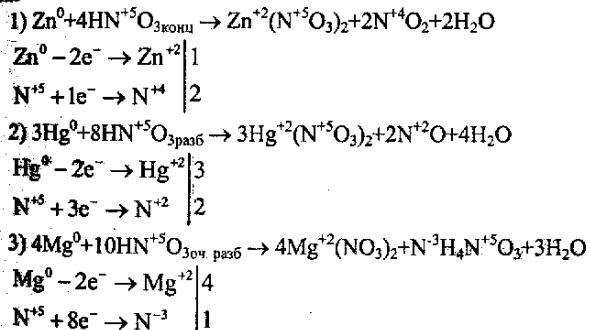
9-20.



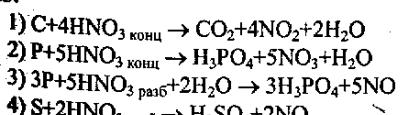
9-21.



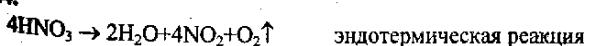
9-22.



9-23.



9-24.



Реакция между сложными веществами

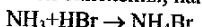
9-25.

а) нет, т.к. при этом образуется соответствующая кислота (с той же степенью окисления, что и оксид).

б) нет, т.к. происходит просто обмен ионами.

9-26.

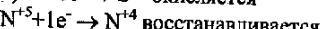
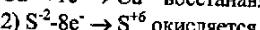
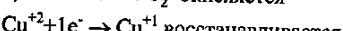
Нет, т.к. в этих соединениях все элементы проявляют максимальную отрицательную степень окисления, восстанавливаться не может ни один элемент, следовательно протекание окислительно-восстановительных реакций невозможно. Но зато они могут взаимодействовать без изменения степеней окисления, например,



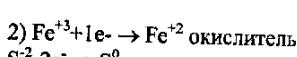
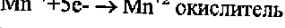
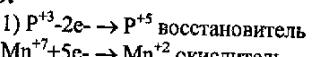
9-27.

В углекислом газе углерод проявляет максимальную положительную степень окисления и дальше окисляться (т.е. являться восстановителем) не может, не может отдавать электроны. В молекуле угарного газа углерод проявляет степень окисления +2 и может окислиться до +4, т.е. является восстановителем.

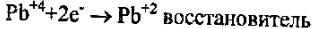
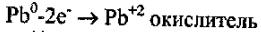
9-28.



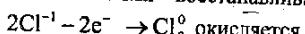
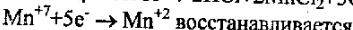
9-29.



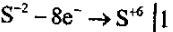
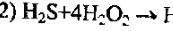
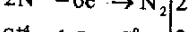
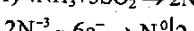
9-30.



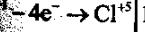
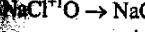
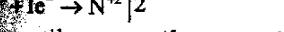
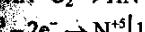
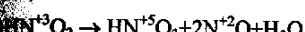
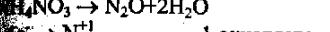
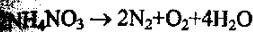
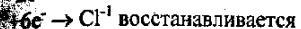
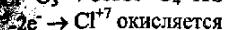
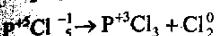
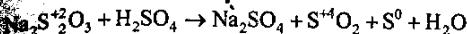
9-31.



9-32.



тримолекулярные реакции окисления-восстановления



а) влево; б) вправо.

Глава 10. Галогены

Хлор

1)

а) имеет желто-зеленого цвета; б) обладает резким едким запахом.

2)

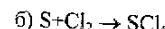
а) практическое применение хлора возможно, т.к. он сильно тяжелее воздуха и

б) ...

3)



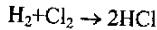
10-4.



10-5.

Хлор в природе в свободном виде не обнаружен, т.к. легко вступает в реакции и образует соединения, а также растворяется в воде.

10-6.



При образовании хлороводорода объем газовой смеси до и после реакции одинаков, следовательно, также 5 объемов.

10-7.

При прохождении хлора через H_2SO_4 он окисляется, поэтому бумага не обесцвечивается. При открытом зажигалке обеспечивается прямой доступ хлора к бумаге и она начинает обесцвечиваться.

10-8.

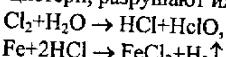
Сначала, при горении водорода, он реагировал не только с хлором, но и с кислородом воздуха, примешанным к хлору. В результате этот кислород израсходовался и в верхней части цилиндра свеча гасла. На дне сосуда хлород сохранился и мог поддерживать какое-то время горения свечи.

10-9.

Это водород и хлор. Образуемый им хлороводород, а точнее его раствор — соляная кислота необходима для полноценного переваривания пищи в желудке.

10-10.

Хлор в воде образует раствор кислот, которые, взаимодействуя с железом цистерн, разрушают их.

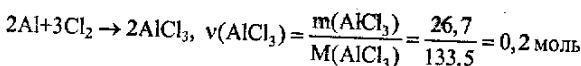


10-11.

$$V = v \cdot V_m = \frac{m}{M} \cdot V_m = \frac{30}{71} \cdot 22,4 = 9,5 \text{ м}^3.$$

Ответ: 9,5 м³.

10-12.



$$v(\text{Cl}_2) = \frac{3}{2} v(\text{AlCl}_3) = \frac{3}{2} \cdot 0,2 = 0,3 \text{ моль},$$

$$m(\text{Cl}_2) = v(\text{Cl}_2) \cdot M(\text{Cl}_2) = 0,3 \cdot 71 = 21,3 \text{ (г).}$$

Ответ: 21,3 г.

10-13.

$$D_{\text{CO}_2}(\text{Cl}_2) = \frac{M(\text{Cl}_2)}{M(\text{CO}_2)} = \frac{71}{44} = 1,61.$$

Ответ: в 1,61 раза.

126

Пояснение давление газа в сосуде не изменилось, т.к. остался прежним объем газа. При образовании HCl из H_2 и Cl_2 объем газовой смеси не изменяется, поэтому данное о том, что были смешаны равные объемы газов лишнее.



10-15.

Можно использовать для этой цели водород, при этом образуется хлороводород.

10-16.

a) В избытке находится хлор, поэтому в смеси помимо образующегося HCl будет еще Cl_2 . Однако после пропускания этой смеси через воду, хлор дегидропорционирует с образованием HCl и HClO .

b) В избытке находится водород, поэтому в смеси помимо образующегося HCl будет еще H_2 . При пропускании ее через воду HCl переходит в раствор, а H_2 улетучивается.

В обоих случаях наблюдаем изменение цвета раствора с синего на красный.

Хлороводород и соляная кислота

10-17.

Хлороводород — бесцветный газ, хлор — желто-зеленый. Если сосуды открыть, то хлороводород будет "дымить" — поглощать пары воды из воздуха.

10-18.

Насыщение происходит правильно, т.к. HCl тяжелее воздуха, он легко спускается по трубке вниз и растворяется в воде.

10-19.

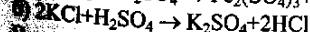
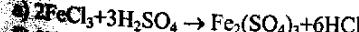
В первом случае просто происходит растворение HCl в воде, часть воды переносит в левую часть, т.к. происходит насыщение раствора.

В втором случае в результате реакции Cl_2 с H_2SO_4 выделяется газ, который поглощает раствор в правую часть склянки.

10-20.

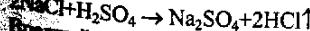
Поместить в данную часть склянки сухую лакмусовую бумажку, при наличии примеси хлора она обесцвечивается.

10-21.



В результате этих реакций ни один продукт не представляет собой газ, воду или осадок, чтобы реакция шла до конца, поэтому, чтобы сместить равновесие реакции вправо, увеличивают концентрацию H_2SO_4 .

10-22.

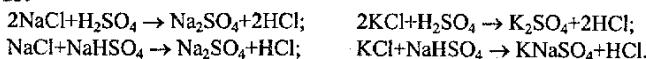


Быстроший продукт представляет собой HCl , он тяжелее воздуха, поэтому после выпуска из высоких труб оседает внизу. В сырую погоду он

127

растворяется в воде, образуя соляную кислоту, наносящую не меньший ущерб.

10-23.



10-24.

Будет наблюдаться уменьшение цвета раствора с синего на белый за счет образования Cl_2 при разложении AgCl .

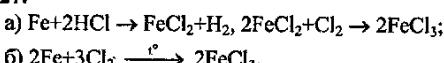
10-25.

В сырую погоду в воздухе содержится больше паров воды, благодаря которым HCl частично переходит в воздух — дымит.

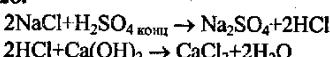
10-26.

Серная кислота вытесняет соляную из раствора, поэтому та начинает переходить в воздух — дымить.

10-27.

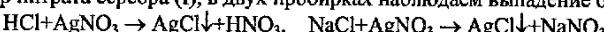


10-28.



10-29.

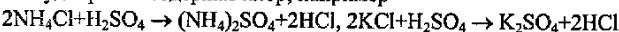
Если взять из каждой пробирки образец вещества и прилить к ним раствор нитрата серебра (I), в двух пробирках наблюдаем выпадение осадка:



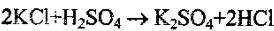
Значит в них находятся HCl и NaCl , которые можно различить при помощи лакмуса: в пробирке с кислотой — покраснеет, в пробирке с NaCl не изменит цвета.

10-30.

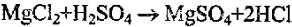
Эти удобрения содержат хлор, например



10-31.

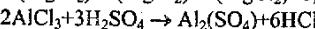


$$v(\text{KCl}) = v(\text{HCl}) = 1 \text{ моль}, \quad m(\text{KCl}) = v \cdot M(\text{KCl}) = 1 \cdot 74,5 = 74,5 \text{ г.}$$



$$v(\text{MgCl}_2) = \frac{1}{2} v(\text{HCl}) = \frac{1}{2} \cdot 1 = 0,5 \text{ моль}$$

$$m(\text{MgCl}_2) = v(\text{MgCl}_2) \cdot M(\text{MgCl}_2) = 0,5 \cdot 95 = 47,5 \text{ г}$$

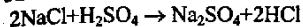


$$v(\text{AlCl}_3) = \frac{1}{3} v(\text{HCl}) = \frac{1}{3} \cdot 1 = 0,33 \text{ моль}$$

$$m(\text{AlCl}_3) = v(\text{AlCl}_3) \cdot M(\text{AlCl}_3) = 0,33 \cdot 133,5 = 44,5 \text{ г.}$$

Ответ: KCl .

10-32.



$$v(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} = \frac{73}{36,5} = 2 \text{ моль}, \quad v_{\text{peak}}(\text{NaCl}) = v(\text{HCl}) = 2 \text{ моль}$$

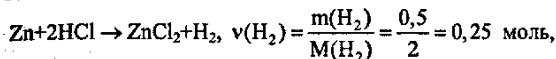
$$m_{\text{peak}}(\text{NaCl}) = v_{\text{peak}}(\text{NaCl}) \cdot M(\text{NaCl}) = 2 \cdot 58,5 = 117 \text{ г}$$

$$m_{\text{общ}}(\text{NaCl}) = m_{\text{окр}}(\text{NaCl}) + m_{\text{peak}}(\text{NaCl}) = 33 + 117 = 150 \text{ г}$$

$$\omega_{\text{peak}}(\text{NaCl}) = \frac{m_{\text{peak}}(\text{NaCl})}{m_{\text{общ}}(\text{NaCl})} = \frac{117}{150} = 0,78 \text{ или } 78 \%$$

Ответ: 78 %.

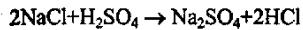
10-33.



$$v(\text{Zn}) = v(\text{H}_2) = 0,25 \text{ моль, } m(\text{Zn}) = v(\text{Zn}) \cdot M(\text{Zn}) = 0,25 \cdot 65 = 16,25 \text{ г.}$$

Ответ: 16,25 г.

10-34.



$$m(\text{NaCl}) = \frac{1000}{1} \cdot 27,6 = 27600 \text{ г} = 27,6 \text{ кг}$$

$$v(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl})} = \frac{27,6}{58,5} = 0,47 \text{ кмоль, } v_1(\text{HCl}) = v(\text{NaCl}) = 0,42 \text{ кмоль}$$



$$m(\text{KCl}) = \frac{1000}{1} \cdot 0,8 = 800 \text{ г} = 0,8 \text{ кг}$$

$$v(\text{KCl}) = \frac{m(\text{KCl})}{M(\text{KCl})} = \frac{0,8}{74,5} = 0,01 \text{ кмоль, } v_2(\text{HCl}) = v(\text{KCl}) = 0,01 \text{ моль,}$$



$$m(\text{MgCl}_2) = \frac{1000}{1} \cdot 3,2 = 3200 \text{ г} = 3,2 \text{ кг,}$$

$$v(\text{MgCl}_2) = \frac{m(\text{MgCl}_2)}{M(\text{MgCl}_2)} = \frac{3,2}{95} = 0,03 \text{ кмоль}$$

$$v_3(\text{HCl}) = 2v(\text{MgCl}_2) = 2 \cdot 0,03 = 0,06 \text{ моль,}$$

$$v_{\text{общ}}(\text{HCl}) = v_1(\text{HCl}) + v_2(\text{HCl}) + v_3(\text{HCl}) = 0,47 + 0,01 + 0,06 = 0,54 \text{ кмоль,}$$

$$m(\text{HCl}) = v_{\text{общ}}(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl}) = 0,54 \cdot 35,5 = 19,71 \text{ кг.}$$

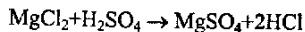
Ответ: 19,71 кг.

10-35.



$$m(\text{NaCl}) = v(\text{NaCl}) \cdot m_{\text{общ}} = 0,97 \cdot 1000 = 970 \text{ г}$$

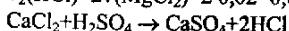
$$v(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl})} = \frac{970}{58,5} = 16,58 \text{ моль, } v_1(\text{HCl}) = v(\text{NaCl}) = 16,58 \text{ моль,}$$



$$m(\text{MgCl}_2) = \omega(\text{MgCl}_2) \cdot m_{\text{сум}} = 0,0018 \cdot 1000 = 1,8 \text{ г}$$

$$v(\text{MgCl}_2) = \frac{m(\text{MgCl}_2)}{M(\text{MgCl}_2)} = \frac{1,8}{95} = 0,02 \text{ моль},$$

$$v_2(\text{HCl}) = 2v(\text{MgCl}_2) = 2 \cdot 0,02 = 0,04 \text{ моль}$$



$$m(\text{CaCl}_2) = \omega(\text{CaCl}_2) \cdot m_{\text{сум}} = 0,0019 \cdot 1000 = 1,9 \text{ г}$$

$$v(\text{CaCl}_2) = \frac{m(\text{CaCl}_2)}{M(\text{CaCl}_2)} = \frac{1,9}{111} = 0,02 \text{ моль}$$

$$v_3(\text{HCl}) = 2v(\text{CaCl}_2) = 2 \cdot 0,002 = 0,04 \text{ моль}$$

$$v_{\text{общ}}(\text{HCl}) = v_1(\text{HCl}) + v_2(\text{HCl}) + v_3(\text{HCl}) = 16,58 + 0,04 + 0,04 = 16,66 \text{ моль}$$

$$m(\text{HCl}) = v_{\text{общ}}(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl}) = 16,66 \cdot 36,5 = 608 \text{ г}$$

$$m_{\text{п-па}} = \frac{m(\text{HCl})}{\omega(\text{HCl})} = \frac{608}{0,36} = 1689 \text{ г} \approx 1,69 \text{ кг.}$$

Ответ: 1,69 кг.

10-36.

$$v(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} = \frac{82,3}{36,5} = 2,25 \text{ моль},$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{100}{18} = 5,56 \text{ моль},$$

$$v(\text{H}_2\text{O}):v(\text{HCl}) = 5,56:2,25 = 2,47:1.$$

Ответ: 2,47:1.

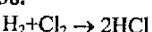
10-37.

Примем 1 л за 1 объем.

$$v(\text{HCl}) = \frac{V}{V_m} = \frac{442}{24} = 18,4 \text{ моль.}$$

Ответ: 18,4 моль.

10-38.



$$v(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} = \frac{25}{36,5} = 0,68 \text{ Ммоль}$$

$$v(\text{Cl}_2) = v(\text{H}_2) = \frac{1}{2} v(\text{HCl}) = \frac{1}{2} \cdot 0,68 = 0,34 \text{ Ммоль}$$

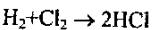
$$m_{\text{теп}}(\text{H}_2) = v(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) = 0,34 \cdot 2 = 0,68 \text{ (т.)}$$

$$m_{\text{п-п}} = 1,05 \cdot m_{\text{теп}} = 1,05 \cdot 0,68 = 0,714 \text{ (т.)}$$

$$m(\text{Cl}_2) = v(\text{Cl}_2) \cdot M(\text{Cl}_2) = 0,34 \cdot 71 = 24,14 \text{ (т.)}.$$

Ответ: 0,714 т H₂ и 24,14 т Cl₂.

10-39.



Пусть взято x моль водород, тогда v(Cl₂)=x моль.

130

$$m(\text{H}_2) = v(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) = 2 \cdot x$$

$$m(\text{Cl}_2) = v(\text{Cl}_2) \cdot M(\text{Cl}_2) = 71 \cdot x$$

$$m_{\text{общ}} = m(\text{H}_2) + m(\text{Cl}_2) = 2x + 71x = 73x$$

$$\omega(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{m_{\text{общ}}} = \frac{2x}{73x} = 0,027 \text{ или } 2,7 \%$$

Ответ: 2,7 %.

10-40.

Пусть масса раствора x г, тогда m(HCl) = 0,275x г, а m(H₂O) = 0,725x г.

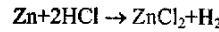
$$v(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} = \frac{0,275x}{36,5} = 0,0075x \text{ моль}$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{0,725}{18} = 0,0403x \text{ моль}$$

$$v(\text{H}_2\text{O}):v(\text{HCl}) = 0,0403x:0,0075x = 5,37:1.$$

Ответ: 5,37:1.

10-41.

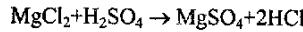


$$v(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ моль},$$

$$v(\text{HCl}) = 2v(\text{Cl}_2) = 2 \cdot 2,5 = 5 \text{ моль.}$$

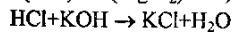
Ответ: 5 моль.

10-42.



$$v(\text{MgCl}_2) = \frac{m(\text{MgCl}_2)}{M(\text{MgCl}_2)} = \frac{19}{95} = 0,2 \text{ моль},$$

$$v(\text{HCl}) = 2v(\text{MgCl}_2) = 2 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ моль}$$



$$v(\text{KOH}) = \frac{m(\text{KOH})}{M(\text{KOH})} = \frac{10}{56} = 0,179 \text{ моль}$$

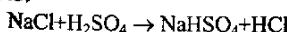
HCl находится в избытке, поэтому расчет ведем по KOH.

$$v(\text{KCl}) = v(\text{KOH}) = 0,179 \text{ моль}$$

$$m(\text{HCl}) = v(\text{KCl}) \cdot M(\text{KCl}) = 0,179 \cdot 74,5 = 13,34 \text{ (г)}$$

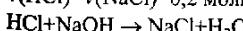
Ответ: 13,34 г HCl.

10-43.



$$v(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl})} = \frac{11,7}{58,5} = 0,2 \text{ моль},$$

$$v(\text{HCl}) = v(\text{NaCl}) = 0,2 \text{ моль}$$



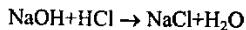
$$m(\text{NaOH}) = \omega(\text{NaOH}) \cdot m_{\text{п-па}} = 0,1 \cdot 45 = 4,5 \text{ г.}$$

131

$$v(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})} = \frac{4,5}{40} = 0,1125 \text{ моль}$$

HCl находится в избытке, поэтому раствор будет иметь кислую среду.
Ответ: кислая.

10-44.



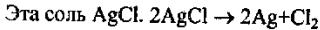
$$v(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})} = \frac{10}{40} = 0,25 \text{ моль}$$

$$v(\text{HCl}) = v(\text{NaOH}) = 0,25 \text{ моль}$$

$$V(\text{HCl}) = v(\text{HCl}) \cdot V_m = 0,25 \cdot 22,4 = 5,6 \text{ л}$$

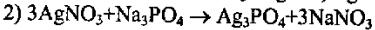
Ответ: 5,6 л.

10-45.

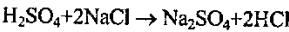


10-46.

В 1-й пробирке HNO_3 , во второй - нитрат серебра, в третьей - фосфат натрия, в четвертой - хлорид натрия.



10-47.



$$v(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{24,5}{98} = 0,25 \text{ кмоль}$$

$$v(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl})} = \frac{30}{58,5} = 0,51 \text{ кмоль}$$

Т.к. NaCl находится в избытке, расчет ведем по H_2SO_4 .

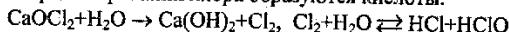
$$v(\text{HCl}) = 2v(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 0,25 = 0,5 \text{ кмоль}$$

$$m_{\text{тре}}(\text{HCl}) = v(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl}) = 0,5 \cdot 36,5 = 18,25 \text{ кг}, m_{\text{тр}}(\text{HCl}) = 9,1 \text{ кг}$$

Ответ: можно.

10-48.

При разложении CaOCl_2 выделяется Cl_2 , на этом основано белящее и дезинфицирующее действие, дезинфекция также достигается тем, что при дегидратации хлора образуются кислоты.



10-49.



Фтор, бром, иод

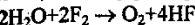
10-50.

- Фтор F_2 — бесцветный газ;
- хлор Cl_2 — желто-зеленый газ;
- бром Br_2 — бурая жидкость;
- иод I_2 — темно-фиолетовые кристаллы

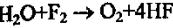
132

10-51.

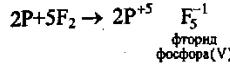
Фтор очень реакционноспособен, этот элемент самый электроотрицательный, поэтому реагирует с водой, окисляя кислород.



10-52.



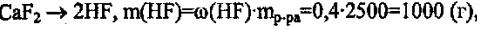
10-53.



10-54.

- a) AgF ; б) AlF_3 ; в) FeF_3 ; г) CaF_2 .

10-55.



$$v(\text{HF}) = \frac{m(\text{HF})}{M(\text{HF})} = \frac{1000}{20} = 50 \text{ моль},$$

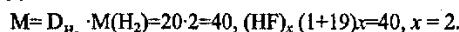
$$v(\text{CaF}_2) = \frac{1}{2} v(\text{HF}) = \frac{1}{2} \cdot 50 = 25 \text{ моль},$$

$$m_{\text{тре}}(\text{CaF}_2) = v(\text{CaF}_2) \cdot M(\text{CaF}_2) = 25 \cdot 78 = 1950 \text{ г},$$

$$m_{\text{тр}} = \frac{m_{\text{тре}}(\text{CaF}_2)}{\eta(\text{CaF}_2)} = \frac{1950}{0,8} = 2,44 \text{ кг}.$$

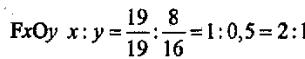
Ответ: 2,44 кг.

10-56.



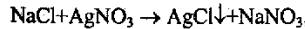
Ответ: H_2F_2 .

10-57.



Ответ: F_2O .

10-58.

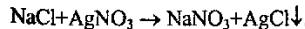


$$v(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl})} = \frac{1,17}{58,5} = 0,02 \text{ моль}, v(\text{AgCl}) = v(\text{NaCl}) = 0,02 \text{ моль},$$

$$m(\text{AgCl}) = v(\text{AgCl}) \cdot M(\text{AgCl}) = 0,02 \cdot 143,5 = 2,87 \text{ г}.$$

Ответ: AgF растворим в воде.

10-59.



AgF в воде растворим, поэтому осадка не образует. Т.к. NaCl находится в недостатке, расчет ведем по нему.

$$v(\text{AgCl}) = v(\text{NaCl}) = 0,05 \text{ моль},$$

$$m(\text{AgCl}) = v(\text{AgCl}) \cdot M(\text{AgCl}) = 0,05 \cdot 143,5 = 7,175 \text{ г}.$$

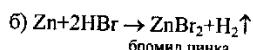
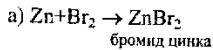
Ответ: 7,175 г AgCl .

133

10-60.

Чтобы быстрее освободить сосуд от паров брома, надо опрокинуть его вверх дном, т.к. бром тяжелее воздуха.

10-61.

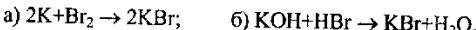


10-62.

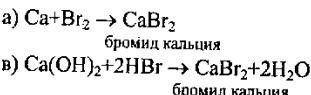
$$Al_xBr_y : x : y = \frac{10,1}{27} : \frac{89,9}{80} = 0,374 : 1,124 = 1 : 3.$$

Ответ: $AlBr_3$.

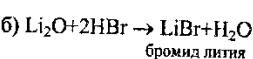
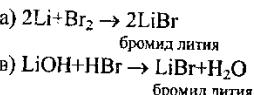
10-63.



10-64.



10-65.



10-66.

Да, т.к. бромводород тяжелее воздуха и спускается вниз легко.
 $M(HBr) = 1 + 80 = 81 > M_{\text{возд}}$ (29).

10-67.

Пусть объем воды x л, тогда объем HBr $600x$ л.

$$m(H_2O) = \rho \cdot V = 1000 \cdot x = 1000x \text{ (г)}$$

$$m(HBr) = v(HBr) \cdot M(HBr) = \frac{V(HBr)}{V_m} \cdot M(HBr) = \frac{600x}{22,4} \cdot 81 = 21696x \text{ (г)}$$

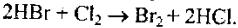
$$m_{\text{п-па}} = m(H_2O) + m(HBr) = 1000x + 21696x = 22696x \text{ (г)}$$

$$\omega(HBr) = \frac{m(HBr)}{m_{\text{п-па}}} = \frac{21696x}{22696x} = 0,956 \text{ или } 95,6 \text{ \%}.$$

Ответ: $\omega(HBr) = 95,6 \text{ \%}$.

10-68.

Бромводород может являться восстановителем, т.к. содержит ионы Br^- , которые могут отдавать свои электроны, окисляться, т.е. являться восстановителями. Например,

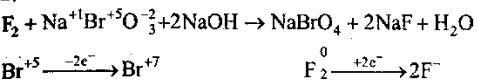


10-69.

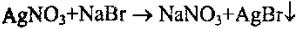
Прилить к этому раствору раствор $AgNO_3$, произойдет реакция с бромидом калия, осадок выпадет, а свободный бром останется в растворе, его можно слить.

10-70.

$Na^{+1}Br^{+7}O^{-2}$ получается в результате окислительно-восстановительной реакции



10-71.



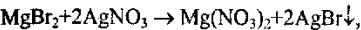
$$v(AgBr) = \frac{m(AgBr)}{M(AgBr)} = \frac{0,251}{188} = 0,0013 \text{ моль}$$

$$v(NaBr) = v(AgBr) = 0,0013 \text{ моль}$$

$$m(NaBr) = v(NaBr) \cdot M(NaBr) = 0,0013 \cdot 103 = 0,134 \text{ г}$$

Ответ: 0,134 г.

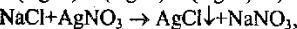
10-72.



$$v(MgBr_2) = \frac{m(MgBr_2)}{M(MgBr_2)} = \frac{0,92}{184} = 0,005 \text{ моль},$$

$$v(AgBr) = v(MgBr_2) = 2 \cdot 0,005 = 0,01 \text{ моль},$$

$$m(AgBr) = v(AgBr) \cdot M(AgBr) = 0,01 \cdot 188 = 1,88 \text{ г},$$



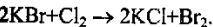
$$v(NaCl) = \frac{m(NaCl)}{M(NaCl)} = \frac{1,17}{38,5} = 0,02 \text{ моль}, v(AgCl) = v(NaCl) = 0,02 \text{ моль}$$

$$m(AgCl) = v(AgCl) \cdot M(AgCl) = 0,02 \cdot 143,5 = 2,87,$$

$$m_{\text{oc}} = m(AgBr) + m(AgCl) = 1,88 + 2,87 = 4,75 \text{ г}.$$

Ответ: 4,75 г.

10-73.



Пусть в смеси содержалось x моль KBr и y моль KCl .

$$\begin{cases} 119x + 74,5y = 0,8 \\ (x+y)74,5y = 0,68 \end{cases}, 44,5x = 0,12, x = 0,0027 \text{ моль}, y = 0,0064 \text{ моль},$$

$$m(KBr) = v(KBr) \cdot M(KBr) = 0,0027 \cdot 119 = 0,32 \text{ (г)},$$

$$m(KCl) = v(KCl) \cdot M(KCl) = 0,0064 \cdot 74,5 = 0,48 \text{ (г)}.$$

Ответ: 0,32 г KBr и 0,48 г KCl .

10-74.

$$m(H_2O) = \rho \cdot V = 1000 \cdot 1 = 1000 \text{ г}$$

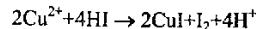
$$v(H_2O) = \frac{m(H_2O)}{M(H_2O)} = \frac{1000}{18} = 55,56 \text{ моль},$$

$$v(I_2) = \frac{m(I_2)}{M(I_2)} = \frac{0,263}{254} = 0,001 \text{ моль}$$

$$v(H_2O) : v(I_2) = 55,56 : 0,001 = 55560 : 1.$$

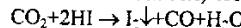
Ответ: 55560 : 1.

10-75.



10-76.

Это объясняется тем, что HI окисляется на воздухе.



10-77.

$$\text{Mr(KI)} = 39 + 127 = 166$$

$$\begin{array}{l} 127 \text{ г (I)} - 10^{-3} \text{ г} \\ 166 \text{ г (KI)} - x \text{ г} \end{array} \quad x = \frac{166 - 10^{-3}}{127} = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ (г)}$$

Ответ: $1,3 \cdot 10^{-3}$ г KI.

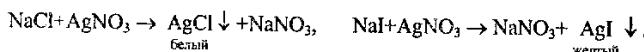
10-78.

$$D_{\text{HCl}}(\text{HI}) = \frac{\text{Mr(HI)}}{\text{Mr(HCl)}} = \frac{128}{36,5} = 3,5$$

Ответ: 3,5.

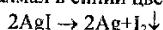
10-79.

При добавлении к каждому раствору AgNO_3 наблюдается выпадение осадков.



10-80.

На свету иодид серебра разлагается, а выделяющийся йод окрашивает крахмал в синий цвет.

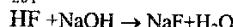


10-81.

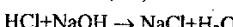
Это плавиковая кислота HF, т.к. фтор очень химически активен.

10-82.

20 г



$$v(\text{HF}) = \frac{m(\text{HF})}{M(\text{HF})} = \frac{20}{20} = 1 \text{ моль}, v(\text{NaOH}) = v(\text{HF}) = 1 \text{ моль}$$

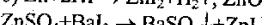
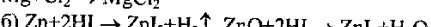
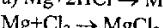
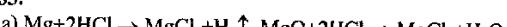


$$v(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} = \frac{20}{36,5} = 0,55 \text{ моль}, v(\text{NaOH}) = v(\text{HCl}) = 0,55 \text{ моль},$$

$$v(\text{NaOH}) = v(\text{HBr}) = 0,25 \text{ моль.}$$

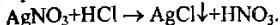
Ответ: для HF наибольшее.

10-83.



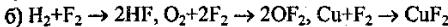
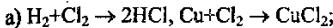
10-84.

При добавлении к этому раствору AgNO_3 , можно определить содержание примеси HCl при ее наличии выпадает белый осадок.

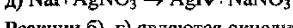
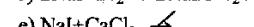
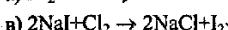
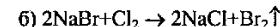


Сравнительная химическая активность галогенов

10-85.



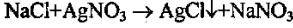
10-86.



Реакции б)-г) являются окислительно-восстановительными.

10-87.

Возьмем образец соли из каждой банки, растворим его в воде. К каждому раствору прильем немного раствора нитрата серебра. Наблюдаем в одной пробирке образование белого осадка:



в другой светло-желтого: $\text{NaBr} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgBr} \downarrow + \text{NaNO}_3$

в третьей ярко-желтого: $\text{NaI} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgI} \downarrow + \text{NaNO}_3$.

10-88.

При наличии в растворе HCl свободного хлора, помещенная в него лакмусовая бумажка обесцвечивается, при отсутствии покраснеет.

10-89.

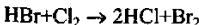
В пробирку поместить образец соли и закрыть ее пробкой с газоотводной трубкой, конец которой поместить в другую сухую пробирку, в которой находится лакмусовая бумажка. Первую пробирку начали нагревать в пламени горелки. Если хлор образуется, то бумажка обесцвечивается. Или конец пробирки поместить в другую пробирку с водой, в которую вставлен лакмус, опять же при пропускании газа раствор обесцвечивается.

10-90.

Надо растворить смесь в воде. Соли растворяются, а йод осаждает на дне. Затем йод можно возгонкой выделить из раствора.

10-91.

Будет выделяться молекулярный бром - бурая жидкость (цвет раствора изменится с бесцветного на бурый).

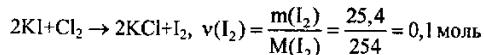


10-92.

Эти газы HBr и HI. При пропускании через них хлора, Br_2 и I_2 выделяются, затем йод можно распознать при помощи крахмала, который в присутствии йода синеет.

10-93.

Да, можно. Сначала пропустить через йодид натрия испытуемый газ, если он содержит хлор, то выделится йод, который можно распознать при помощи крахмала.

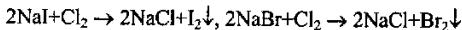
10-94.

$$v(\text{Cl}_2) = v(\text{I}_2) = 0,1 \text{ моль}, m(\text{Cl}_2) = v(\text{Cl}_2) \cdot M(\text{Cl}_2) = 0,1 \cdot 71 = 7,1 \text{ г.}$$

Ответ: 7,1 г.

10-95.

При этом выделяются йод и бром, наблюдается окрашивание раствора в буровый цвет, образуется осадок

**10-96.**

Хлор взаимодействует с бромидом натрия, при этом образуются бром и растворимый в воде хлорид натрия. Т.к. верхний слой сливают, то остается только бром.

10-97.

Пропустить через раствор хлор. Тогда хлор прореагирует с бромидом натрия, образуется хлорид магния и бром, который оседает на дне сосуда.

10-98.

Йодид калия оксид калия добавляют, чтобы хлор и бром перешли в раствор в виде ионов, при этом еще выделяется йод. При нагревании йод остается на колбе, т.к. способен возгоняться — переходит из твердого состояния в парообразное минута жидкое, затем конденсирует.

10-99.

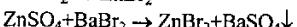
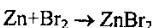
Хлор — газ желто-зеленого цвета, его можно легко отличить. Затем добавить его в 2 других цилиндра. В одном из них произойдет реакция, образуется бурая жидкость — бром, значит был бромводород, в другом — все останется без изменений — значит был хлороводород.

10-100.

а) нет, хлор хорошо растворяется в воде

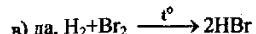
б) да, т.к. раствор насыщен хлором

в) нет, т.к. раствор взаимодействует с бромидом натрия и переходит в раствор.

10-101.**10-102.**

а) да $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{hv}} 2\text{HCl}$ (если в темноте)

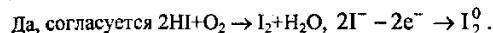
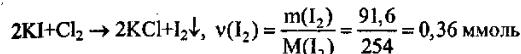
б) нет, $\text{F}_2 + \text{H}_2 \rightarrow 2\text{HF}$



г) да, $\text{HCl} + \text{HBr} \not\rightarrow$

д) нет, $2\text{HI} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl} + \text{I}_2$

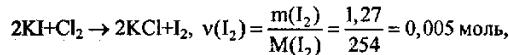
е) да, $\text{HF} + \text{Br}_2 \not\rightarrow$

10-103.**10-104.**

$$v(\text{Cl}_2) = v(\text{I}_2) = 0,36 \text{ ммоль}, m(\text{Cl}_2) = v(\text{Cl}_2) \cdot M(\text{Cl}_2) = 0,36 \cdot 71 = 25,56 \text{ мг},$$

$$\frac{m(\text{Cl}_2)}{V(\text{Cl}_2)} = \frac{25,56}{2} = 12,78 \text{ мг.}$$

Ответ: 12,78 мг.

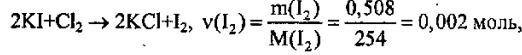
10-105.

$$v(\text{Cl}_2) = v(\text{I}_2) = 0,005 \text{ моль}, V(\text{Cl}_2) = v(\text{Cl}_2) \cdot V_m = 0,005 \cdot 22,4 = 0,112 \text{ л},$$

$$V_{\text{общ}} = V_{\text{осн}} + V(\text{Cl}_2) = 0,112 + 4,89 = 5,002 \text{ л},$$

$$\varphi(\text{Cl}_2) = \frac{V(\text{Cl}_2)}{V_{\text{общ}}} = \frac{0,112}{5,002} = 0,0224 \text{ или } 2,24 \text{ %}.$$

Ответ: 2,24 %.

10-106.

$$v(\text{Cl}_2) = v(\text{I}_2) = 0,002 \text{ моль},$$

$$V(\text{Cl}_2) = v(\text{Cl}_2) \cdot V_m = 0,002 \cdot 22,4 = 0,0448 \text{ л} ; 44,8 \text{ мл},$$

$$\varphi(\text{Cl}_2) = \frac{V(\text{Cl}_2)}{V_{\text{общ}}} = \frac{44,8}{100} = 0,448 \text{ или } 44,8 \text{ %}, \varphi(\text{H}_2) = 55,2 \text{ %}.$$

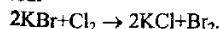
Ответ: 44,8 % Cl₂ и 55,2 % H₂.

10-107.

$$V(\text{H}_2) = 53 \text{ мл}, V(\text{Cl}_2) = 100 - 53 = 47 \text{ мл},$$

$$\varphi(\text{H}_2) = \frac{V(\text{H}_2)}{V_{\text{общ}}} = \frac{53}{100} = 0,53 \text{ или } 53 \text{ %}, \varphi(\text{Cl}_2) = 47 \text{ %}.$$

Ответ: 53 % H₂ и 47 % Cl₂.

10-108.

Пусть имелось x моль Cl₂, тогда $v_{\text{peak}}(\text{KBr}) = 2x \text{ моль}, v_{\text{обр}}(\text{KCl}) = 2x \text{ моль}.$

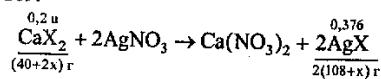
$$1,6 - 119 \cdot 2x + 74,5 \cdot 2x = 1,36, 89x = 0,24, x = 0,0027;$$

$$v(Cl_2) = 0,0027 \text{ моль}, m(Cl_2) = v(Cl_2) \cdot M(Cl_2) = 0,0027 \cdot 71 = 0,19 \text{ г},$$

$$\omega(Cl_2) = \frac{m(Cl_2)}{m_{\text{см}}} = \frac{0,19}{6} = 0,032 \text{ или } 3,2 \text{ \%}.$$

Ответ: 3,2 %.

10-109.



Пусть атомная масса этого галогена x , тогда

$$0,2 \text{ г} (CaX_2) - 0,376 \text{ г} (AgX)$$

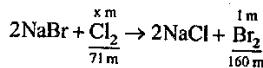
$$(40+2x) \text{ г} (CaX_2) - 2(108+x) \text{ г} (AgX)$$

$$0,2 \cdot 2 \cdot (108+x) = 0,376(40+2x), 43,2 + 0,4x = 15,04 + 0,752x, 0,352x = 28,16,$$

$$x = 80, Ar(Br) = 80.$$

Ответ: бромид кальция.

10-110.



$$71 \text{ м} (Cl_2) = 160 \text{ м} (Br_2)$$

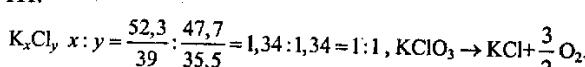
$$x \text{ м} (Cl_2) = 1 \text{ м} (Br_2)$$

$$x = \frac{71 \cdot 1}{160} = 0,444 \text{ м},$$

$$\omega(Cl_2) = \frac{m_{\text{нр}} - m_{\text{теор}}}{m_{\text{теор}}} = \frac{0,6 - 0,444}{0,444} = 0,351 \text{ или } 35,1 \text{ \%}.$$

Ответ: на 35,1 %.

10-111.

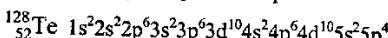
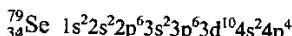
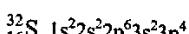
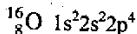


Ответ: KClO₃.

Глава 11. Подгруппа кислорода

Элементы подгруппы кислорода

11-1.



Все эти элементы имеют одинаковое строение электронного слоя, но разное количество этих слоев. С ростом количества слоев, а соответственно и радиуса атома, ослабляются неметаллические и усиливаются металлические свойства.

11-2.

Кислород проявляет степени окисления +2 (OF₂), -1 (H₂O₂), 0 (O₂), -2 (H₂O)

Сера: -2 (H₂S), +2 (SO), +4 (SO₂), +6 (Na₂SO₄)

Селен: +4 (SeO₂), +6 (SeO₃), -2 (H₂Se)

Теллур: -2 (H₂Te), +4 (TeO₂), +6 (TeO₃).

11-3.

Соответствие между температурами кипения и плавления существует, они также растут с увеличением атомной массы, это объясняется усилением межмолекулярного взаимодействия.

11-4.

Соединения кислорода, серы, селена и теллура схожи по составу и типу взаимодействия, это подтверждается сходством их химических свойств.

11-5.

SO₃ — оксид серы (VI)

TeO₃ — оксид теллура (VI)

K₂TeO₄ — теллурат калия

SeO₃ — оксид селена (VI)

K₂SeO₄ — селенат калия

11-6.

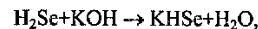
В ряду H₂S—H₂Se—H₂Te восстановительная способность усиливается.

11-7.

В ряду H₂O → H₂Te прочность связи уменьшается, т.к. увеличивается радиус и длина связи, а также уменьшается электроотрицательность элементов.

11-8.

Селеноводород как двухосновная кислота дает 2 ряда солей: кислые и средние:



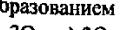
11-9.

$$\rho(O_2) = \frac{M(O_2)}{V_m}, \quad \rho(O_3) = \frac{M(O_3)}{V_m} = \frac{1,5M(O_2)}{V_m} = 1,5\rho(O_2),$$

$$\rho(O_3) = 1,5 \cdot 1,429 = 2,14 \text{ г/л}.$$

11-10.

Да, конечно, озон не очень устойчивое соединение и легко разлагается, с образованием кислорода



11-11.

$$M_{\text{см}} = \omega_{O_3} \cdot M(O_3) + \omega_{O_2} \cdot M(O_2).$$

Пусть $\omega(O_3) = x$. Тогда $\omega(O_2) = 1-x$, составим уравнение

$$M_{\text{см}} = D_{H_2} \cdot M(H_2) = 18 \cdot 2 = 36$$

$$36 = x \cdot 48 + (1-x) \cdot 32, 16x = 4, x = 0,25.$$

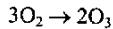
Массовая доля озона в смеси 0,25, можно пересчитать на объемную долю.

$$\omega = \varphi \cdot \frac{M(O_3)}{M_{\text{см}}} \quad (\text{см. задачу 6-74})$$

$$\varphi_{O_3} = \frac{\omega \cdot M_{\text{см}}}{M(O_3)} = \frac{0,25 \cdot 36}{48} = 0,1875 \text{ или } 18,75\%, \varphi_{O_2} = 81,25\%.$$

Ответ: $\varphi_{O_3} = 18,75\%$, $\varphi_{O_2} = 81,25\%$.

11-12.



$$\Delta V = V(O_2) - V(O_3) = 1 \text{ об. ч.} = 5 \text{ мл.}$$

$$V(O_2) = 3 \text{ об. ч.} = 15 \text{ мл.}, V(O_3) = 2 \text{ об. ч.} = 10 \text{ мл.}$$

Ответ: $V(O_2) = 15 \text{ мл.}$; $V(O_3) = 10 \text{ мл.}$

11-13.

Нельзя, т.к. его радиус атома много больше радиуса атомов кислорода и серы, он проявляет больше металлических свойств.

11-14.

Да, должны, т.к. они имеют разное строение молекулы.

11-15.

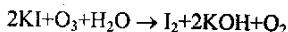
Они являются сильными окислителями.

11-16.

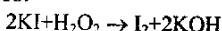
$$n = \frac{M_{\text{в-ва}}}{Ar(S)} = \frac{64}{32} = 2, \text{ из двух атомов,}$$

$$n = \frac{M_{\text{в-ва}}}{Ar(S)} = \frac{256}{32} = 8, \text{ из восьми атомов.}$$

11-17.



11-18.



Cера

11-19.

Сера в природе встречается как в самородном виде, так и в виде соединений, наиболее распространенные: Na_2SO_4 , $CaSO_4$, FeS_2 , PbS , ZnS .

11-20.

По электронному строению сульфид - ион S^{2-} сходен с ионом Cl^- и инертным газом аргоном.

11-21.

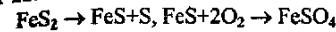
а) ионная $K^+ S^{2-}$

б) ионная $Ca^{2+} S^{2-}$

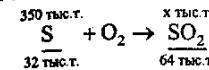
в) ковалентная полярная $S^{+4} O^{-2}$

г) ковалентная полярная $S^{+4} F^{-1}$

11-22.



11-23.

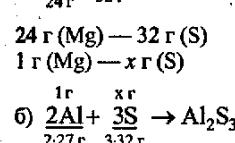
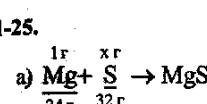


$$\frac{32 \text{ тыс.т. (S)}}{350 \text{ тыс.т. (S)}} = \frac{64 \text{ тыс.т. (SO}_2\text{)}}{x \text{ тыс.т. (SO}_2\text{)}} \quad x = \frac{350000 \cdot 64000}{32000} = 700000 \text{ (т)}$$

Ответ: 700 тыс.т.

11-24.

а) $Ca^{\frac{II}{2}} S^{\frac{VI}{32}} \rightarrow MgS$



$$\frac{1 \text{ г (Al)}}{2 \cdot 27} — \frac{3 \cdot 32 \text{ г (S)}}{1 \text{ г (Al)} — x \text{ г (S)}} \quad x = \frac{1 \cdot 3 \cdot 32}{2 \cdot 27} = 1,78 \text{ (г).}$$

Ответ: 1,78 г.

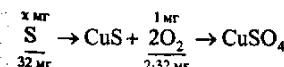
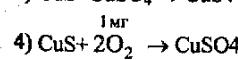
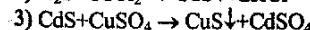
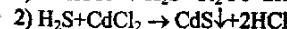
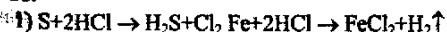
11-25.

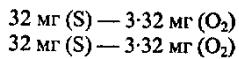
$$Mr(S_{\text{крист}}) = Mr(S_8) = 8 \cdot 32 = 256, v(S_8) = \frac{m(S_8)}{M(S_8)} = \frac{128}{256} = 0,5 \text{ моль.}$$

11-27.

Нет, т.к. сера уже имеет максимальную степень окисления, а фтор более электроотрицательный элемент, чем кислород.

11-28.





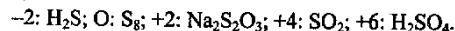
Ответ: 0,5 мг.

$$x = \frac{32 \cdot 1}{2 \cdot 32} = \frac{1}{2} \text{ мг.}$$

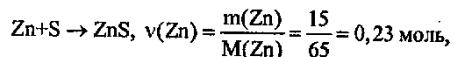
11-29.

В виде FeS, при растворении в кислоте, например, соляной будет ощущаться запах сероводорода.

11-30.



11-31.



$$v(\text{S}) = \frac{m(\text{S})}{M(\text{S})} = \frac{6,4}{32} = 0,2 \text{ моль.}$$

Т.к. цинк находится в избытке, расчет ведем по сере.

$$v(\text{ZnS}) = v(\text{S}) = 0,2 \text{ моль,}$$

$$m(\text{ZnS}) = v(\text{ZnS}) \cdot M(\text{ZnS}) = 0,2 \cdot 97 = 19,4 \text{ (г),}$$

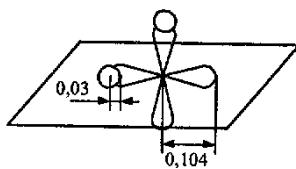
$$v_{\text{peak}}(\text{Zn}) = v(\text{S}) = 0,2 \text{ моль, } v_{\text{окр}}(\text{Zn}) = v(\text{Zn}) - v_{\text{peak}}(\text{Zn}) = 0,23 - 0,2 = 0,03 \text{ моль,}$$

$$m_{\text{окр}}(\text{Zn}) = v_{\text{окр}}(\text{Zn}) \cdot M(\text{Zn}) = 0,03 \cdot 65 = 1,95 \text{ г.}$$

Ответ: 1,95 г Zn и 19,4 г ZnS.

Сероводород

11-32.



Угол 92°.

11-33.

Да, можно, т.к. сероводород тяжелее воздуха.
Mr(H₂S)=2+32=34>Mr_{возд}(29)

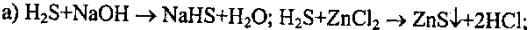
11-34.

Полученный сероводород содержит примесь водорода, который смешанный с воздухом, при поджигании издает хлопок.

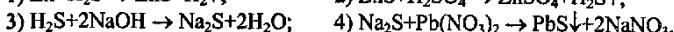
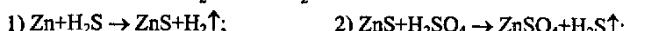
11-35.

- a) можно $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O};$
- б) нельзя $\text{H}_2\text{S} + \text{HCl} \cancel{\rightarrow};$
- в) можно $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow 2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{PbS} \downarrow.$

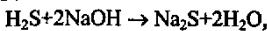
11-36.



11-37.



11-38.

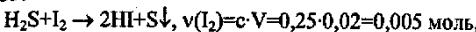


$$v(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})} = \frac{20}{40} = 0,5 \text{ моль,}$$

$$v(\text{H}_2\text{S}) = \frac{1}{2} v(\text{NaOH}) = \frac{1}{2} \cdot 0,5 = 0,25 \text{ моль.}$$

Ответ: 0,25 моль.

11-39.

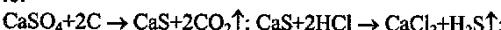


$$v(\text{H}_2\text{S}) = v(\text{I}_2) = 0,005 \text{ моль, } m(\text{H}_2\text{S}) = v(\text{H}_2\text{S}) \cdot M(\text{H}_2\text{S}) = 0,005 \cdot 34 = 0,17 \text{ (г),}$$

$$\omega(\text{H}_2\text{S}) = \frac{m(\text{H}_2\text{S})}{m_{\text{п-па}}} = \frac{0,17}{50} = 0,0034 \text{ или } 0,34 \text{ %.}$$

Ответ: 0,34 %.

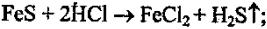
11-40.



$$v(\text{CaS}) = v(\text{H}_2\text{S}) = 1 \text{ моль, } m(\text{CaS}) = v(\text{CaS}) \cdot M(\text{CaS}) = 1 \cdot 72 = 72 \text{ (г).}$$

Ответ: 72 г.

11-41.



$$m(\text{FeS}) = \omega(\text{FeS}) = m_{\text{peak}} = 0,97 \cdot 1000 = 970 \text{ г,}$$

$$v(\text{FeS}) = \frac{970}{88} = 11 \text{ моль, } v(\text{H}_2\text{S}) = v(\text{FeS}) = 11 \text{ моль,}$$

$$V(\text{H}_2\text{S}) = v(\text{H}_2\text{S}) \cdot V_m = 11 \cdot 22,4 = 243,1 \text{ (л).}$$

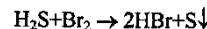
Ответ: 243,1 л.

11-42.

При этом сероводород окисляется до оксида серы (IV).



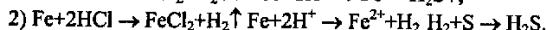
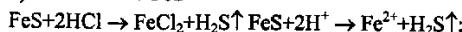
11-43.



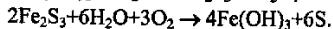
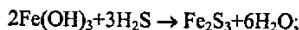
11-44.

Изображена схема процесса восстановления серы до H₂S. При этом необходимо писать участвующие электроны, чтобы сумма зарядов в левой и правой частях уравнения была равна (они не исчезают и не появляются ни откуда).

11-45.

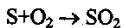


11-46.



Оксиды серы и их свойства

11-47.

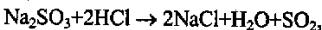


Пусть кислорода x , тогда $M_r(SO_2)=2x$.

$$\omega(S) = \frac{2x - x}{2x} = \frac{1}{2} = 50\%, \quad \omega(O) = \frac{x}{2x} = \frac{1}{2} = 50\%.$$

Ответ: 50 % S и 50 % O.

11-48.



$$v(SO_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{5,6}{22,4} = 0,25 \text{ моль}, \quad v(Na_2SO_3) = v(SO_2) = 0,25 \text{ моль}.$$

Ответ: 0,25 моль.

11-49.

$$m(SO_3) = 32 + 3 \cdot 16 = 80, \quad \omega(S) = \frac{Ar(S)}{M(SO_3)} = \frac{32}{80} = 0,4 \text{ или } 40\%,$$

$$\omega(O) = 60\%, \quad D_{\text{возд}}(SO_3) = \frac{M(SO_3)}{M_{\text{возд}}} = \frac{80}{29} = 2,78.$$

Ответ: 40 % S, 60 % O; 2,78.

11-50.

$$S + O_2 \rightarrow SO_2, \quad v(S) = \frac{m(S)}{M(S)} = \frac{1000}{32} = 31,25 \text{ моль},$$

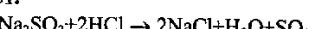
$v(SO_2) = v(S) = 31,25 \text{ моль}$,

$$m(SO_2) = v(SO_2) \cdot M(SO_2) = 31,25 \cdot 64 = 2000 \text{ кг} = 2 \text{ т или}$$

$$M(SO_2) = 2M(S) \Rightarrow m(SO_2) = 2m(S) = 2 \text{ т}.$$

Ответ: 2 т.

11-51.



$$v(SO_2) = \frac{m(SO_2)}{M(SO_2)} = \frac{16}{64} = 0,25 \text{ моль}, \quad v(Na_2SO_3) = v(SO_2) = 0,25 \text{ моль},$$

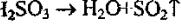
$$m(Na_2SO_3) = v(Na_2SO_3) \cdot M(Na_2SO_3) = 0,25 \cdot 126 = 31,5 \text{ г}.$$

Ответ: 31,5 г.

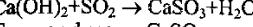
146

11-52.

При нагревании сернистая кислота разлагается на воду и сернистый газ, эта кислота существует только в растворе.

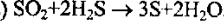
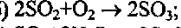
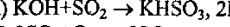


11-53.

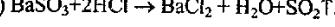
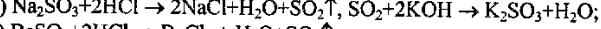
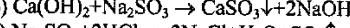
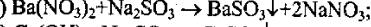


Твердая фаза — $CaSO_3$ — сульфит кальция.

11-54.



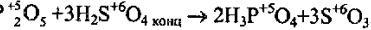
11-55.



11-56.

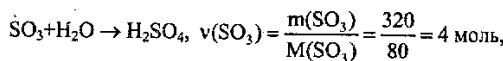
При ее нагревании выделяется сернистый газ, обладающий резким специфическим запахом.

11-57.



Она не является окислительно-восстановительной.

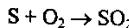
11-58.



$$v(H_2SO_4) = v(SO_3) = 4 \text{ моль}.$$

Ответ: 4 моль.

11-59.



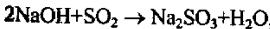
$$24 \text{ г (S)} - 1 \text{ м}^3 \text{ (помещения)} \quad x \text{ г (S)} - 100 \text{ м}^3 \text{ (помещения)} \quad x = \frac{24 \cdot 100}{1} = 2400 \text{ (г)} = 2,4 \text{ кг},$$

$$v(S) = \frac{m(S)}{M(S)} = \frac{2,4}{32} = 0,075 \text{ кмоль}, \quad v(SO_2) = v(S) = 0,075 \text{ кмоль},$$

$$m(SO_2) = v(SO_2) \cdot M(SO_2) = 0,075 \cdot 64 = 4,8 \text{ кг}.$$

Ответ: 4,8 кг.

11-60.



$$V(SO_2) = 1 \cdot 80 = 80 \text{ (л)}, \quad v(SO_2) = \frac{V(SO_2)}{V_m} = \frac{80}{22,4} = 3,57 \text{ моль},$$

$$v(NaOH) = 2v(SO_2) = 2 \cdot 3,57 = 7,14 \text{ моль},$$

$$m(NaOH) = v(NaOH) \cdot M(NaOH) = 7,14 \cdot 40 = 285,6 \text{ (г)}.$$

Ответ: 285,6 г.

147

Серная кислота и ее соли

11-61.

Нужно взвесить склянки. Та, что тяжелее, содержит H_2SO_4 , т.к. ее плотность больше (при условии приблизительно равных концентраций кислот).

11-62.

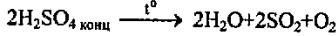
а) уменьшаться, т.к. происходит испарение.

б) увеличиваться, т.к. концентрированная серная кислота очень гигроскопична и поглощает пары воды из воздуха.

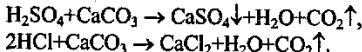
11-63.

Концентрированная серная кислота поглотила пары воды из воздуха, поэтому ее объем увеличился.

11-64.

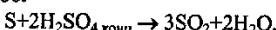


11-65.

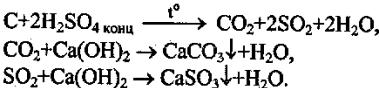


Можно, т.к. в результате реакции с серной кислотой образуется малорастворимый сульфат кальция, а в результате реакции с соляной кислотой растворимый хлорид кальция.

11-66.



11-67.

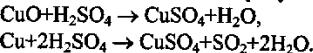


11-68.

Концентрированная серная кислота пассивирует железо, т.к. в этом случае образуется прочная оксидная пленка Fe_2O_3 .

11-69.

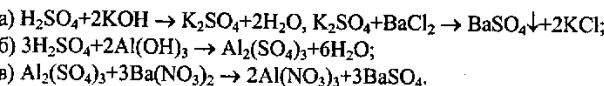
Действием серной кислоты на оксид меди (II) можно получить сульфат меди (II), затратив при этом меньшее количество кислоты, чем действием на медь, т.к. при этом придется использовать концентрированную кислоту и будет выделяться побочный продукт SO_2 .



11-70.

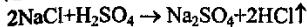
Можно прибавить хлорид бария, при этом сульфат бария выпадет в осадок, а хлорид цинка останется в растворе.

11-71.



148

11-72.



Пусть в смеси было x моль $NaCl$ и y моль Na_2SO_4 , тогда образовалось в результате реакции $\frac{x}{2} + y$ моль Na_2SO_4 .

$$\begin{cases} 142\left(\frac{x}{2} + y\right) = 3,53 \\ 142y + 58,5x = 3,24 \end{cases}, 12,5x = 0,29, x = 0,0232 \text{ моль},$$

$$y = 0,0133 \text{ моль}, m(NaCl) = v(NaCl) \cdot M(NaCl) = 0,0232 \cdot 58,5 = 1,357 \text{ г},$$

$$m(Na_2SO_4) = v(Na_2SO_4) \cdot M(Na_2SO_4) = 0,0123 \cdot 142 = 1,883.$$

Ответ: 1,357 г $NaCl$ и 1,883 г Na_2SO_4 .

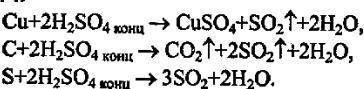
11-73.

$$\omega(H_2SO_4) = \frac{m(H_2SO_4)}{m_{\text{п-па}}} = \frac{v(H_2SO_4) \cdot M(H_2SO_4)}{v(H_2SO_4) \cdot M(H_2SO_4) + v(H_2O) \cdot M(H_2O)} =$$

$$= \frac{1 \cdot 98}{1 \cdot 98 + 1 \cdot 18} = \frac{98}{116} = 0,845 \text{ или } 84,5 \%$$

Ответ: 84,5 %.

11-74.



11-75.

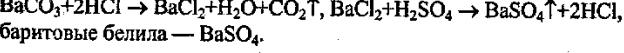
Сульфат бария нерастворим в воде, хлорид бария растворим. Поэтому необходимо добавить к смеси воду, осадок отфильтровать, а к фильтрату добавить раствор нитрата серебра. В случае появления осадка можно утверждать, что радиный образец содержит примесь хлорида бария.

11-76.

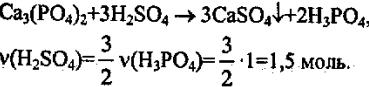
Приимесь карбоната бария можно удалить добавлением серной кислоты.



11-77.

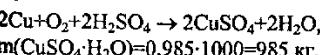


11-78.



Ответ: 1,5 моль.

11-79.



149

$$m(\text{CuSO}_4) = \frac{M(\text{CuSO}_4)}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} \cdot m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{160}{250} \cdot 985 = 630,4 \text{ (кг)},$$

$$v(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{M(\text{CuSO}_4)} = \frac{630,4}{160} = 3,94 \text{ кмоль},$$

$v(\text{Cu}) = v(\text{CuSO}_4) = 3,94 \text{ кмоль},$

$m(\text{Cu}) = v(\text{Cu}) \cdot M(\text{Cu}) = 3,94 \cdot 64 = 252 \text{ кг} = 0,252 \text{ (т)},$

$$v(\text{O}_2) = \frac{1}{2} v(\text{CuSO}_4) = \frac{1}{2} \cdot 3,94 = 1,97 \text{ кмоль},$$

$$m(\text{O}_2) = v(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = 1,97 \cdot 32 = 0,063 \text{ т},$$

Ответ: 0,252 т Cu и 0,063 т O₂.

11-80.

$$M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 23 + 32 + 4 \cdot 16 = 142,$$

142 г (Na₂SO₄) — 44 %

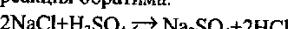
$x \cdot 18 \text{ г (H}_2\text{O)} = 56 \text{ %}$

$$18x \cdot 44 = 142 \cdot 56, x = \frac{142 \cdot 56}{18 \cdot 44} = 10.$$

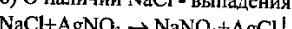
Ответ: Na₂SO₄ · 10H₂O.

11-81.

a) Т.к. сульфат натрия получают из хлорида натрия и серной кислоты, а эта реакция обратима.



b) О наличии NaCl - выпадения осадка при добавлении AgNO₃



О наличии кислоты — покраснение лакмусовой бумагки (среда кислая, а не нейтральная).

11-82.

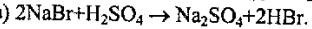
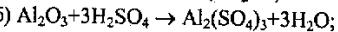
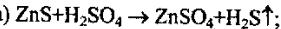
$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98 \text{ г/моль}, M(\text{SO}_3) = 32 + 3 \cdot 16 = 80 \text{ г/моль},$$

98 г (H₂SO₄) — 93,56 %

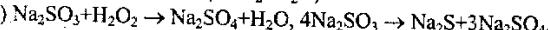
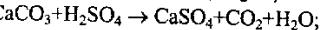
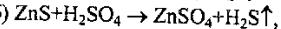
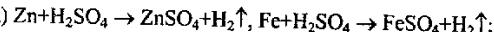
$$80 \text{ г (SO}_3) — x \% . \quad x = \frac{80 \cdot 93,56}{98} = 76,4 \text{ %.}$$

Ответ: 76,4 %.

11-83.



11-84.



11-85.

Можно сушить CO₂, остальные могут окисляться.

11-86.

$$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 - \omega(\text{H}_2\text{O}) = 1 - 0,064 = 0,936,$$

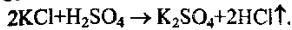
$$m_{\text{p-pa}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \rho \cdot V = 1000 \cdot 1,83 = 1830 \text{ (г)},$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = \omega(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot m_{\text{p-pa}} = 0,936 \cdot 1830 = 1712,88 \text{ (г)},$$

$$v(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{1712,88}{98} \approx 17,5 \text{ моль}$$

Ответ: 17,5 моль.

11-87.



Пусть в исходной смеси было x моль KCl и y моль K₂SO₄. Тогда в результате реакции получилось $\frac{x}{2} + y$ моль K₂SO₄.

$$\begin{cases} \left(\frac{x}{2} + y \right) \cdot 174 = 1,92 \\ 74,5x + 174y = 1,84 \end{cases}, 12,5x = 0,08, x = 0,0064 \text{ моль},$$

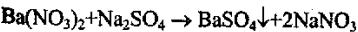
$$y = 0,0078 \text{ моль}, m(\text{KCl}) = \nu(\text{KCl}) \cdot M(\text{KCl}) = 0,0064 \cdot 74,5 = 0,48 \text{ г}, m(\text{K}_2\text{SO}_4) = \nu(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{K}_2\text{SO}_4) = 0,0078 \cdot 174 = 1,36 \text{ г}.$$

Ответ: 0,48 г KCl и 1,36 г K₂SO₄.

11-88.

-
1. $\text{F}_2\text{S} + 4\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$
 2. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{S} \uparrow$
 3. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$
 4. $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_3, \text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$
 5. $\text{S} + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NO} \uparrow$
 6. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{S}, 2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + 2\text{S}$
 7. $\text{S} + \text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{S}$
 8. $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
 9. $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$
 10. $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} \rightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
 11. $4\text{FeS} + 7\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{SO}_2, \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} \rightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
 12. $\text{S} + \text{Fe} \rightarrow \text{FeS}$
 13. $\text{H}_2\text{S} + \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{FeS} \downarrow + 2\text{HCl}$
 14. $\text{FeS} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{S} \uparrow$
 15. $4\text{FeS} + 7\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{SO}_2$
 16. $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} \rightarrow 3\text{S} + \text{H}_2\text{O}, \text{S} + \text{Fe} \rightarrow \text{FeS}$

11-89.



$$\nu(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = \frac{m(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2)}{M(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2)} = \frac{26,1}{261} = 0,1 \text{ моль}.$$

Т.к. Na₂SO₄ находится в избытке, то в фильтрате находится Na₂SO₄ и NaNO₃.

Ответ: Na₂SO₄ и NaNO₃.

Производство серной кислоты

11-90.

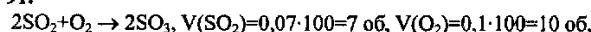
$$\omega(S) = 0,48 - 0,01 = 0,47, m(S) = \omega(S) \cdot m_{\text{кон}} = 0,47 \cdot 1000 = 470 \text{ кг},$$

$$v(S) = \frac{m(S)}{M(S)} = \frac{470}{32} = 14,69 \text{ моль}, v(SO_2) = v(S) = 14,69 \text{ моль},$$

$$m(SO_2) = v(SO_2) \cdot M(SO_2) = 14,69 \cdot 64 = 940 \text{ кг}.$$

Ответ: 940 кг.

11-91.

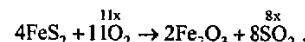


$$V_{\text{peak}}(O_2) = \frac{1}{2} V(SO_2) = 3,5 \text{ об},$$

$$V_{\text{oct}}(O_2) = V(O_2) - V_{\text{peak}}(O_2) = 10 - 3,5 = 6,5 \text{ об}, V_{\text{non}} = V(N_2) + V_{\text{oct}}(O_2), V(N_2) = 0,83 \cdot 100 = 83 \text{ об}, V_{\text{non}} = 83 + 6,5 = 89,5 \text{ об}.$$

Ответ: 89,5 объемов

11-92.



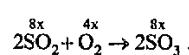
Пусть 1 объемная единица равна x. Объем кислорода, вступившего в реакцию 11x, а объем выделившегося оксида серы (IV) 8x. Тогда объем необходимого воздуха $\frac{11x}{0,2} = 55x$, а взятого в избытке $1,6 \cdot 55x = 88x$.

Объем газовой смеси в результате реакции изменился и стал равным $V_{1 \text{ г.см.}} = V_{\text{возд. изб.}} - V_{\text{peak}}(O_2) + V_{\text{возд.}}(SO_2) = 88x - 11x + 8x = 85x$.

Объем оставшегося кислорода равен

$$V_{\text{oct}}(O_2) = V_{\text{неч.}}(O_2) - V_{\text{peak}}(O_2), V_{\text{неч.}}(O_2) = 1,6 \cdot 11x = 17,6x,$$

$$V_{1 \text{ oct.}}(O_2) = 17,6x - 11x = 6,6x, \varphi_1(O_2) = \frac{V_{\text{oct.}}(O_2)}{V_{1 \text{ г.см.}}} = \frac{6,6x}{85x} = 7,76\%,$$



После того, как смесь прошла через контактный аппарат, ее объем еще уменьшился.

$$V_{2 \text{ г.см.}} = V_{1 \text{ г.см.}} - V_{\text{peak.}}(SO_2) - V_{2 \text{ макс.}}(O_2) + V_{\text{возд.}}(SO_3), V_{\text{peak.}}(SO_2) = 8x,$$

$$V_{2 \text{ peak.}}(O_2) = \frac{1}{2} V_{\text{peak.}}(SO_2) = 4x, V_{\text{возд.}}(SO_3) = V_{\text{peak.}}(SO_2) = 8x,$$

$$V_{2 \text{ г.см.}} = 85x - 8x - 4x + 8x = 81x,$$

$$V_{2 \text{ oct.}}(O_2) = V_{1 \text{ oct.}}(O_2) - V_{2 \text{ peak.}}(O_2) = 6,6x - 4x = 2,6x,$$

$$\varphi_2(O_2) = \frac{V_{2 \text{ oct.}}(O_2)}{V_{2 \text{ г.см.}}} = \frac{2,6x}{81x} = 3,2\%.$$

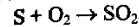
Ответ: 7,76%, 3,2%.

11-93.

В состав колчедана входит большое количество примесей, которые при сгорании образуют различные побочные продукты, в том числе и газообразные.

152

11-94.



Также в состав газа входят азот, кислород, углекислый газ и пары воды, содержащиеся в воздухе, которым окисляют серу.

11-95.

$$Mr(H_2SO_4) = 98, Mr(SO_3) = 80, 98 \text{ т}$$

$$(H_2SO_4) — 151 \text{ млн. т. } (H_2SO_4) = \frac{80 \cdot 151}{98} = 123,3 \text{ млн. т.}$$

Ответ: 123,3 млн. т.

11-96.

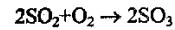


$$v(S) = \frac{m(S)}{M(S)} = \frac{360}{32} = 11,25 \text{ Ммоль}, v(H_2SO_4) = v(S) = 11,25 \text{ Ммоль},$$

$$m(H_2SO_4) = v(H_2SO_4) \cdot M(H_2SO_4) = 11,25 \cdot 98 = 1102,5 \text{ т}.$$

Ответ: 1102,5 т.

11-97.



$$V_{\text{peak}}(SO_2) = 1 \cdot V(SO_2) = 0,82 \cdot 7 = 5,74 \text{ моль},$$

$$V_{\text{peak}}(O_2) = \frac{1}{2} V_{\text{peak}}(SO_2) = \frac{1}{2} \cdot 5,74 = 2,87 \text{ моль},$$

$$V_{\text{non}}(SO_3) = V_{\text{peak}}(SO_2) = 5,74 \text{ моль},$$

$$V_{\text{oct}}(O_2) = V(O_2) - V_{\text{peak}}(O_2) = 11 - 2,87 = 8,13 \text{ моль},$$

$$V_{\text{oct}}(SO_2) = V(SO_2) - V_{\text{peak}}(SO_2) = 7 - 5,74 = 1,26 \text{ моль},$$

$$V_{\text{cm}} = V_{\text{non}}(SO_3) + V_{\text{oct}}(O_2) + V_{\text{oct}}(SO_2) + V(N_2) = 7,74 + 8,13 + 1,26 + 82 = 97,13 \text{ моль}$$

Поскольку все компоненты смеси - газы, мы можем заменить объемные отношения молярными.

$$\varphi(SO_3) = \frac{V_{\text{non}}(SO_3)}{V_{\text{cm}}} = \frac{5,74}{97,13} = 0,059 \text{ или } 5,9\%$$

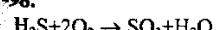
$$\varphi(O_2) = \frac{V_{\text{oct}}(O_2)}{V_{\text{cm}}} = \frac{8,13}{97,13} = 0,084 \text{ или } 8,4\%$$

$$\varphi(SO_2) = \frac{V_{\text{oct}}(SO_2)}{V_{\text{cm}}} = \frac{1,26}{97,13} = 0,013 \text{ или } 1,3\%$$

$$\varphi(N_2) = \frac{V_{\text{non}}(N_2)}{V_{\text{cm}}} = \frac{82}{97,13} = 0,844 \text{ или } 84,4\%.$$

Ответ: 5,9% SO₃; 8,4% O₂; 1,3% SO₂, 84,4% N₂.

11-98.



После охлаждения все продукты, кроме SO₃, остаются в газовой фазе, лишь SO₃ конденсирует. Из чистого SO₃ получается 100% серная кислота.

11-99.

$$m(S) = \omega(S) \cdot m_{\text{кон}} = 0,45 \cdot 1000 = 450 \text{ кг}, S + O_2 \rightarrow SO_2$$

153

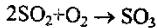
$$v(S) = \frac{m(S)}{M(S)} = \frac{450}{32} = 14 \text{ кмоль}, v(SO_2) = v(S) = 14 \text{ кмоль},$$

$$m_{\text{теор}}(SO_2) = v(SO_2) \cdot M(SO_2) = 14 \cdot 64 = 896 \text{ кг},$$

$$m_{\text{нр}} = \eta \cdot m_{\text{теор}}(SO_2) = 0,98 \cdot 896 = 878 \text{ кг} = 0,878 \text{ т}.$$

Ответ: 0,878 т.

11-100.

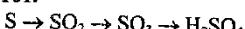


Пусть взято x л смеси, тогда
 $V(SO_2) = 0,07x$ л, $V(O_2) = 0,105x$ л,

$$V_{\text{необх}}(O_2) = \frac{1}{2} V(SO_2) = 0,035x \text{ л}, \frac{V(O_2)}{V_{\text{необх}}(O_2)} = \frac{0,105x}{0,035x} = 3.$$

Ответ: в 3 раза.

11-101.



$$m(S) = \omega(S) \cdot m_{\text{кор}} = 0,45 \cdot 320 = 144 \text{ (м)},$$

$$v(S) = \frac{m(S)}{M(S)} = \frac{144}{32} = 4,5 \text{ Ммоль}, v(H_2SO_4) = v(S) = 4,5 \text{ Ммоль},$$

$$m_{\text{теор}}(H_2SO_4) = v(H_2SO_4) \cdot M(H_2SO_4) = 4,5 \cdot 98 = 441 \text{ т},$$

$$\eta = \frac{m_{\text{нр}}(H_2SO_4)}{m_{\text{теор}}(H_2SO_4)} = \frac{405}{441} = 0,918 \text{ или } 91,8 \text{ \%}.$$

Глава 12. Основные закономерности химических реакций

Скорость химических реакций

12-1.

Скорость химической реакции зависит от:

1. концентрации веществ для реакции $aA + bB \rightarrow cC + dD$,
 $v = k[A]^a[B]^b$;

$$2. \text{ температуры } v_2 = v_1 \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$$

3. площади соприкосновения веществ. Именно поэтому реакции проводят в растворах.

4. катализатора — вещество, повышающее скорость реакции, но само при этом не расходующееся.

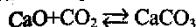
12-2.

С течением времени скорость большинства реакций уменьшается, т.к. уменьшаются концентрации исходных веществ. Но с течением реакции могут повышаться их температуры, поэтому реакция ускоряется. Например



12-3.

До достижения равновесия скорость прямой реакции больше обратной, затем они сравниваются.



Скорость прямой реакции больше скорости обратной, что приводит к образованию карбоната кальция, при нагревании наоборот.

12-4.

$$\Delta C(A) = C_{\text{исх}}(A) - C_{\text{пол}}(A) = 0,8 - 0,78 = 0,02 \text{ моль/л},$$

$$\Delta C(B) = \Delta C(A) = 0,02 \text{ моль/л},$$

$$C_{\text{пол}}(B) = C_{\text{исх}}(B) - \Delta C(B) = 1,00 - 0,02 = 0,98 \text{ моль/л},$$

$$v_A = \frac{\Delta C(A)}{\Delta t} = \frac{0,02}{20} = 0,001 \text{ моль/л}\cdot\text{мин},$$

$$v_B = \frac{\Delta C(B)}{\Delta t} = \frac{0,02}{20} = 0,001 \text{ моль/л}\cdot\text{мин}.$$

Ответ: $C(B) = 0,98 \text{ моль/л}$; $v = 0,001 \text{ моль/л}\cdot\text{мин}$.

12-5.

$$a) \Delta C(A) = 2,7 - 2,5 = 0,2 \text{ моль/л}, \Delta C(B) = 0,2 \text{ моль/л},$$

$$\Delta C(C) = 0,2 \text{ моль/л}, Спол(B) = 2,5 - 0,2 = 2,3 \text{ моль/л},$$

$$Спол(C) = 0 + 0,2 = 0,2 \text{ моль/л};$$

$$b) v = \frac{\Delta C}{\Delta t} = \frac{0,2}{30} = 0,0067 \text{ моль/л}\cdot\text{мин}.$$

Ответ: а) $C(B) = 2,3 \text{ моль/л}$, $C(C) = 0,2 \text{ моль/л}$,
б) $0,0067 \text{ моль/л}\cdot\text{мин}$.

12-6.

Скорость реакции изменится, т.к. изменится концентрация водорода и кислорода.

12-7.

$$a) v_1 = k[A][B], v_2 = k2[A][B], \frac{v_2}{v_1} = 2 \text{ Увеличится в 2 раза.}$$

$$b) v_1 = k[A][B], v_2 = k2[A]2[B], \frac{v_2}{v_1} = 2 \text{ Увеличится в 2 раза.}$$

$$b) v_1 = k[A][B], v_2 = k2[A]2[B], \frac{v_2}{v_1} = 4 \text{ Увеличится в 4 раза.}$$

$$d) v_1 = k[A][B], v_2 = k2[A] \frac{1}{2} [B], \frac{v_2}{v_1} = 1 \text{ не изменится}$$

д) При увеличении давления в 2 раза, концентрация каждого из веществ увеличится в 2 раза.

$$v_1 = k[A][B], v_2 = k2[A]2[B], \frac{v_2}{v_1} = 4 \text{ Увеличится в 4 раза.}$$

12-8.

$$v_2 = v_1 \gamma^{\frac{t_2-t_1}{10}}, \quad \frac{v_2}{v_1} = \gamma^{\frac{10}{10}} = \gamma = 2$$

a) $v_2 = v_1 \gamma^{\frac{t_2-t_1}{10}} = 0,04 \cdot 2^{\frac{10-20}{10}} = 0,04 \cdot 4 = 0,16 \text{ моль/л}\cdot\text{ч},$

б) $v_2 = v_1 \gamma^{\frac{t_2-t_1}{10}} = 0,04 \cdot 2^{\frac{10-20}{10}} = 0,04 \cdot \frac{1}{2} = 0,02 \text{ моль/л}\cdot\text{ч},$

в) $v_2 = v_1 \gamma^{\frac{t_2-t_1}{10}} = 0,04 \cdot 2^{\frac{0-20}{10}} = 0,04 \cdot \frac{1}{4} = 0,01 \text{ моль/л}\cdot\text{ч}.$

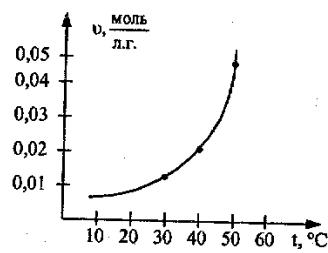
12-9.

$$\frac{v_2}{v_1} = \gamma^{\frac{10}{10}} = \gamma = 3$$

a) $v_2 = v_1 \gamma^{\frac{t_2-t_1}{10}} = 0,01 \cdot 3^{\frac{0-30}{10}} = 0,01 \cdot \frac{1}{27} = 3,7 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}\cdot\text{мин},$

б) $v_2 = v_1 \gamma^{\frac{t_2-t_1}{10}} = 0,01 \cdot 3^{\frac{60-30}{10}} = 0,01 \cdot 27 = 0,27 \text{ моль/л}\cdot\text{мин}.$

12-10.



12-12.

При взрыве скорость реакции быстрая, точнее она почти мгновенно.

12-13.

При низких температурах, что как раз и достигается в холодильнике, сильно уменьшаются скорости реакции брожения и гниения, т.е. продукты почти не портятся.

12-14.

Может, т.к. при этом увеличивается площадь соприкосновения реагирующих веществ. Например, в растворах реакции происходят очень быстро, т.к. каждая частица представляет собой ион, а в твердом веществе это кристаллы, состоящие из очень большого количества атомов.

12-15.

В основном это цепные реакции, для инициализации которых требуется какое-то количество энергии - т.е. нагревание или освещение.

156.

Химическое равновесие

12-16.

Если за единицу времени образуется 1 млрд молекул SO_3 , то за то же время расходуется 1 млрд молекул SO_2 и 0,5 млрд молекул O_2 . Т.к. установлено равновесие, то расходится также 1 млрд молекул SO_3 , образует 1 млрд молекул SO_2 и 0,5 млрд молекул O_2 .

Вещество	Расходуется за 1 единицу времени	Образуется за 1 единицу времени
SO_3	1 млрд	1 млрд
SO_2	1 млрд	1 млрд
O_2	0,5 млрд	0,5 млрд

Если внешние факторы останутся прежними, то состав смеси со временем не изменится.

12-17.

Нет, т.к. объемы газов в левой и правой части уравнения равны.

12-18.

Нет, т.к. не происходит никаких химических процессов.

12-19.

Нет, т.к. при протекании реакции объем смеси не меняется.
 $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$

12-20.

- 1) влево, т.к. реакция экзотермическая;
 2) вправо, т.к. реакция эндотермическая.

12-21.

Нет, т.к. медь с водой не реагирует, т.е. нет обратной реакции
 $\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$

12-22.

Дело в том, что образующийся в результате реакции водород улетучивается и не вступает в обратную реакцию.

12-23.

- 1) вправо, т.к. происходит уменьшение объема,
 2) вправо, т.к. происходит уменьшение объема.

12-24.

- 1) смещается влево, т.к. реакция эндотермическая,
 2) смещается вправо, т.к. реакция экзотермическая.

12-25.

- а) смещается вправо, т.к. реакция протекает с уменьшением объема;
 б) влево, т.к. реакция эндотермическая;
 в) вправо, т.к. увеличивается концентрация исходного вещества.

12-26.

- 1) не смещается, т.к. реакция протекает без изменения объема системы,
 2) смещается влево, т.к. реакция протекает с уменьшением объема.

12-27.

а) влево, б) вправо.

12-28.

Нет, т.к. кислород в результате реакции улетучивается.

12-29.

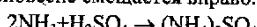
Для обоих случаев скорости прямой и обратной реакций в состоянии равновесия равны.

12-30.

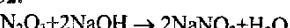
Равновесие системы максимально сдвинуто влево при понижении температуры и повышении давления.

12-31.

Серная кислота поглощает образующийся аммиак, т.е. снижает его концентрацию, в результате чего равновесие смешается вправо.



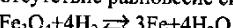
12-32.



В результате реакции образуются нитрит натрия и вода.

12-33.

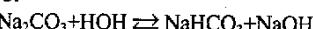
Обратная реакция протекает лишь при условии вильного нагревания, в его отсутствие равновесие сильно смешено вправо.



12-34.

Процесс адсорбции является экзотермическим, поэтому при повышенной температуре он замедляется. Обратный процесс — десорбция эндотермический, поэтому при нагревании ускоряется.

12-35.



а) вправо, б) вправо.

Защита окружающей среды

12-36.

Нет, т.к. зачастую при обессоливании воды многие прилегающие почвы сильно засаливаются и превращаются в малопригодные для сельского хозяйства солончаки.

12-37.

В этом случае вода, содержащая даже ПДК вредных веществ не поступает в природные водоемы и не загрязняет окружающую среду.

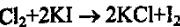
12-38.

$$C_{об} = \frac{V(\text{HCl})}{V_{ном}} = \frac{v(\text{HCl}) \cdot V_m}{V_{ном}} = \frac{m(\text{HCl}) \cdot V_m}{M(\text{HCl}) \cdot V_{ном}}$$

$$C_{об}(\text{произв}) = \frac{5 \cdot 22,4}{36,5 \cdot 1} = 3 \text{ мл/м}^3, C_{об}(\text{насел}) = \frac{0,05 \cdot 22,4}{36,5 \cdot 1} = 0,03 \text{ мл/м}^3$$

На производстве ПДК больше, т.к. работающие там люди имеют спецодежду и другие средства защиты, уменьшающие поступление HCl в организм, а обычное население нет. А также предполагается, что из производственных помещений вредные вещества не поступают в окружающую среду. Если же газ содержится в атмосфере населенного пункта, он может мигрировать в другую местность и наносить вред еще и там.

12-39.



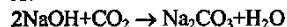
$$v(\text{KI}) = \frac{m(\text{KI})}{M(\text{KI})} = \frac{73,2}{166} = 2,26 \text{ ммоль}, v(\text{Cl}_2) = \frac{1}{2} v(\text{KI}) = \frac{1}{2} \cdot 2,26 = 1,13 \text{ ммоль},$$

$$m(\text{Cl}_2) = v(\text{Cl}_2) \cdot M(\text{Cl}_2) = 1,13 \cdot 71 = 80,23 \text{ мг},$$

$$C(\text{Cl}_2) = \frac{m(\text{Cl}_2)}{V(\text{Cl}_2)} = \frac{80,23}{40} = 2 \text{ мг/м}^3.$$

Ответ: опасно.

12-40.



$$m_{\text{п-па}}(\text{NaOH}) = \rho \cdot V = 1,197 \cdot 15 = 17,955 \text{ г},$$

$$m(\text{NaOH}) = \omega(\text{NaOH}) \cdot m_{\text{п-па}} = 17,955 \cdot 0,18 = 3,23 \text{ (г)},$$

$$v(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})} = \frac{3,23}{40} = 0,08 \text{ моль},$$

$$v(\text{CO}_2) = \frac{1}{2} v(\text{NaOH}) = 0,04 \text{ моль}, V(\text{CO}_2) = v(\text{CO}_2) \cdot V_m = 0,04 \cdot 22,4 = 0,896 \text{ (л)},$$

$$V(\text{CO}) = \frac{1}{2} V(\text{CO}) = \frac{1}{2} \cdot 0,896 = 0,448 \text{ (л)}, \frac{V(\text{CO})}{V_{\text{сн}}} = \frac{0,448}{35} = 0,0128 \text{ или } 1,28 \text{ %.}$$

Ответ: соответствует.

12-41.

Озон окисляет вредные вещества до менее вредных и насыщает воду кислородом.



12-42.

Примем, что объем распространения сероводорода — параллелепипед.

$$V_{\text{зоны}} = (5 \cdot 2) \cdot (5 \cdot 2) = 200 \text{ км}^3$$

$$V(\text{H}_2\text{S}) = C \cdot V_{\text{зоны}} = \frac{1}{20} \cdot 0,01 \cdot 200 \cdot (10^3)^3 \cdot 10^3 = 100 \cdot 10^9 \text{ мг} = 10^5 \text{ м}^3,$$

$$v(\text{H}_2\text{S}) = \frac{V(\text{H}_2\text{S})}{V_m} = \frac{100}{22,4} \cdot 10^3 = 4,46 \cdot 10^3 \text{ кмоль} = 4,46 \text{ Ммоль},$$

$$v(\text{H}_2\text{SO}_4) = v(\text{H}_2\text{S}) = 4,46 \text{ Ммоль},$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = v(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 4,46 \cdot 98 = 437,08 \text{ (т)}.$$

Ответ: 437,08 т.

Глава 13. Теория электролитической диссоциации

Диссоциация оснований, кислот и солей

13-1.

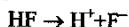
- а) нет, б) да, в) нет, г) нет.

13-2.

- а) нет, б) да, в) нет, г) да.

13-3.

Это можно объяснить тем, что в воде происходит диссоциация, образуются ионы, благодаря которым раствор хорошо проводит электрический ток.



13-4.

Железо реагирует с соляной кислотой, при этом цистерны разрушаются, а концентрированная серная кислота железо пассивирует, поэтому можно использовать железные цистерны.

13-5.

Бензол — неполярный растворитель, поэтому соляная кислота в нем не диссоциирует, соответственно не образуются ионы и не проводится ток. А также, раз нет ионов H^+ , то цинк не окисляется.

13-6.

- а) K^+ и NO_3^- ; б) Ca^{2+} и Cl^- ; в) Na^+ и SO_4^{2-} .

13-7.

- а) ион хлора (хлорид-ион) Cl^- , атом хлора Cl, молекула хлора Cl_2
 б) оксид серы (VI) SO_3 , сульфит-ион SO_3^{2-}
 в) атом натрия Na, ион натрия Na^+
 г) атом серы S, сульфид ион S^{2-} , молекула серы S_8 .

13-8.

- а) нет, т.к. SO_3 реагирует с водой $SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$
 б) нет, т.к. не существует в свободном виде
 в) нет, т.к. Na реагирует с водой $2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2$
 г) нет, т.к. не существует в свободном виде
 д) нет, т.к. не существует в свободном виде
 е) можно
 ж) нет, т.к. не существует в свободном виде

13-9.

- а) Al^{3+} и NO_3^- , б) Al^{3+} и SO_4^{2-} , в) H^+ и I^-

13-10.

- а) K^+ и Br^- , б) K^+ и OH^- , в) H^+ и NO_3^- , г) Na^+ и F^-

13-11.

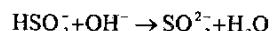
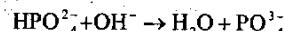
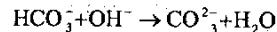
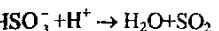
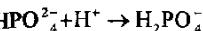
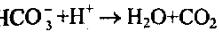
- а) $K_2SO_4 \rightarrow 2K + SO_4^{2-}$,
 б) $CaCl_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2Cl^-$,
 в) $HBr \rightarrow H^+ + Br^-$.

160

13-2.

13-12.

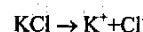
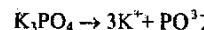
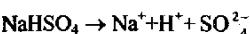
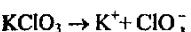
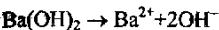
Все эти ионы можно назвать аморторными, т.к. они реагируют как с кислотами (H^+ ионами), так и основаниями (OH^- ионами).



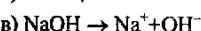
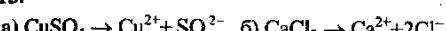
13-13.

Ион водорода H^+ обладает ярко выраженными окислительными свойствами, в то время как атомы водорода напротив восстановительными.

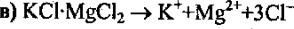
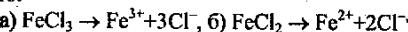
13-14.



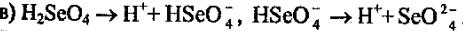
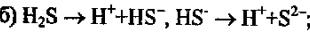
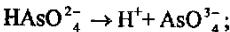
13-15.



13-16.



13-17.



13-18.

1) Растворить HCl в воде

2) Нагреть медь в токе хлора

3) Слить растворы $CuSO_4$ и $NaOH$

4) Растворить H_2SO_4 в воде

5) Слить растворы HCl и $NaOH$

6) Нагреть $Mg(OH)_2$.

13-19.

1) В раствор, содержащий нитрат свинца (II) поместить кусочек магния.

2) В раствор, содержащий нитрат серебра (I) поместить кусочек меди (медную проволоку).

3) В раствор, содержащий нитрат серебра (I) наливать осторожно гранулы шунги.

4) Взять кристаллы $Ca(OH)_2$, поместить их пробирку и осторожно наливать.

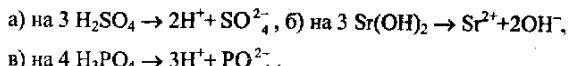
5) В раствор, содержащий сульфат кальция, прилить раствор гидроксида серия.

6) В раствор, содержащий хлорид магния, прилить раствор гидроксида серия.

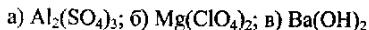
2386

161

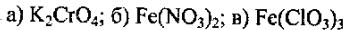
13-20.



13-21.



13-22.



13-23.

Задача имеет несколько решений, т.к. комбинированием данных ионов можно получить соли различного состава. Например, можно растворить следующие соли: NaBr , KBr , FeSO_4 , CaCl_2 , MgCl_2 .

13-24.

Это соль, т.к. при диссоциации она образует ионы, но не содержит среди них ионов H^+ или OH^- .

13-25.

Окраска вызвана ионами MnO_4^- .

13-26.

а) нет; б) да, обычно синий; в) нет; г) нет; д) нет; е) да, желтую; ж) да, желтую; з) нет.

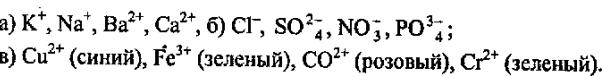
13-27.

Окраску этим растворам придают катионы, т.к. анион Cl^- бесцветен. CuCl_2 — голубой; FeCl_3 — бурый; AgCl — белый (от бесцветного).

13-28.

Окраска растворов солей натрия обусловлена анионами, т.к. катион Na^+ бесцветен, поскольку бесцветен раствор NaCl .

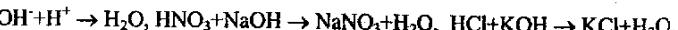
13-29.



13-30.

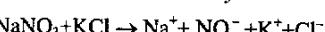
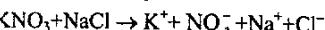
Для BaCl_2 — Ba^{2+} , для CuCl_2 — Cu^{2+} , для H_3AsO_4 — AsO_4^{3-} .

13-31.



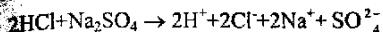
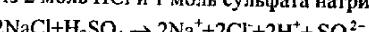
13-32.

Из солей NaNO_3 и KCl .



13-33.

Из 2 моль HCl и 1 моль сульфата натрия.



13-34.

$$\text{Mr}(\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 65 + 32 + 4 \cdot 16 + 7(2 \cdot 1 + 16) = 287,$$

$$287 \text{ кг (к/т)} — 65 \text{ кг (Zn)} \quad x = \frac{4 \cdot 65}{287} = 0,9 \text{ (кг).}$$

Ответ: 0,9 кг/га.

13-35.

$$\text{Mr}(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 64 + 32 + 4 \cdot 16 + 5(2 \cdot 1 + 16) = 250$$

$$250 \text{ кг (к/т)} — 0,02 \% \quad x = \frac{64 \cdot 0,02}{250} = 0,005 \%$$

Ответ: 0,005 %.

13-36.

$$v(\text{KCl}):v(\text{K}_2\text{SO}_4) = 2:1$$

13-37.

$$v(\text{MgSO}_4):v(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 3:1$$

13-38.

$$v(\text{Na}^+) = \frac{m(\text{Na}^+)}{\text{M}(\text{Na}^+)} = \frac{0,69}{23} = 0,03 \text{ моль/л}$$

$$v(\text{NO}_3^-) = \frac{m(\text{NO}_3^-)}{\text{M}(\text{NO}_3^-)} = \frac{1,68}{62} = 0,027 \text{ моль/л}$$

Ответ: разная.

13-39.

$$v(\text{Na}^+) = 2v(\text{SO}_4^{2-}) = 2 \text{ моль}, m(\text{Na}^+) = v(\text{Na}^+) \cdot \text{M}(\text{Na}^+) = 2 \cdot 23 = 46 \text{ (г).}$$

Ответ: 46 г.

13-40.

$$v(\text{Na}^+) = v(\text{Br}^-) - v(\text{K}^+) = 3 - 1 = 2 \text{ моль},$$

$$m(\text{Na}^+) = v(\text{Na}^+) \cdot \text{M}(\text{Na}^+) = 2 \cdot 23 = 46 \text{ (г).}$$

Ответ: 46 г.

13-41.

$$N_{\text{песч}}(\text{H}_2\text{O}) = N(\text{H}^+) = 6,02 \cdot 10^{23}, m(\text{H}_2\text{O}) = \rho \cdot V = 1000 \cdot 1 = 1000 \text{ г},$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{\text{M}(\text{H}_2\text{O})} = \frac{1000}{18} = 55,56 \text{ г,}$$

$$N(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{H}_2\text{O}) \cdot N_A = 55,56 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 334,47 \cdot 10^{23},$$

$$\frac{N(\text{H}_2\text{O})}{N_{\text{песч}}(\text{H}_2\text{O})} = \frac{334,47 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 55,56 \cdot 10^7.$$

Ответ: $5,56 \cdot 10^8$ молекул.

13-42.

а) повышает, т.к. наибольший урожай со внесенными K_2SO_4 и KCl .

б) не влияет, т.к. на 3-й делянке урожайность не изменилась.

в) снижает, т.к. добавление на 2-й и 4-й делянках снижает урожай.

г) не влияет на урожай, т.к. при их внесении урожай и снизился и увел.

Реакция ионного обмена

13-43.

Раствор такого же состава можно приготовить из 1 моль хлорида натрия и 1 моль йодида калия.

13-44.

Раствор такого же состава можно приготовить из 2 моль бромида натрия и 1 моль сульфида калия.

13-45.

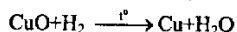
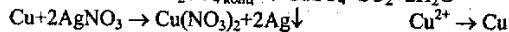
Раствор такого же состава можно приготовить из 1 моль хлорида магния и 1 моль сульфата натрия.

$$m(MgCl_2) = v(MgCl_2) \cdot M(MgCl_2) = 1 \cdot 95 = 95 \text{ (г)}$$

$$m(Na_2SO_4) = v(Na_2SO_4) \cdot M(Na_2SO_4) = 2 \cdot 142 = 284 \text{ (г)}$$

Ответ: 95 г MgCl₂ и 284 г Na₂SO₄.

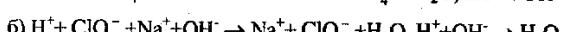
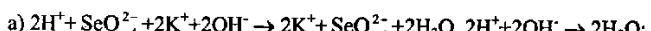
13-46.



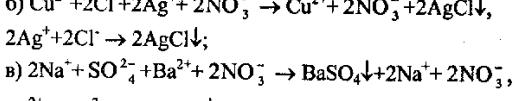
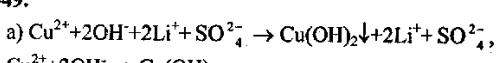
13-47.

Это могут быть ионы Ba²⁺, Pb²⁺, Ca²⁺.

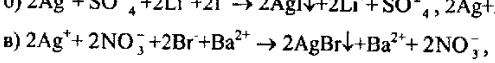
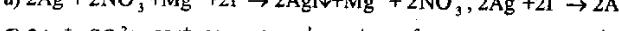
13-48.



13-49.



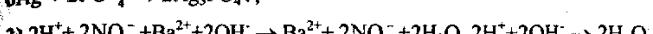
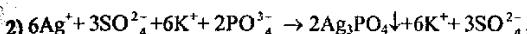
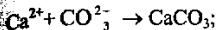
13-50.



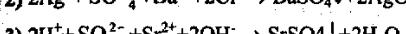
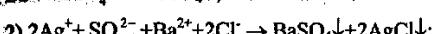
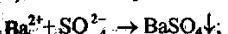
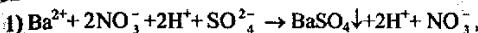
13-51.



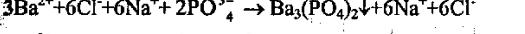
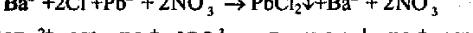
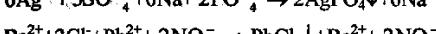
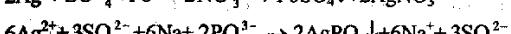
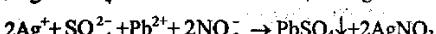
164



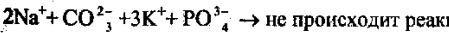
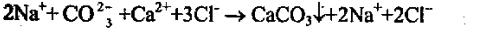
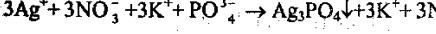
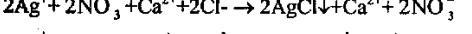
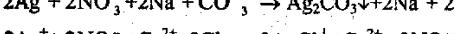
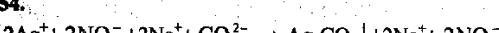
13-52.



13-53.



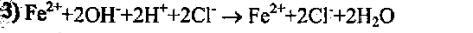
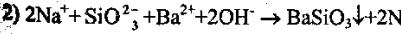
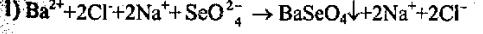
13-54.



13-55.

Происходила реакция обмена, в результате которой почва поглощала ионы K⁺ и отдавала Ca²⁺.

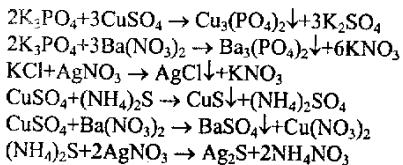
13-56.



13-57.



165



13-58.

В некоторый момент (когда погасла лампа) весь гидроксид бария прореагировал с серной кислотой, при этом образовались два вещества неэлектролита BaSO_4 и H_2O , при дальнейшем добавлении серной кислоты лампа вновь начнет светить, т.к. появятся ионы H^+ и SO_4^{2-} . Те же явления не будут наблюдаться, если заменить серную кислоту соляной (лампа будет светить постоянно), т.к. не образуются неэлектролиты, и в растворе постоянно присутствуют ионы.

Гидролиз солей

13-59.

Степень гидролиза зависит от температуры - при ее повышении увеличивается от концентрации вещества, с понижением концентрации степень гидролиза возрастает.

13-60.

При повышении температуры степень гидролиза возрастает.

13-61.

При понижении концентрации соли степень ее гидролиза увеличивается.

13-62.

Это объясняется тем, что увеличивается степень гидролиза NH_4Cl , повышается концентрация H^+ .

13-63.

SnCl_2 - кислая; CH_3COONa — щелочная, K_2S — щелочная.

13-64.

Да, т.к. в результате реакции нейтрализации образуются соли и вода — исходные вещества для реакции гидролиза.

13-65.

I $\text{Na}_2\text{S} + \text{HOH} \rightleftharpoons \text{NaOH} + \text{NaHS}$, II $\text{NaHS} + \text{HOH} \rightleftharpoons \text{NaOH} + \text{H}_2\text{S}$.

Будет ощущаться запах сероводорода.

13-66.

I $2\text{FeSO}_4 + 2\text{HOH} \rightleftharpoons (\text{FeOH})_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$
II $(\text{FeOH})_2\text{SO}_4 + 2\text{HOH} \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$

среда кислая

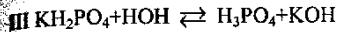
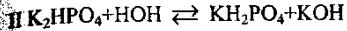
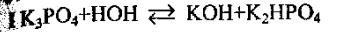
I $\text{Na}_2\text{S} + \text{HOH} \rightleftharpoons \text{NaOH} + \text{NaHS}$

II $\text{NaHS} + \text{HOH} \rightleftharpoons \text{NaOH} + \text{H}_2\text{S}$

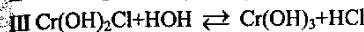
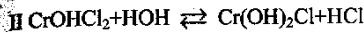
среда щелочная.

166

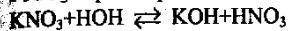
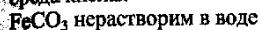
13-67.



среда щелочная

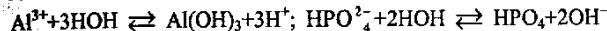


среда кислая



Соль образована сильной кислотой и сильным основанием, гидролизу не подвергается.

13-68.



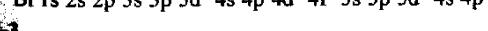
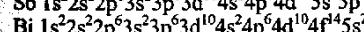
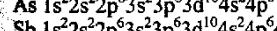
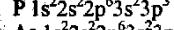
Глава 14. Азот и фосфор

Свойства азота

14-1.

Да, соответствует, т.к. азот не поддерживает дыхание, живые организмы в среде азота задыхаются.

14-2.



14-3.

В молекуле азота 14 электронов.

14-4.

а) Мышьяк, сурьма и висмут находятся в больших периодах, где помимо заполнения s- и p-орбиталей также заполняются d-орбиталами (10 электронов) и f-орбитали (только для висмута, 14 электронов).

б) Все эти элементы расположены в главной подгруппе V группы, потому имеют одинаковое строение внешней электронной оболочки.

14-5.

$$D_{\text{возд}}(\text{N}_2) = \frac{\text{Mr}(\text{N}_2)}{\text{M}_{\text{возд}}} = \frac{28}{29} = 0,966, D_{\text{H}_2} = \frac{\text{Mr}(\text{N}_2)}{\text{Mr}(\text{H}_2)} = \frac{28}{2} = 14.$$

В принципе азотом можно пользоваться для заполнения аэростата, т.к. он не взрывоопасен, но ненамного поэтому его подъемная мощность очень мала.

167

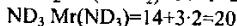
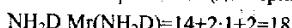
14-6.

$$\frac{m(N_2)}{V(H_2O)} = \frac{v(N_2) \cdot M(N_2)}{V(H_2O)} = \frac{6,8 \cdot 10^{-4} \cdot 28}{1} = 0,019 \text{ г/л.}$$

Ответ: 0,019 г/л.

14-7.

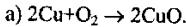
обозначим ^3H как D (дейтерий)



14-8.

- а) Li_3N ; б) Mg_3N_2 ; в) AlN ; г) Ca_3N_2 .

14-9.



Азот, полученный из воздуха таким образом содержит примеси аргона и кислорода.

б) Азот получается практически чистый, если конденсировать пары воды.

14-10.

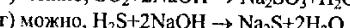
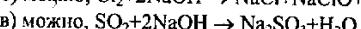
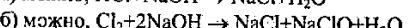
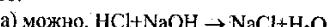
1. Хлор можно распознать по цвету и запаху.

2. Если внести тлеющую лучину в каждый цилиндр, то в цилиндре с кислородом она вспыхнет, а в остальных потухнет.

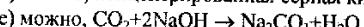
3. Налить в каждый цилиндр известковой воды, в цилиндрах с оксидом углерода (IV) и оксидом серы (IV) она помутнеет.

4. В оставшемся цилиндре будет находиться азот.

14-11.



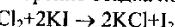
д) можно, концентрированная серная кислота поглотит пары воды



ж) нет.

14-12.

а) Пропустить данный газ через раствор йодида калия, если наблюдаеться выпарение осадка йода, значит содержится хлор



б) Пропустить данный газ через воду, затем поместить туда лакмусовую бумажку, если она покраснеет, значит содержит хлороводород.

14-13.

Это соединение помимо азота должно содержать самый легкий элемент, потому это NH_3 ($\omega(\text{N})=0,823$) и N_2H_4 ($\omega(\text{N})=0,875$).

14-14.

Встречается достаточно много соединений азота, поэтому он не может относиться к инертным газам.

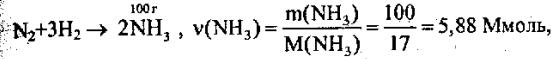
168

Аммиак

15.

Раствор аммиака в воде образует щелочь - гидроксид аммония, который легко разлагается с образованием воды и аммиака, который улетучивается.

16.



$$v(\text{N}_2)=\frac{1}{2} v(\text{NH}_3)=\frac{1}{2} \cdot 5,88=2,94 \text{ Ммоль},$$

$$v(\text{H}_2)=\frac{3}{2} v(\text{NH}_3)=\frac{3}{2} \cdot 5,88=8,82 \text{ Ммоль},$$

$$m_{\text{теп}}(\text{N}_2)=v(\text{N}_2) \cdot M(\text{N}_2)=2,94 \cdot 28=82,32 \text{ (г)},$$

$$m_{\text{теп}}(\text{H}_2)=v(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2)=8,82 \cdot 2=17,64 \text{ (г)},$$

$$m_{\text{тр}}(\text{N}_2)=\frac{m_{\text{теп}}(\text{H}_2)}{\eta(\text{NH}_3)}=\frac{82,32}{0,95}=86,65 \text{ (г)},$$

$$m_{\text{тр}}(\text{H}_2)=\frac{m_{\text{теп}}(\text{H}_2)}{\eta(\text{NH}_3)}=\frac{17,64}{0,95}=18,57 \text{ (г)}.$$

Ответ: 86,65 г N_2 и 18,57 г H_2 .

17.

Через пробирку, содержащую раствор HCl , пропускаем исходный газ (заданное количество). Затем взвешиваем пробирку — весь ли газ поглотился. Не поглотившийся газ — примесь. Рассчитав разность масс, можно вычислить содержание примесей.

18.



Объем смеси увеличивается в 2 раза.

$$\frac{V(\text{N}_2)}{V_{\text{см}}}=\frac{1}{4}=0,25 \text{ или } 25 \%, \frac{V(\text{H}_2)}{V_{\text{см}}}=75 \%.$$

Ответ: 25 % N_2 и 75 % H_2 .

19.

1. Хлор можно отличить по цвету и запаху.

2. Аммиак можно отличить по запаху.

3. При внесении тлеющей лучинки в оставшиеся цилиндры наблюдаем: в цилиндре с кислородом она вспыхивает, в цилиндре с воздухом продолжает гореть, в цилиндрах с азотом и углекислым газом гаснет.

4. При приливании к цилиндрям, содержащим азот и углекислый газ известковой воды, в одном из них наблюдаем помутнение раствора — здесь содержится оксид углерода (IV).

169

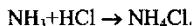
14-20.

Поскольку аммиак легче воздуха, он улетучивается и помещенная в этот цилиндр лучинка будет продолжать тлеть.

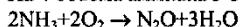
Аргон и кислород останутся в цилиндрах, поэтому помещенная в цилиндр с O_2 тлеющая лучинка вспыхнет, а в цилиндре с Ar погаснет.

14-21.

Нужно пропустить данный газ через раствор кислоты, аммиак прореагирует с образованием соли, которая останется в растворе, а кислород очистится.

**14-22.**

На 4 объема аммиака 3 объема кислорода



На 1 объем аммиака 1 объем кислорода



На 4 объема аммиака 5 объемов кислорода.

14-23.

Цилиндр заполняется азотом, т.к. аммиак и хлороводород растворились в воде.

14-24.

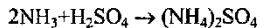
Собрать прибор, подобно изображенному на рис. 10, вместо чашки взять стакан, а вместо цилиндра пробирку. И пропускать через трубку газ, если он будет подниматься, значит содержится примесь водорода.

14-25.

Собрать прибор, подобно изображенному на рис. 9, но вместо воды налить раствор щелочи. Содержащийся углекислый газ прореагирует и останется в растворе, а аммиак будет собираться в цилиндре.

14-26.

В чашке, где был раствор аммиака, ничего не останется, т.к. образующаяся при этом вода и аммиак улетучиваются, а в чашке, где был раствор гидроксида натрия, останется сухой порошок.

14-27.

$$v(NH_3) = \frac{m(NH_3)}{M(NH_3)} = \frac{4,5}{17} = 0,265 \text{ кмоль},$$

$$m(H_2SO_4) = \omega(H_2SO_4) \cdot m_{p-pa} = 0,2 \cdot 100 = 20 \text{ (кг)},$$

$$v(H_2SO_4) = \frac{m(H_2SO_4)}{M(H_2SO_4)} = \frac{20}{98} = 0,2 \text{ кмоль.}$$

Т.к. H_2SO_4 находится в избытке, расчет ведем по NH_3 .

$$v((NH_4)_2SO_4) = \frac{1}{2} v(NH_3) = \frac{1}{2} \cdot 0,265 = 0,132 \text{ кмоль},$$

$$m((NH_4)_2SO_4) = v((NH_4)_2SO_4) \cdot M((NH_4)_2SO_4) = 0,132 \cdot 132 = 17,42 \text{ кг.}$$

Ответ: 17,42 кг.

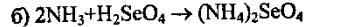
14-28.

$$m(NH_3) = v(NH_3) \cdot M(NH_3) = 5 \cdot 17 = 85 \text{ (г)}, m_{воды} = \frac{m(NH_3)}{\omega(NH_3)} = \frac{85}{0,25} = 340 \text{ (г)}.$$

Ответ: 340 г.

14-29.

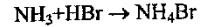
водид аммония



селенат аммония

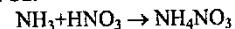
14-30.

В обоих случаях образуются соли, однако в случае реакции с аммиаком ее нельзя назвать реакцией нейтрализации, т.к. здесь нет ионов OH^- , и не образуется вода.

14-31.

$$\frac{m(NH_3)}{m(HBr)} = \frac{v(NH_3) \cdot M(NH_3)}{v(HBr) \cdot M(HBr)} = \frac{1 \cdot 17}{1 \cdot 81} = \frac{1}{5}.$$

Ответ: $m(NH_3):m(HBr) = 1:5$.

14-32.

$$v(NH_3) = \frac{V(NH_3)}{V_m} = \frac{165}{22,4} = 7,367 \text{ кмоль},$$

$$m(HNO_3) = \omega(HNO_3) \cdot m_{p-pa} = 0,45 \cdot 1000 = 450 \text{ (кг)},$$

$$v(HNO_3) = \frac{m(HNO_3)}{M(HNO_3)} = \frac{450}{63} = 7,14 \text{ кмоль.}$$

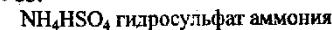
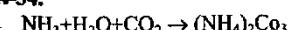
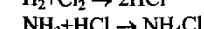
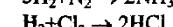
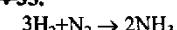
Т.к. HNO_3 находится в недостатке, расчет ведем по ней.

$$v(NH_4NO_3) = v(HNO_3) = 7,14 \text{ кмоль},$$

$$m(NH_4NO_3) = v(NH_4NO_3) \cdot M(NH_4NO_3) = 7,14 \cdot 80 = 571,2 \text{ (кг)}.$$

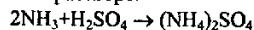
Ответ: 571,52 кг.

Соли аммония

14-33.**14-34.****14-35.**

14-36.

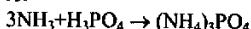
Аммиак реагирует с серной кислотой с образованием соли, которая остается в растворе.

**14-37.****14-38.**

Обильное выделение дыма объясняется образованием соли NH_4Cl .
 $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$.

14-39.

При нагревании хлорида аммония он разлагается на аммиак и хлороводород, который реагирует с железом с образованием хлорида железа (IV).

**14-40.**

$$m(\text{H}_3\text{PO}_4) = \omega(\text{H}_3\text{PO}_4) \cdot m_{\text{p-pa}} = 0,75 \cdot 100 = 75 \text{ кг},$$

$$v(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{m(\text{H}_3\text{PO}_4)}{M(\text{H}_3\text{PO}_4)} = \frac{75}{98} = 0,765 \text{ кмоль},$$

$$v(\text{NH}_3) = \frac{m(\text{NH}_3)}{M(\text{NH}_3)} = \frac{50}{17} = 2,941 \text{ кмоль}.$$

Т.к. NH_3 находится в избытке, расчет ведем по H_3PO_4 .

$$v((\text{NH}_4)_3\text{PO}_4) = v(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,765 \text{ кмоль},$$

$$m((\text{NH}_4)_3\text{PO}_4) = v((\text{NH}_4)_3\text{PO}_4) \cdot M((\text{NH}_4)_3\text{PO}_4) = 0,765 \cdot 149 \approx 114 \text{ кг}.$$

Ответ: 114 кг.

14-41.

$$v(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{m(\text{NH}_4\text{Cl})}{M(\text{NH}_4\text{Cl})} = \frac{20}{53,5} = 0,374 \text{ моль},$$

$$v(\text{CaO}) = \frac{m(\text{CaO})}{M(\text{CaO})} = \frac{20}{56} = 0,357 \text{ моль}.$$

Т.к. CaO находится в избытке, расчет ведем по NH_4Cl .

$$v(\text{NH}_3) = v(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,374 \text{ моль},$$

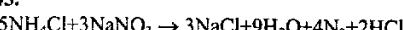
$$m_{\text{теор}}(\text{NH}_3) = v(\text{NH}_3) \cdot M(\text{NH}_3) = 0,374 \cdot 17 = 6,358 \text{ (г)},$$

$$m_{\text{п-ра}}(\text{NH}_3) = \eta(\text{NH}_3) \cdot m_{\text{теор}}(\text{NH}_3) = 0,98 \cdot 6,358 = 6,23 \text{ (г)}.$$

Ответ: 6,23 г.

14-42.

Необходимо растворить данную смесь в воде и выпаривать. Хлорид аммония разлагается с образованием улетучивающихся HCl и NH_3 .

14-43.

$$v(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{5}{4} v(\text{N}_2) = \frac{5}{4} \cdot 2,5 = 3,125 \text{ моль},$$

$$m(\text{NH}_4\text{Cl}) = v(\text{NH}_4\text{Cl}) \cdot M(\text{NH}_4\text{Cl}) = 3,125 \cdot 53,5 = 168,875 \text{ г}.$$

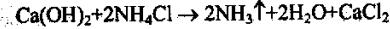
Ответ: 168,875 г.

14-44.

$$m(\text{KCl}) = 4 \text{ г}, m(\text{NH}_4\text{Cl}) = m_{\text{см}} - m(\text{KCl}) = 5 - 4 = 1 \text{ (г)}$$

$$\omega(\text{KCl}) = \frac{m(\text{KCl})}{m_{\text{см}}} = \frac{4}{5} = 0,8 \text{ или } 80 \%, \omega(\text{NH}_4\text{Cl}) = 20 \%$$

Ответ: $\omega(\text{KCl}) = 80 \%, \omega(\text{NH}_4\text{Cl}) = 20 \%$.

14-45.

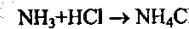
$$m(\text{NH}_3) = \omega(\text{NH}_3) \cdot m_{\text{p-pa}} = 0,17 \cdot 1000 = 170 \text{ (г)},$$

$$v(\text{NH}_3) = \frac{m(\text{NH}_3)}{M(\text{NH}_3)} = \frac{170}{17} = 10 \text{ моль},$$

$$v(\text{Ca}(\text{OH})_2) = \frac{1}{2} v(\text{NH}_3) = \frac{1}{2} \cdot 10 = 5 \text{ моль},$$

$$m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = v(\text{Ca}(\text{OH})_2) \cdot M(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 5 \cdot 74 = 370 \text{ (г)}.$$

Ответ: 370 г.

14-46.

$$v(\text{NH}_3) = \frac{m(\text{NH}_3)}{M(\text{NH}_3)} = \frac{3,4}{17} = 0,2 \text{ моль},$$

$$v(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} = \frac{8}{36,5} = 0,22 \text{ моль}.$$

Т.к. HCl находится в избытке, расчет ведем по NH_3 . В результате реакции образуется хлорид аммония NH_4Cl .

$$v(\text{NH}_4\text{Cl}) = v(\text{NH}_3) = 0,2 \text{ моль}.$$

Ответ: 0,2 моль.

14-47.

$$v(\text{NH}_3) = \frac{m(\text{NH}_3)}{M(\text{NH}_3)} = \frac{102}{17} = 6 \text{ моль}, \eta(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2}, v(\text{NH}_3) = \frac{1}{2} \cdot 6 = 3 \text{ моль},$$

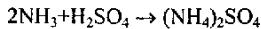
$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = v(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 3 \cdot 98 = 294 \text{ (г)},$$

$$m_{\text{п-ра теор}} = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{\omega(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{294}{0,78} = 376,92 \text{ (г)},$$

$$m_{\text{п-ра практ.}} = \frac{m_{\text{п-ра теор}}}{\eta_{\text{п-ции}}} = \frac{376,92}{0,98} = 384,6 \text{ (г)}.$$

Ответ: 384,6 г.

14-48.



$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{49}{1} \cdot 0,1 = 0,49 \text{ г},$$

$$v(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{0,49}{98} = 0,005 \text{ моль}$$

$$v(\text{NH}_3) = 2v(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 0,005 = 0,01 \text{ моль}$$

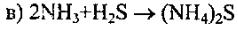
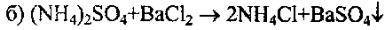
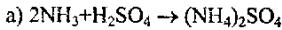
$$V(\text{NH}_3) = v(\text{NH}_3) \cdot V_m = 0,01 \cdot 22,4 = 0,224 \text{ л} = 224 \text{ мл}$$

$$V_{cm} = V(\text{NH}_3) + V_{ocp} = 224 + 776 = 1000 \text{ мл}$$

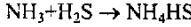
$$\varphi(\text{NH}_3) = \frac{V(\text{NH}_3)}{V_{cm}} = \frac{224}{1000} = 0,224 \text{ или } 22,4 \%$$

Ответ: 22,4 %.

14-49.



14-50.



гидросульфид
аммония

14-51.



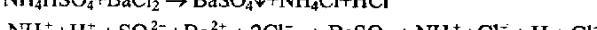
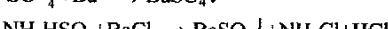
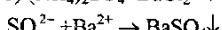
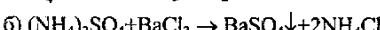
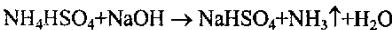
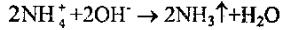
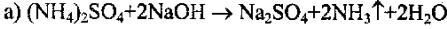
Сосуд заполняют углекислым газом, чтобы сместить равновесие влево и предотвратить разложение соли.

14-52.

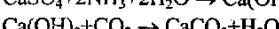


14-53.

Эти соли $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и NH_4HSO_4



14-54.



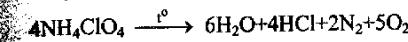
174

55.

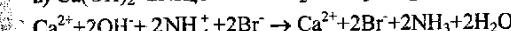
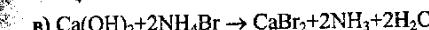
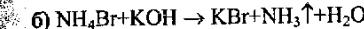
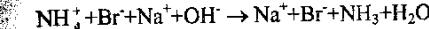
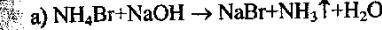
$$\text{H}_x\text{N}_y\text{Cl}_z\text{O}_k \quad x:z:k = \frac{3,4}{1} : \frac{11,9}{14} : \frac{30,2}{35,5} = 3,4:0,85:0,85 = 4:1:1:4$$

H_4NClO_4 — брутто формула

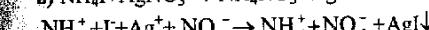
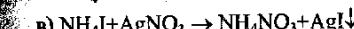
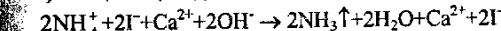
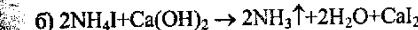
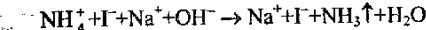
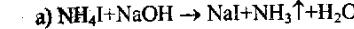
NH_4ClO_4 — перхлорат аммония



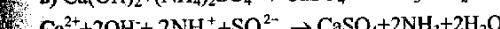
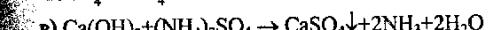
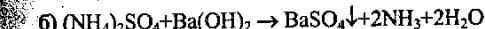
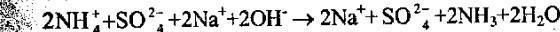
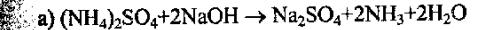
14-56.



14-57.



14-58.



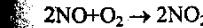
Оксиды азота

14-59.

Оксид азота (IV) — газ бурого цвета, также он окрашивает лакмусовую бумагу в красный цвет, аммиак окрашивает в синий цвет. При стоянии на воздухе оксид азота (II) окисляется до оксида азота (IV) и становится из зеленоватого бурым. Азот остается без изменений.

14-60.

Т.к. ученик собирал газ в открытый сосуд, газ окислился кислородом воздуха и образовался оксид азота (IV) - газ бурого цвета.



175

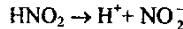
14-61.

Для оксида азота (II) (б) — т.к. он лишь немногого тяжелее воздуха и не реагирует с водой; для оксида азота (IV) (а), — т.к. этот газ заметно тяжелее воздуха; для аммиака (б) — т.к. он сильно легче воздуха.

14-62.

а) нет;

б) да, т.к. при этом образуется смесь кислот, подвергающихся в растворе электрической диссоциации.



14-63.

Пропустить смесь через воду. При этом NO_2 растворится в воде с образованием смеси кислот, а кислород останется.

14-64.

Водород реагирует с кислородом с образованием воды, тем самым выводит его из реакционной смеси, поэтому равновесие смешается вправо.

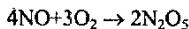
14-65.



14-66.

Если при стоянии на воздухе полученный газ начинает буреть, значит он содержит оксид азота (II), т.к. он быстро окисляется до оксида азота (IV) — газа бурого цвета.

14-67.



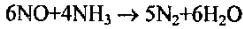
$$v(\text{NO}) = \frac{V(\text{NO})}{V_m} = \frac{5,6}{22,4} = 0,25 \text{ моль},$$

$$v(\text{N}_2\text{O}_5) = \frac{1}{2} v(\text{NO}) = \frac{1}{2} \cdot 0,25 = 0,125 \text{ моль},$$

$$m(\text{N}_2\text{O}_5) = v(\text{N}_2\text{O}_5) \cdot M(\text{N}_2\text{O}_5) = 0,125 \cdot 108 = 13,5 \text{ (г)}.$$

Ответ: 13,5 г N_2O_5 .

14-68.



Этот процесс не является обратимым, т.к. азот с водой не реагирует.

$$v(\text{NO}) = \frac{V(\text{NO})}{V_m} = \frac{1,2}{22,4} = 0,0536 \text{ моль},$$

$$v(\text{N}_2) = \frac{5}{6} v(\text{NO}) = \frac{5}{6} \cdot 0,0536 = 0,0447 \text{ моль},$$

$$V(\text{N}_2) = v(\text{N}_2) \cdot V_m = 0,0447 \cdot 22,4 = 1 \text{ (л)}.$$

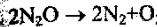
Ответ: 1 л N_2 .

14-69.

Эти оксиды N_2O и NO :

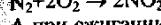


70.

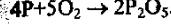


71.

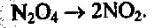
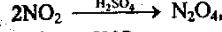
При пропускании искр образуется оксид азота (IV), объем уменьшается сильно, т.к. в реакцию вступают и азот, и кислород, находящиеся в воздухе.



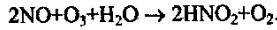
А при сжигании фосфора уменьшение объема происходит лишь за счет кислорода.



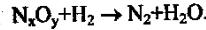
72.



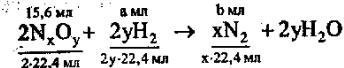
14-73.



74.



75.



Пусть в реакцию вступило a мл водорода и выделилось b мл азота

$$a + 15,6 - 46,8 = b$$

$$\frac{15,6}{44,8} = \frac{a}{22,4x}, \quad a = 15,6y; \quad b = 7,8x, \quad 15,6y - 7,8x = 31,2.$$

$$\frac{15,6}{44,8} = \frac{b}{22,4x}$$

Это уравнение в целых числах имеет решение $x = 2, y = 3$.

Ответ: N_2O_3 .

Азотная кислота и ее соли

14-76.

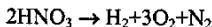
$$\begin{aligned} \frac{V(\text{HCl})}{V(\text{HNO}_3)} &= \frac{\frac{m_{\text{p-pa}}(\text{HCl})}{\rho_{\text{p-pa}}(\text{HCl})}}{\frac{m_{\text{p-pa}}(\text{HNO}_3)}{\rho_{\text{p-pa}}(\text{HNO}_3)}} = \frac{m_{\text{p-pa}}(\text{HCl}) \cdot \rho_{\text{p-pa}}(\text{HNO}_3)}{m_{\text{p-pa}}(\text{HNO}_3) \cdot \rho_{\text{p-pa}}(\text{HCl})} = \\ &= \frac{\frac{m(\text{HCl})}{\omega(\text{HCl})} \cdot 1,501}{\frac{m(\text{HNO}_3)}{\omega(\text{HNO}_3)} \cdot 1,174} = \frac{1,501 \cdot m(\text{HCl})}{1,174 \cdot m(\text{HNO}_3)} \cdot \frac{\omega(\text{HNO}_3)}{\omega(\text{HCl})} = \\ &= \frac{1,501 \cdot 0,98 \cdot v(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl})}{1,174 \cdot 0,35 \cdot v(\text{HNO}_3) \cdot M(\text{HNO}_3)} = \frac{1,501 \cdot 0,98 \cdot 36,5}{1,174 \cdot 0,35 \cdot 63} \cdot \frac{v(\text{HCl})}{v(\text{HNO}_3)} = \\ &= \frac{1,501 \cdot 0,98 \cdot 36,5}{1,174 \cdot 0,35 \cdot 63} \cdot \frac{3}{1} = \frac{161,072}{25,887} = \frac{6,2}{1}. \end{aligned}$$

14-77.

Формула HNO_3 яснее отражает свойства кислоты, т.к. при диссоциации она просто теряет ион H^+ ($\text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{NO}_3^-$), а при взаимодействии с основаниями замещает атом водорода на металлы ($\text{HNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_3$).

Формула HONO_2 может запутать, т.к. отчетливо видна OH -группа, но зато хорошо отражает порядок связи атомов и объясняет свойства.

14-78.



14-80.

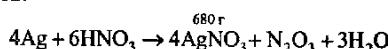


14-81.



Это объясняется выделением бурого газа.

14-82.



$$v(\text{AgNO}_3) = \frac{m(\text{AgNO}_3)}{M(\text{AgNO}_3)} = \frac{680}{170} = 4 \text{ моль}$$

$$v(\text{Ag}) = v(\text{AgNO}_3) = 4 \text{ моль}$$

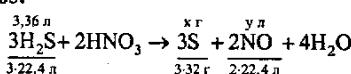
$$v(\text{Ag}) = v(\text{Ag}) \cdot M(\text{Ag}) = 4 \cdot 108 = 432 \text{ (г)}$$

$$v(\text{HNO}_3) = \frac{3}{2} v(\text{AgNO}_3) = \frac{3}{2} \cdot 4 = 6 \text{ моль}$$

$$m(\text{HNO}_3) = v(\text{HNO}_3) \cdot M(\text{HNO}_3) = 6 \cdot 63 = 378 \text{ (г)}$$

Ответ: 378 г HNO_3 и 432 г Ag.

14-83.



$$\frac{67,2 \text{ л} (\text{H}_2\text{S})}{3,36 \text{ л} (\text{H}_2\text{S})} = \frac{69 \text{ г} (\text{S})}{x \text{ г} (\text{S})}$$

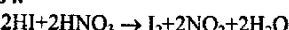
$$x = \frac{3,36 \cdot 96}{67,2} = 4,8 \text{ (г)}$$

$$\frac{67,2 \text{ л} (\text{H}_2\text{S})}{3,36 \text{ л} (\text{H}_2\text{S})} = \frac{44,8 \text{ г} (\text{NO})}{y \text{ г} (\text{NO})}$$

$$y = \frac{3,36 \cdot 44,8}{67,2} = 2,24 \text{ (г)}$$

Ответ: 4,8 г S и 2,24 г (NO).

14-84.



При этом наблюдается интенсивное потемнение раствора до бурого цвета за счет NO_2 и выпадение темно-бурого осадка I_2 .

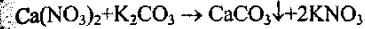
14-85.

Добавить по каплям до выпадения осадка раствор $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$.
 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{HNO}_3$.

14-86.

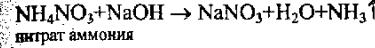
Добавить по каплям до выпадения осадка раствор AgNO_3 .
 $\text{AgNO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{HNO}_3$.

14-87.

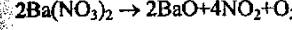


Нет, т.к. поташ содержит примеси, которые могут перейти в раствор вместе с KNO_3 .

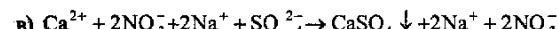
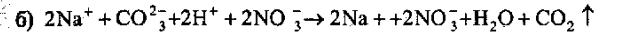
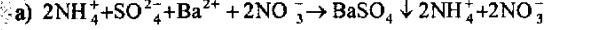
14-88.



14-89.



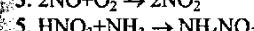
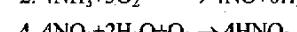
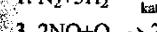
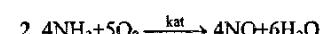
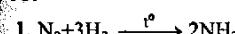
14-91.



14-92.

Исходные вещества	Уравнение реакции
1. из солей	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{HNO}_3$
2. из оксида азота (IV)	$2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2$ $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ $4\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{HNO}_3$
3. из оксида азота (V)	$\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3$

14-93.



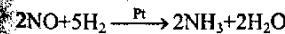
14-94. Для всех перечисленных металлов устойчивость к воздействию концентрированной азотной кислоты связана с одинаковой причиной — образование прочная оксидная пленка, не позволяющая окислиться металлу далее.

Производство аммиака и азотной кислоты

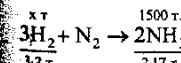
14-95.

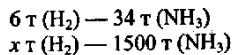
В большей мере стоимость аммиака определяется водородом, т.к. его получают тяжелее. Азот содержится в воздухе в огромном количестве.

14-96.



14-97.



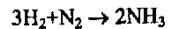


$$x \text{ т (H}_2\text{)} - 1500 \text{ т (NH}_3\text{)}$$

$$x = \frac{1500 \cdot 6}{34} = 264,7 \text{ т}$$

Ответ: $m(H_2)=264,7 \text{ т.}$

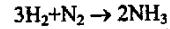
14-98.



Пусть общий объем газовой смеси x , тогда $V(H_2) + V(N_2) = x - 0,2x = 0,8x$

$$V(N_2) = \frac{1}{4} \cdot 0,8x = 0,2x, \quad \varphi(N_2) = \frac{V(N_2)}{V_{\text{см}}} = \frac{0,2x}{x} = 0,2 \text{ или } 20\%.$$

14-99.

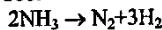


Пусть общий объем газовой смеси x , тогда $V(H_2) + V(N_2) = x - 0,2x = 0,8x$

$$V(H_2) = \frac{3}{4} \cdot 0,8x = 0,6x, \quad \varphi(H_2) = \frac{0,6x}{x} = 0,6 \text{ или } 60\%.$$

Ответ: 60%.

14-100.



Пусть было x л NH₃, тогда 0,25x л NH₃ разложилось, а образовалось

$$V(N_2) = \frac{1}{2} V_{\text{разл.}}(NH_3) = \frac{1}{2} \cdot 0,25x = 0,125x,$$

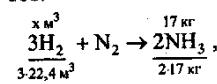
$$V(H_2) = \frac{3}{2} V_{\text{разл.}}(NH_3) = \frac{3}{2} \cdot 0,25x = 0,375x, \quad V_{\text{ост.}}(NH_3) = 0,75x$$

$$\varphi(N_2) = \frac{V(N_2)}{V_{\text{см}}} = \frac{0,125x}{0,75x + 0,125x + 0,375x} = \frac{0,125x}{1,250x} = 10\%$$

$$\varphi(H_2) = \frac{V(H_2)}{V_{\text{см}}} = \frac{0,375x}{1,25x} = 30\%, \quad \varphi(NH_3) = \frac{V_{\text{ост.}}(NH_3)}{V_{\text{см}}} = \frac{0,75x}{1,25x} = 60\%.$$

Ответ: 10% N₂, 30% H₂, 60% NH₃.

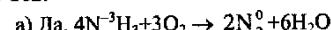
14-101.



$$67,2 \text{ м}^3 (\text{H}_2) - 34 \text{ кг (NH}_3\text{)} \quad x = \frac{67,2 \cdot 17}{34} = 33,6 \text{ м}^3$$

Ответ: 33,6 м³.

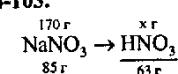
14-102.



б) нет, т.к. минимальная степень окисления азота -3



14-103.



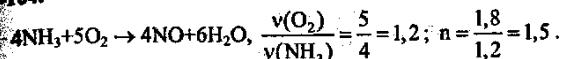
180

$$85 \text{ г (NaNO}_3\text{)} - 63 \text{ г (HNO}_3\text{)} \quad x = \frac{170 \cdot 63}{85} = 126 \text{ г}$$

$$170 \text{ г (NaNO}_3\text{)} - x \text{ г (HNO}_3\text{)} \quad m_{\text{п-па}} = \frac{m(\text{HNO}_3)}{\omega(\text{HNO}_3)} = \frac{126}{0,63} = 200 \text{ г}$$

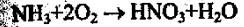
Ответ: 200 г раствора HNO₃.

104.



Ответ: в 1,5 раза больше.

105.



Пусть было x моль NH₃ и соответственно образовалось x моль HNO₃ и x моль H₂O.

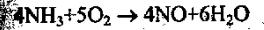
$$m(\text{HNO}_3) = v(\text{HNO}_3) \cdot M(\text{HNO}_3) = 63x \text{ г}, \quad m(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 18x,$$

$$m_{\text{п-па}} = m(\text{HNO}_3) + m(\text{H}_2\text{O}) = 63x + 18x = 81x,$$

$$\omega(\text{HNO}_3) = \frac{m(\text{HNO}_3)}{m_{\text{п-па}}} = \frac{63x}{81x} = 0,778 \text{ или } 77,8\%.$$

Ответ: 77,8%.

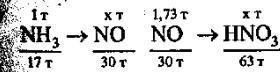
106.



$$\frac{v(\text{O}_2)}{v(\text{NH}_3)} = \frac{5}{4} = 1,2, \quad n = \frac{2}{1,2} = 1,67$$

Ответ: отличается, в 1,67 раз больше.

107.



$$17 \text{ т (NH}_3\text{)} - 30 \text{ т (NO)} \quad x = \frac{1 \cdot 30}{17} = 1,764 \text{ т}$$

$$m_{\text{практ.}}(\text{NO}) = \eta_1 \cdot m_{\text{теор.}}(\text{NO}) = 0,98 \cdot 1,76 = 1,73 \text{ т}$$

$$30 \text{ т (NO)} - 63 \text{ т (HNO}_3\text{)} \quad x = \frac{1,73 \cdot 63}{30} = 3,63 \text{ т}$$

$$m_{\text{практ.}}(\text{HNO}_3) = \eta_2 \cdot m_{\text{теор.}}(\text{HNO}_3) = 0,94 \cdot 3,63 = 3,41 \text{ т}$$

$$m_{\text{п-па}} = \frac{m_{\text{практ.}}(\text{HNO}_3)}{\omega(\text{HNO}_3)} = \frac{3,41}{0,55} = 6,2 \text{ т}$$

Ответ: 6,2 т.

108.



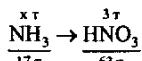
Пусть было взято x л смеси, тогда $V(NH_3) = 0,1x$ л, объем воздуха $0,9x$ л, $V(O_2) = 0,2 \cdot 0,9x = 0,18x$ л.

181

$$\frac{V(O_2)}{V(NH_3)} = \frac{0,18x}{0,1x} = 1,8 > \frac{5}{4}$$

Ответ: хватит.

14-109.



$$m(HNO_3) = \omega(HNO_3) \cdot m_{p-pa} = 0,6 \cdot 5 = 3 \text{ т},$$

$$17 \text{ т (NH}_3\text{)} - 63 \text{ т (HNO}_3\text{)} \quad x = \frac{17 \cdot 3}{63} = 0,81 \text{ т}$$

$$x \text{ т (NH}_3\text{)} - 3 \text{ т (HNO}_3\text{)}$$

$$m_{\text{практ.}} = (1+0,028) \cdot 0,81 = 0,83 \text{ т.}$$

Ответ: 0,83 т.

14-110.

Пусть было x л смеси, тогда содержалось

1) $0,105x$ л аммиака и $0,895x$ л воздуха, а соответственно $0,21 \cdot 0,895x$ л кислорода

$$\frac{V(O_2)}{V(NH_3)} = \frac{0,21 \cdot 0,895x}{0,105x} = \frac{0,188x}{0,105x} = 1,79$$

2) $0,115x$ л аммиака и $0,885x$ л воздуха, а соответственно $0,21 \cdot 0,885x$ л кислорода

$$\frac{V(O_2)}{V(NH_3)} = \frac{0,21 \cdot 0,885x}{0,115x} = \frac{0,186x}{0,115x} = 1,62$$



$$\frac{V(O_2)}{V(NH_3)} = \frac{5}{4} = 1,2 < 1,62 < 1,79$$

Ответ: от 1,79:1 до 1,62:1, кислород в избытке.

14-111.

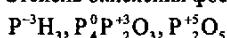


Кислород необходим как окислитель, т.к. в N_2O_4 степень окисления азота +4, а в кислоте +5.

Свойства фосфора

14-112.

Степень окисления фосфора изменяется от -3 до +5.



14-113.

Ион P^{-3} по электронному строению сходен с атомом аргона и ионами Cl^- и K^+ .

14-114.

Наибольшую массовую долю фосфора содержит фосфат PH_3 .

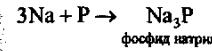
14-115.

а) ковалентная полярная $P^{-3}H_3^{+1}$; б) ионная $P^{-3}K_3^{+1}$;

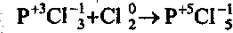
в) ковалентная полярная $P^{+5}Cl_5^{-1}$;

г) ионная $Ca^{+2}P^{-3}$.

14-116.



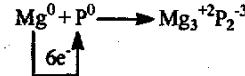
14-117.



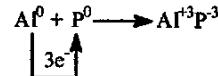
Можно, т.к. в результате реакции степень окисления некоторых элементов изменяется.

14-118.

а) Mg_3P_2



б) AlP



14-119.

а) Li_3P ; б) Ba_3P_2 .

14-120.



14-121.

В периоде слева направо электроотрицательность элементов увеличивается, поэтому сера более электроотрицательный элемент и электроны будут смещаться к ней.

Соединение с максимальной степенью окисления электроположительного элемента $P^{+5}S^{-2}$.

14-122.

Более электроотрицательный элемент фтор, поэтому электроны будут смещаться к нему.

Соединение с максимальной валентностью электроотрицательного элемента PF_5 .

14-123.

Молекула фосфора состоит из 4-х атомов фосфора, а молекула азота из 2-х атомов азота.

14-124.

Ошибка может произойти, т.к. не указана аллотропная модификация, необходимая заказчику.

14-125.

Белый фосфор воспламеняется при $T = 40^\circ C$, поэтому его нельзя приводить в соприкосновение с теплой водой.

14-126.

$$M(NCl_3) = 14 + 3 \cdot 35,5 = 14 + 106,5 = 120,5$$

$$\begin{aligned} M(PCl_5) &= 31 + 5 \cdot 35,5 = 31 + 177,5 = 208,5 \\ M(PCl_3) &= 31 + 3 \cdot 35,5 = 31 + 106,5 = 137,5. \end{aligned}$$

14-127.

Это объясняется тем, что без доступа в воздуха при облучении белый фосфор превращается в красный.

14-128.

Если в сосуд поместить кусочек белого фосфора и сосуд запаять, а затем нагреть до 300°C , то получится красный фосфор. Если в сосуд поместить красный фосфор и запаять, а затем

14-129.

Фосфор химически активен и реагирует с большинством простых веществ, и.к. связи между атомами простые. В молекуле азота связи между атомами тройные, очень прочные, поэтому он химически почти инертен.

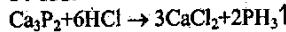
14-130.

При горении красного и белого фосфора с одинаковых условиях получаются одинаковые соединения, т.к. это просто различные аллотропные модификации одного и того же элемента.

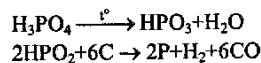
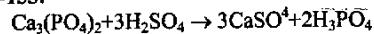
14-131.



14-132.

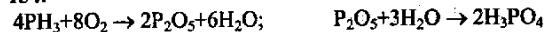


14-133.

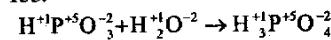


Фосфорные кислоты и их соли

14-134.

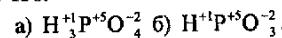


14-135.

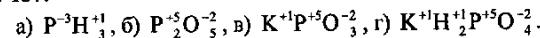


Этот процесс не является окислительно-восстановительным, т.к. степени окисления элементов не изменяются.

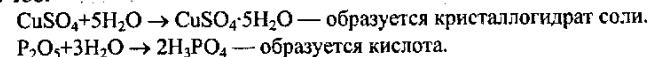
14-136.



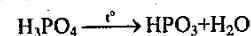
14-137.



14-138.



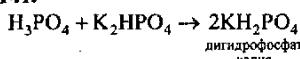
14-139.



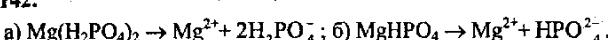
14-140.



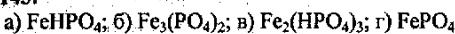
14-141.



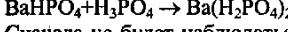
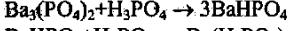
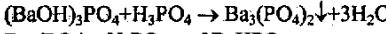
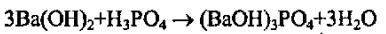
14-142.



14-143.

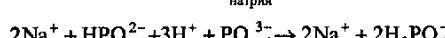
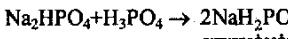
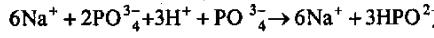
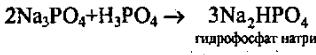
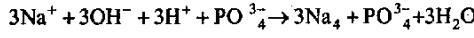
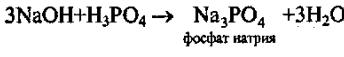


14-144.

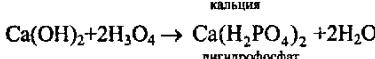
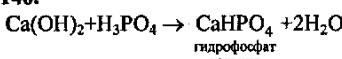


Сначала не будет наблюдаться видимых изменений затем выпадет осадок, который растворится в избытке кислоты.

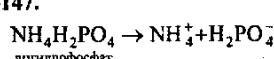
14-145.



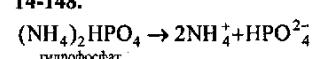
14-146.



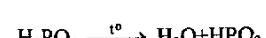
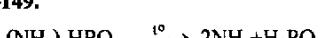
14-147.



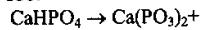
14-148.



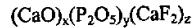
14-149.



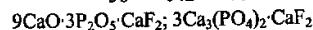
14-150.



14-151.



$$x:y:z = \frac{50,03}{56} : \frac{42,23}{142} : \frac{7,74}{78} = 0,893 : 0,297 : 0,089 = 9:3:1.$$



14-152.

$$\text{HPO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4, v(\text{HPO}_3) = \frac{m(\text{HPO}_3)}{M(\text{HPO}_3)} = \frac{100}{80} = 1,25 \text{ моль},$$

$v_{\text{peak}}(\text{H}_2) = 1,25 \text{ моль}, v_{\text{обр}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = v(\text{HPO}_3) = 1,25 \text{ моль},$

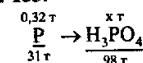
$m(\text{H}_3\text{PO}_4) = v_{\text{обр}}(\text{H}_3\text{PO}_4) \cdot M(\text{H}_3\text{PO}_4) = 1,25 \cdot 98 = 122,5 \text{ г},$

$m_{\text{он.}} = m(\text{HPO}_3) + m(\text{H}_2\text{O}) = 100 + 50 = 150 \text{ г},$

$$\omega(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{m(\text{H}_3\text{PO}_4)}{m_{\text{он.}}} = \frac{122,5}{150} = 0,817 \text{ или } 81,7\%.$$

Ответ: 81,7%.

14-153.

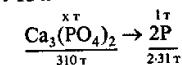


$$\frac{31 \text{ т (P)}}{0,32 \text{ т (P)}} - 98 \text{ т (H}_3\text{PO}_4) \quad x = \frac{0,32 \cdot 98}{31} = 1,012 \text{ т.}$$

$$\eta = \frac{m_{\text{прак.}}}{m_{\text{теор.}}} = \frac{1}{1,012} = 0,988 \text{ или } 98,8\%$$

Ответ: 98,8%.

14-154.



$$310 \text{ т (Ca}_3(\text{PO}_4)_2) - 62 \text{ т (P)} \quad x = \frac{310 \cdot 1}{62} = 5 \text{ т.}$$

$x \text{ т (Ca}_3(\text{PO}_4)_2) - 1 \text{ т (P)}$

$m_{\text{1 теор.}} = (1+0,03) \cdot 5 = 5,15 \text{ т.}$

$$m_{\text{практ.}} = \frac{m_{\text{1 теор.}}(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)}{\omega(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)} = \frac{5,15}{0,65} = 7,92 \text{ т.}$$

Ответ: 7,92 т.

14-155.

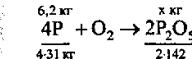
Пусть было взято x , тогда кислорода по массе в нем содержалось $0,23x$ л (т.к. массовая доля кислорода в воздухе 23%). Поскольку воздух был взят в двойном избытке, то израсходовалось $\frac{0,23x}{2}$ л кислорода и $\frac{0,23x}{2}$ л осталось.

186

$$\omega(\text{O}_2) = \frac{\frac{0,23x}{2}}{x} = 0,115 \text{ или } 11,5\%$$

Ответ: 11,5%.

14-156.



$$124 \text{ кг (P)} - 284 \text{ кг (P}_2\text{O}_5) \quad x = \frac{6,2 \cdot 284}{124} = 14,2 \text{ кг.}$$

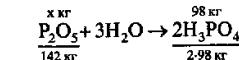
Ответ: 14,2 кг.

14-157.

$$\omega(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = \frac{M(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)}{M(\text{P}_2\text{O}_5)} \cdot \omega(\text{P}_2\text{O}_5) = \frac{310}{142} \cdot 28\% = 61,1\%$$

Ответ: 61,1%.

14-158.

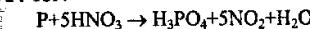


$$142 \text{ кг (P}_2\text{O}_5) - 196 \text{ кг (H}_3\text{PO}_4) \quad x = \frac{142 \cdot 98}{196} = 71 \text{ кг}$$

$$x \text{ кг (P}_2\text{O}_5) - 98 \text{ кг (H}_3\text{PO}_4) \quad m_{\text{ан.}} = \frac{m(\text{P}_2\text{O}_5)}{\omega(\text{P}_2\text{O}_5)} = \frac{71}{0,4} = 177,5 \text{ (кг)}$$

Ответ: 177,5 кг.

14-159.

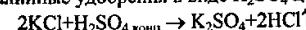


Глава 15. Минеральные удобрения

Калийные удобрения

15-1.

Атомы Cl^- снижают урожайность, а SO_4^{2-} не влияют, поэтому вносить калийные удобрения в виде K_2SO_4 целесообразнее.



15-2.

$$m(\text{K}_2\text{O}) = \omega(\text{K}_2\text{O}) \cdot m_{\text{он.}} = 0,006 \cdot 40000 = 240 \text{ кг}$$

$$\text{Mr}(\text{K}_2\text{O}) = 2 \cdot 39 + 16 = 94$$

$$94 \text{ кг} (\text{H}_2\text{O}) - 78 \text{ кг} (\text{K}) \\ 240 \text{ кг} (\text{H}_2\text{O}) - x \text{ кг} (\text{K})$$

$$x = \frac{240 \cdot 78}{94} = 199,15 \text{ кг}$$

$$\text{Mr}(\text{KCl}) = 39 + 35,5 = 74,5$$

$$74,5 \text{ кг} (\text{KCl}) - 39 \text{ кг} (\text{K}) \\ x \text{ кг} (\text{KCl}) - 199,15 \text{ кг} (\text{K})$$

$$x = \frac{74,5 \cdot 199,15}{39} = 380,43 \text{ кг}$$

$$m_{\text{ядоб}} = \frac{m(\text{KCl})}{\omega(\text{KCl})} = \frac{380,43}{0,35} = 1087 \text{ (кг)}$$

Ответ: 1087 кг.

15-3.

Пусть взято x г KCl, тогда масса калия в нем $\frac{39}{745}x$ г, а масса K₂O равна

$$\frac{m(K) \cdot M(K_2O)}{2M(K)} = \frac{39x \cdot 94}{74,5 \cdot 2 \cdot 39} = \frac{94x}{149},$$

$$\frac{m(K_2O)}{m(KCl)} = \frac{94x}{149x} = \frac{94}{149} = 0,63 \text{ или } 63 \text{ \%}.$$

Ответ: 63 %.

15-4.

Пусть масса стандартного сульфата x г, тогда он содержит $0,5x$ K₂O и $\frac{78 \cdot 0,5x}{94}$ калия. Такое же количество калия содержит K₂SO₄ массой

$$m(K) \cdot \frac{2\text{Ar}(K)}{M(K_2SO_4)} = \frac{78 \cdot 0,5x \cdot 174}{94 \cdot 2 \cdot 39} = \frac{87x}{94},$$

$$\frac{m(K_2SO_4)}{m_{\text{станд}}} = \frac{87x}{94 \cdot x} = 0,926 \text{ или } 92,6 \text{ \%}.$$

Ответ: 92,6 %.

15-5.

Т.к. растворимость NaCl в воде меньше растворимости KCl, то в какой-то момент NaCl начнет выпадать в осадок, а KCl останется в растворе.

15-6.

$$v(K_2O) = \frac{m(K_2O)}{M(K_2O)} = \frac{150}{94} = 1,6 \text{ кмоль},$$

$$v(P_2O_5) = \frac{m(P_2O_5)}{M(P_2O_5)} = \frac{60}{142} = 0,42 \text{ кмоль},$$

$$v(CuSO_4) = \frac{m(CuSO_4)}{M(CuSO_4)} = \frac{10}{160} = 0,0625 \text{ кмоль},$$

$$v(CuO) = v(CuSO_4) = 0,0625 \text{ кмоль},$$

$$v(K_2O) : v(P_2O_5) : v(CuO) = 1,6 : 0,42 : 0,0625 = 25,6 : 6,72 : 1.$$

Ответ: 25,6 K₂O и 6,72 P₂O₅.

188

15-7.

$$\text{Mr}(K_2CO_3) = 2 \cdot 39 + 12 + 3 \cdot 16 = 138, \text{ Mr}(K_2O) = 94,$$

$$94 \text{ г} (\text{K}_2O) - 18 \% \\ 138 \text{ г} (\text{K}_2CO_3) - x \%$$

$$x = \frac{138 \cdot 18}{94} = 26,43 \%$$

Ответ: 26,43 %.

15-8.

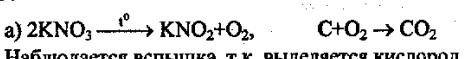
$$m(N) = \frac{2\text{Ar}(N)}{M(NH_4NO_3)} \cdot m(NH_4NO_3) = \frac{2 \cdot 14}{80} \cdot 150 = 52,5 \text{ кг}$$

$$m(Ca(H_2PO_4)_2) = \frac{M(Ca(H_2PO_4)_2)}{M(P_2O_5)} \cdot m(P_2O_5) = \frac{234}{142} \cdot 0,3 \cdot 300 = 14863 \text{ г}$$

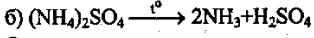
$$m(K_2O) = \frac{M(K_2O)}{2M(KCl)} \cdot m(KCl) = \frac{94}{2 \cdot 74,5} \cdot 100 = 63 \text{ кг}$$

Ответ: 52,5 кг N; 148,3 кг Ca(H₂PO₄)₂ и 63 кг K₂O.

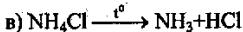
15-9.



Наблюдается вспышка, т.к. выделяется кислород.

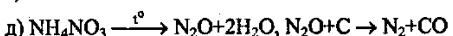


Ощущается запах аммиака.



Ощущается запах аммиака, образуется дым.

г) Не наблюдается изменений.



Наблюдается вспышка.



Ощущается запах аммиака.

15-10.

$$m(KCl) = \frac{2M(KCl)}{M(K_2O)} \cdot \omega(K_2O) = \frac{2 \cdot 74,5}{94} \cdot 56,8 \% = 90 \%$$

$$m_{\text{купор}} = \frac{\omega(Cu)}{\omega_{\text{куп}}(Cu)} = \frac{1 \%}{0,24} = 4,17 \%$$

Ответ: 90 % KCl и 4,17 % купороса.

15-11.

В задании имелось в виду дигидрофосфат.

$$m(Ca(HPO_4)_2) = \frac{M(Ca(HPO_4)_2)}{M(P_2O_5)} \cdot m(P_2O_5) =$$

$$= \frac{234}{142} \cdot 0,125 \cdot 0,15 = 0,031 \text{ т} = 31 \text{ кг},$$

189

$$m(N) = \frac{2Ar(N)}{Mr(NH_4NO_3)} \cdot m(NH_4NO_3) = \frac{2 \cdot 14}{80} \cdot 0,1 = 0,035 \text{ т} = 35 \text{ кг}$$

$$m(K_2O) = \frac{M(K_2O)}{2M(KCl)} \cdot m(KCl) = \frac{94}{2 \cdot 74,5} \cdot 0,9 \cdot 0,1 = 0,057 \text{ т или } 57 \text{ кг.}$$

Ответ: 31 кг Ca(H₂PO₄)₂, 35 кг N и 57 кг K₂O.

15-12.

$$Mr(MgSO_4 \cdot KCl \cdot 3H_2O) = 24 + 32 + 4 \cdot 16 + 39 + 35,5 + 3(2 \cdot 1 + 16) = 248,5$$

$$\omega(K) = \frac{Ar(K)}{Mr(MgSO_4 \cdot KCl \cdot 3H_2O)} = \frac{39}{248,5} = 0,157 \text{ или } 15,7 \%$$

Ответ: 15,7 %.

Азотные удобрения

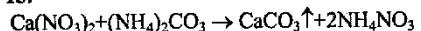
15-13.

Это удобрение не содержит элементов, в которых бы не нуждалась почва: и азот, и калий, и кислород необходимы.

15-14.



15-15.



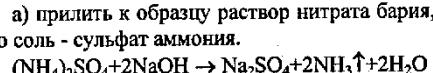
Реакция идет до конца, т.к. при этом образуется осадок CaCO₃.

15-16.

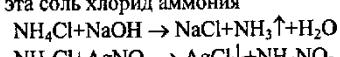
NH₄NO₃ и (NH₄)₂SO₄ - соли, образованные слабым основанием и сильной кислотой, поэтому при их гидролизе образуется кислота, что способствует закислению почв.

15-17.

1. Прилить к образцу раствор NaOH, если при этом ощущается запах аммиака, то это соль аммония.

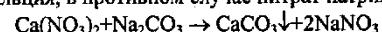


б) прилить к образцу раствор нитрата серебра, если образуется осадок, то эта соль хлорид аммония



в) если в обоих случаях осадка не образовалось, то эта соль нитрат аммония.

2. Если не ощущается запах аммиака, то к образцу надо прилить раствор карбоната натрия. Если при этом образуется осадок, то эта соль - нитрат кальция, в противном случае нитрат натрия.



15-18.

$$NH_3 + HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3$$

$$m(NH_4NO_3) = \omega(NH_4NO_3) \cdot m_{\text{сез}} = 0,98 \cdot 1000 = 980 \text{ кг}$$

$$v(NH_4NO_3) = \frac{m(NH_4NO_3)}{M(NH_4NO_3)} = \frac{980}{80} = 12,25 \text{ кмоль}$$

$$v(NH_3) = v(HNO_3) = v(NH_4NO_3) = 12,25 \text{ кмоль}$$

$$m(NH_3) = v(NH_3) \cdot M(NH_3) = 12,25 \cdot 17 = 208,25 \text{ кг} = 0,2 \text{ т}$$

$$m(HNO_3) = v(HNO_3) \cdot M(HNO_3) = 12,25 \cdot 63 = 771,75 \text{ кг}$$

$$m_{\text{п-па}} = \frac{m(HNO_3)}{\omega(HNO_3)} = \frac{771,75}{0,55} = 1403 \text{ кг} = 1,4 \text{ т}$$

Ответ: 0,2 т NH₃ и 1,4 т HNO₃.

15-19.

$$NH_3 + HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3$$

$$v(NH_4NO_3) = \frac{m(NH_4NO_3)}{M(NH_4NO_3)} = \frac{1000}{80} = 12,5 \text{ кмоль}$$

$$v(HNO_3) = v(NH_3) = v(NH_4NO_3) = 12,5 \text{ кмоль}$$

$$m_{\text{реоп}}(HNO_3) = v(HNO_3) \cdot M(HNO_3) = 12,5 \cdot 63 = 787,5 \text{ кг}$$

$$m_{\text{п-па}}(HNO_3) = 787,5 + 7,5 = 795 \text{ кг}$$

$$m_{\text{п-па}} = \frac{m_{\text{п-па}}(HNO_3)}{\omega(HNO_3)} = \frac{795}{0,45} = 1766,7 \text{ кг} = 1,77 \text{ т.}$$

$$m_{\text{реоп}}(NH_3) = v(NH_3) \cdot M(NH_3) = 12,5 \cdot 17 = 212,5 \text{ кг}$$

$$m_{\text{п-па}}(NH_3) = 212,5 + 2,5 = 215 \text{ кг} = 0,215 \text{ т}$$

Ответ: 0,215 т NH₃ и 1,77 т HNO₃.

15-20.

$$NH_4NO_3 + KCl \rightarrow NH_4Cl + KNO_3$$

$$m_{\text{п-па}}(NH_4NO_3) = 0,88 \cdot 45 = 39,6 \text{ кг}$$

$$v_{\text{п-па}}(NH_4NO_3) = \frac{m_{\text{п-па}}(NH_4NO_3)}{M(NH_4NO_3)} = \frac{39,6}{80} = 0,495 \text{ кмоль}$$

$$v_{\text{п-па}}(KCl) = v(NH_4Cl) = v(KNO_3) = v(NH_4NO_3) = 0,495 \text{ кмоль}$$

$$m(KNO_3) = v(KNO_3) \cdot M(KNO_3) = 0,495 \cdot 101 = 50 \text{ кг}$$

$$m(NH_4Cl) = v(NH_4Cl) \cdot M(NH_4Cl) = 0,495 \cdot 53,5 = 26,5 \text{ кг}$$

$$m_{\text{п-па}}(KCl) = v_{\text{п-па}}(KCl) \cdot M(KCl) = 0,495 \cdot 74,5 = 36,88 \text{ кг}$$

$$m_{\text{п-па}}(NH_4NO_3) = m(NH_4NO_3) - m_{\text{п-па}}(NH_4NO_3) = 45 - 39,6 = 5,4 \text{ кг}$$

$$m_{\text{п-па}}(KCl) = m(KCl) - m_{\text{п-па}}(KCl) = 55 - 36,88 = 18,12 \text{ (кг)}$$

Ответ: 5 кг KNO₃; 26,5 кг NH₄Cl; 5,4 кг NH₄NO₃; 18,12 кг KCl.

15-21.

$$m_{\text{карт}}(N) = 10 \cdot 60 = 600 \text{ кг}, m_{\text{пшн}}(N) = 15 \cdot 50 = 750 \text{ кг},$$

$$m_{\text{карт}}(NH_4NO_3) = \frac{M(NH_4NO_3)}{2Ar(N)} \cdot m_{\text{карт}}(N) = \frac{80}{2 \cdot 14} \cdot 600 = 1714,3 \text{ кг} = 1,71 \text{ т.}$$

$$m_{\text{пшн}}(NH_4NO_3) = \frac{M(NH_4NO_3)}{2Ar(N)} \cdot m_{\text{пшн}}(N) = \frac{80}{2 \cdot 14} \cdot 750 = 2142,9 \text{ кг} = 2,14 \text{ т.}$$

$$m_{\text{карп сол}} = \frac{m_{\text{карп}} (\text{NH}_4\text{NO}_3)}{\omega(\text{NH}_4\text{NO}_3)} = \frac{1,71}{0,98} = 1,74 \text{ т},$$

$$m_{\text{пшен сол}} = \frac{m_{\text{пшен}} (\text{NH}_4\text{NO}_3)}{\omega(\text{NH}_4\text{NO}_3)} = \frac{2,14}{0,98} = 2,18 \text{ т}.$$

15-22.

Азот в основном получают из воздуха, а затем переводят в связное состояние: аммиак или азотная кислота. Перевести азот в аммиак, а соответственно и соли аммония легче, чем в азотную кислоту и соответственно нитраты.

15-24.

$$\omega(N) = \frac{2\text{Ar}(N)}{\text{Mr}((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4)} = \frac{2 \cdot 14}{132} = 0,21$$

$$\omega(\text{P}_2\text{O}_5) = \frac{\text{Mr}(\text{P}_2\text{O}_5)}{2\text{Mr}((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4)} = \frac{142}{2 \cdot 132} = 0,54$$

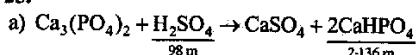
$$\omega_{\text{сульф}}(N) = \frac{2\text{Ar}(N)}{\text{Mr}((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)} = \frac{2 \cdot 14}{132} = 0,21$$

$$\omega_{\text{дигидрофосф}}(\text{P}_2\text{O}_5) = \frac{\text{Mr}(\text{P}_2\text{O}_5)}{\text{Mr}(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2)} = \frac{142}{234} = 0,61$$

Содержание азота в сульфате и гидрофосфате аммония одинаково. Содержание оксида фосфора (V) в гидрофосфате аммония меньше, чем в дигидрофосфате кальция.

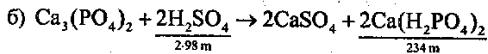
Фосфорные удобрения

15-25.



$$98 \text{ т} (\text{H}_2\text{SO}_4) — 2 \cdot 136 \text{ т} (\text{CaHPO}_4) \quad x = \frac{98 \cdot 1}{2 \cdot 136} = 0,36 \text{ (т)}$$

$$x \text{ т} (\text{H}_2\text{SO}_4) — 1 \text{ т} (\text{CaHPO}_4)$$



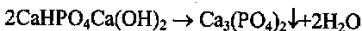
$$2 \cdot 98 \text{ т} (\text{H}_2\text{SO}_4) — 234 \text{ т} (\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2) \quad x = \frac{2 \cdot 98 \cdot 1}{234} = 0,84 \text{ (т)}$$

$$x \text{ т} (\text{H}_2\text{SO}_4) — 1 \text{ т} (\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2)$$

15-26.

При его растворении в воде частично образуется нерастворимый $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

15-27.



При этом образуется нерастворимый осадок.

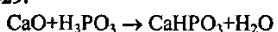
15-28.

$$\omega_{\text{тр}}(\text{P}_2\text{O}_5) = \frac{\text{Mr}(\text{P}_2\text{O}_5)}{2\text{Mr}(\text{CaHPO}_4)} = \frac{142}{2 \cdot 136} = 0,522,$$

$$\omega_{\text{дн}}(\text{P}_2\text{O}_5) = \frac{\text{Mr}(\text{P}_2\text{O}_5)}{2\text{Mr}(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2)} = \frac{142}{234} = 0,606.$$

Ответ: в виде двойного.

15-29.



$$\omega(\text{P}_2\text{O}_5) = \frac{\text{Mr}(\text{P}_2\text{O}_5)}{2\text{Mr}(\text{CaHPO}_3)} = \frac{142}{2 \cdot 120} = 0,592 \text{ или } 59,2 \%$$

Ответ: 59,2 %.

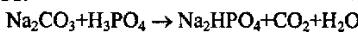
15-30.

$$\text{m}(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = \omega(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) \cdot m_{\text{всех}} = 0,58 \cdot 50 = 29 \text{ кг}$$

$$\text{m}(\text{P}) = \frac{2\text{Ar}(\text{P})}{\text{Mr}(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)} \cdot \text{m}(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = \frac{2 \cdot 31}{310} \cdot 29 = 5,8 \text{ кг}$$

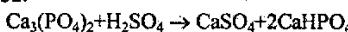
Ответ: 5,8 кг.

15-31.



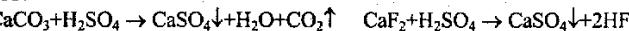
$$\omega(\text{P}_2\text{O}_5) = \frac{\text{Mr}(\text{P}_2\text{O}_5)}{2\text{Mr}(\text{Na}_2\text{HPO}_4)} = \frac{142}{2 \cdot 142} = 0,5$$

15-32.



Образующийся в результате реакции сульфат кальция малорастворим, поэтому реакция протекает не совсем до конца, поэтому серная кислота расходуется не совсем рационально, а кальций частично выпадает в виде осадка и является непригодным.

15-33.



15-34.

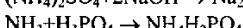
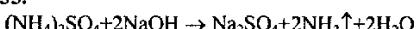
$$\text{m}(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = \omega(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) \cdot m_{\text{всех}} = 0,775 \cdot 200 = 155 \text{ кг}$$

$$\text{m}(\text{P}) = \frac{2\text{Ar}(\text{P})}{\text{Mr}(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)} \cdot \text{m}(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = \frac{2 \cdot 31}{310} \cdot 155 = 31 \text{ кг}$$

$$\text{m}(\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \frac{\text{Mr}(\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})}{\text{Ar}(\text{P})} \cdot \text{m}(\text{P}) = \frac{172}{31} \cdot 31 = 172 \text{ (кг)}$$

Ответ: 172 кг

15-35.



$$v((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = \frac{m((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)}{\text{Mr}((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)} = \frac{26,4}{132} = 0,2 \text{ моль},$$

$$v(\text{NH}_3) = 2v((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ моль},$$

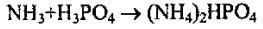
$$v(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{m(\text{H}_3\text{PO}_4)}{\text{Mr}(\text{H}_3\text{PO}_4)} = \frac{39,2}{98} = 0,4 \text{ моль}.$$

Комплексные удобрения и кормовые добавки

15-36.

Такими удобрениями могут быть $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, KNO_3 , NH_4NO_3 .

15-37.



$$v(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{m(\text{H}_3\text{PO}_4)}{\text{Mr}(\text{H}_3\text{PO}_4)} = \frac{10}{98} = 0,102 \text{ Ммоль}$$

$$v((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4) = v(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,102 \text{ Ммоль}$$

$$m((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4) = v((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4) \cdot \text{M}((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4) = 0,102 \cdot 132 = 13,46 \text{ г}$$

$$v(\text{NH}_3) = 2v(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,102 \cdot 2 = 0,204 \text{ Ммоль}$$

$$m(\text{NH}_3) = v(\text{NH}_3) \cdot \text{M}(\text{NH}_3) = 0,204 \cdot 17 = 3,468 \text{ (м)}$$

Ответ: 3,468 г NH_3 и 13,46 г соли.

18-38.

$$\omega(\text{N}) = \frac{2\text{Ar}(\text{N})}{\text{Mr}((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4)} = \frac{2 \cdot 14}{132} = 0,21$$

$$\omega(\text{P}_2\text{O}_5) = \frac{\text{Mr}(\text{P}_2\text{O}_5)}{2\text{Mr}((\text{NH}_4)_2\text{PO}_4)} = \frac{142}{2 \cdot 132} = 0,54$$

$$\omega_{\text{общ}} = \omega(\text{N}) + \omega(\text{P}_2\text{O}_5) = 0,21 + 0,54 = 0,75 \text{ или } 75 \%$$

Ответ: 75 %.

15-39.

$$m(\text{N}) = 0,005 \cdot 1000 = 5 \text{ кг}$$

$$m(\text{NH}_4\text{NO}_3) = \frac{m(\text{N}) \cdot \text{Mr}(\text{NH}_4\text{NO}_3)}{2\text{Ar}(\text{N})} = \frac{5 \cdot 80}{2 \cdot 14} = 14,29 \text{ кг}$$

$$m(\text{P}_2\text{O}_5) = 0,003 \cdot 1000 = 3 \text{ кг}$$

$$m(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2) = \frac{m(\text{P}_2\text{O}_5) \cdot \text{Mr}(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2)}{\text{Mr}(\text{P}_2\text{O}_5)} = \frac{3 \cdot 234}{142} = 4,94 \text{ кг}$$

$$m(\text{K}_2\text{O}) = 0,006 \cdot 1000 = 6 \text{ кг}$$

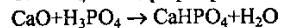
$$m(\text{KCl}) = \frac{m(\text{K}_2\text{O}) \cdot 2\text{Mr}(\text{KCl})}{\text{Mr}(\text{K}_2\text{O})} = \frac{6 \cdot 2 \cdot 74,5}{94} = 9,51 \text{ кг}$$

Ответ: $m(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 14,29 \text{ кг}$; $m(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2) = 4,94 \text{ кг}$; $m(\text{KCl}) = 9,51 \text{ кг}$.

15-40.

$$\text{Ca}_a\text{H}_b\text{P}_c\text{O}_d \text{ a:b:c:d} = \frac{29,46}{40} : \frac{0,74}{1} : \frac{29,76}{31} : \frac{47,04}{16} = 0,74 : 0,74 : 0,74 : 2,94 = 1:1:1:4$$

CaHPO_4 — гидрофосфат кальция



15-41.

$$\omega(\text{N}) = \frac{\text{Ar}(\text{N})}{\text{Mr}(\text{KNO}_3)} = \frac{14}{101} = 0,139, \quad \omega(\text{N}) = \frac{\text{Ar}(\text{N})}{\text{Mr}(\text{NaNO}_3)} = \frac{14}{85} = 0,165$$

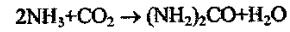
$$\omega(\text{N}) = \frac{\text{Ar}(\text{N})}{\text{Mr}(\text{NH}_4\text{NO}_3)} = \frac{2 \cdot 14}{80} = 0,35,$$

$$\omega(\text{N}) = \frac{2\text{Ar}(\text{N})}{\text{Mr}((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)} = \frac{2 \cdot 14}{132} = 0,212$$

$$\omega(\text{N}) = \frac{\text{Ar}(\text{N})}{\text{Mr}(\text{NH}_4\text{Cl})} = \frac{14}{53,5} = 0,262$$

$$\omega(\text{N}) = \frac{2\text{Ar}(\text{N})}{\text{Mr}((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3)} = \frac{2 \cdot 14}{96} = 0,292$$

15-42.



$$v((\text{NH}_2)_2\text{CO}) = \frac{m((\text{NH}_2)_2\text{CO})}{\text{Mr}((\text{NH}_2)_2\text{CO})} = \frac{1000}{60} = 16,7 \text{ кмоль}$$

$$v(\text{CO}_2) = v((\text{NH}_2)_2\text{CO}) = 16,7 \text{ кмоль}$$

$$m(\text{CO}_2) = v(\text{CO}_2) \cdot \text{M}(\text{CO}_2) = 16,7 \cdot 44 = 734,8 \text{ кг}$$

$$v(\text{NH}_3) = 2v((\text{NH}_2)_2\text{CO}) = 2 \cdot 16,7 = 33,4 \text{ кмоль}$$

$$m(\text{NH}_3) = v(\text{NH}_3) \cdot \text{M}(\text{NH}_3) = 33,4 \cdot 17 = 567,8 \text{ кг}$$

Ответ: 734,8 кг CO_2 и 567,8 кг NH_3 .

15-43.

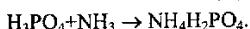
$$\left\{ \begin{array}{l} \omega(\text{N}) = \frac{\omega(\text{P}_2\text{O}_5)}{\text{M}(\text{N})} \\ \omega(\text{N}) = \frac{\omega(\text{K}_2\text{O})}{\text{M}(\text{N})} \end{array} \right. , \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{\omega(\text{N})}{14} = \frac{\omega(\text{P}_2\text{O}_5)}{142} \\ \omega(\text{N}) = \frac{\omega(\text{K}_2\text{O})}{142} \end{array} \right. ,$$

$$\omega(\text{N}) + \omega(\text{P}_2\text{O}_5) + \omega(\text{K}_2\text{O}) = 54,6$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \omega(\text{N}) = \frac{\omega(\text{P}_2\text{O}_5)}{142} \\ \omega(\text{N}) = \frac{\omega(\text{K}_2\text{O})}{142} \end{array} \right. , \quad \omega(\text{N}) + \omega(\text{P}_2\text{O}_5) + \omega(\text{K}_2\text{O}) = 54,6$$

$$\omega(\text{N}) + \frac{142\omega(\text{N})}{14} + \frac{94\omega(\text{N})}{14} = 54,6, \quad \omega(\text{N}) = 3,1, \quad \omega(\text{P}_2\text{O}_5) = 31, \quad \omega(\text{K}_2\text{O}) = 20,5$$

$$m(\text{NH}_4\text{NO}_3) = \frac{\text{Mr}(\text{NH}_4\text{NO}_3)}{2\text{Ar}(\text{N})}, \quad \text{HNO}_3 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3,$$



15-44.

$(\text{NH}_4)_2\text{KPO}_4$ — смешанная соль

15-45.

$$\omega(\text{K}_2\text{O}) = \frac{2\text{Mr}(\text{K}_2\text{O})}{\text{Mr}(\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7)} \cdot \omega(\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7) = \frac{2 \cdot 94}{330} \cdot 0,9 = 0,513$$

$$\omega(P_2O_5) = \frac{Mr(P_2O_5)}{Mr(K_4P_2O_7)} = \frac{142}{330} \cdot 0,9 = 0,387$$

$\omega_{общ} = \omega(K_2O) + \omega(P_2O_5) = 0,513 + 0,387 = 0,9$ или 90 %.
Ответ: 90 %.

Глава 16. Углерод и кремний

Углерод и его оксиды

16-1.

Во внешний электронный слой атома алмаза входит 4 электрона.

16-2.

а) $Be_2^{+2}C^{-4}$; б) $Al_4^{+3}C^{-4}$; в) $C^{+4}F_4^{-1}$.

16-3.

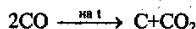
а) Охладить смесь до тех пор, пока один из газов не перейдет в жидкое состояние, а другой в это время будет газом.

б) Пропустить смесь газов через раствор щелочи: CO_2 поглотится, а CO останется, затем в образовавшейся раствор соли добавить кислоту, CO_2 опять выделяется.

16-4.

а) CO_2 ; б) CO .

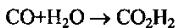
16-5.



16-6.



16-7.



Пропустить эту смесь через раствор щелочи, CO_2 поглотится, а водород останется.

16-8.

При высоких температурах уголь окисляется до CO_2 — горит с пламенем, а при низких температурах до CO — без пламени.

16-9.

В CO_2 углерод проявляет максимальную поглотительную степень окисления +4 и окислиться дальше не может, а кислород тоже не окисляется.

В CO углерод проявляет степень окисления +2 и может окислиться до +4, поэтому горит.

16-10.



Т.к. объем газа не изменяется, то и объемная доля CO_2 останется такой же (50%).

16-11.

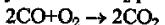
Объем пузырьков уменьшается, т.к. углекислый газ поглощается раствором щелочи, а над раствором собирается азот.

196

16-12. Собрать прибор подобно тому, что изображен на рис. 12. Пропустив через трубку известный объем газа. Если масса раствора увеличится на массу, соответствующую заданному объему газа, то он не содержит примеси азота, если же добавленная масса раствора меньше массы газов, то он содержал азот.

16-13. При открытии крана будет действовать левый прибор, т.к. в нем осталась кислота в сосуде. При открытии крана давление в банке будет понижаться, кислота будет поступать в нее, реакция будет продолжаться.

16-14. Получившаяся смесь газов будет занимать объем 200 мл, т.к. объем полученного CO_2 равен объему исходного CO .

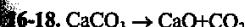


16-15. Да, можно, т.к. генераторный газ — смесь CO с N_2 , например $CuO + CO \rightarrow Cu + CO_2$

$$16-16. \frac{m(CO_2)}{V(H_2O)} = \frac{v(CO_2) \cdot M(CO_2)}{V(H_2O)} = \frac{3,8 \cdot 10^{-2} \cdot 44}{1} = 1,67 \text{ г/л}$$

$$16-17. m(CO_2) = 5 \cdot 1,8 = 9 \text{ (г)}, m(C) = \frac{Ar(C)}{Mr(CO_2)} \cdot m(CO_2) = \frac{12}{44} \cdot 9 = 2,45 \text{ г.}$$

Ответ: 2,45 г.

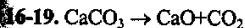


$$v(CO_2) = \frac{m(CO_2)}{M(CO_2)} = \frac{40}{44} = 0,91 \text{ моль}, v(CaCO_3) = v(CO_2) = 0,91 \text{ моль},$$

$$m(CaCO_3) = v(CaCO_3) \cdot M(CaCO_3) = 0,91 \cdot 100 = 91 \text{ (г)},$$

$$\omega(CaCO_3) = \frac{m(CaCO_3)}{m_{общ}} = \frac{91}{100} = 0,91 \text{ или } 91\%.$$

Ответ: 91%.



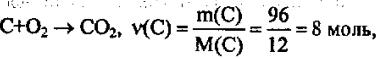
$$m(CaCO_3) = \omega(CaCO_3) \cdot m_{общ} = 0,92 \cdot 500 = 460 \text{ кг}$$

$$v(CaCO_3) = \frac{m(CaCO_3)}{M(CaCO_3)} = \frac{460}{100} = 4,6 \text{ кмоль}, v(CO_2) = v(CaCO_3) = 4,6 \text{ кмоль},$$

$$m(CO_2) = v(CO_2) \cdot M(CO_2) = 4,6 \cdot 44 = 202,4 \text{ кг.}$$

Ответ: 202,4 кг.

16-20.



$$v(CO_2) = v(C) = 8 \text{ моль}, V(CO_2) = v(CO_2) \cdot V_m = 8 \cdot 22,4 = 179,4 \text{ (л).}$$

Ответ: 179,4 л.

16-21.

$$V(CO_2) = v(CO_2) \cdot V_m = \frac{m(CO_2)}{M(CO_2)} \cdot V_m = \frac{1300}{12} \cdot 22,4 = 2426,7 \text{ л} = 2,43 \text{ м}^3$$

Ответ: 2,43 м³.

197

16-22. $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$, $V(\text{O}_2) = 2 \text{ мл}$, $V(\text{CO}) = 2V(\text{O}_2) = 2 \cdot 2 = 4 \text{ мл}$,

$$\varphi(\text{CO}) = \frac{V(\text{CO})}{V_{\text{cm}}} = \frac{4}{10} = 0,25 \text{ или } 25\%.$$

Ответ: 25%.

16-23. $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$

Объем выделяющегося CO_2 равен объему поглощенного O_2 , поэтому

$$\varphi(\text{O}_2) = \varphi_{\text{наг}}(\text{O}_2) - (\varphi_{\text{хол}}(\text{CO}_2) - \varphi_{\text{наг}}(\text{CO}_2)) = 21 - (2,5 - 0,03) \approx 18,5\%$$

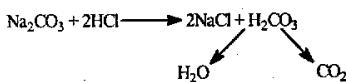
Ответ: 18,5%.

Угольная кислота и ее соли

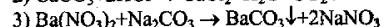
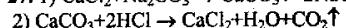
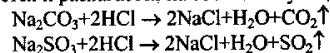
16-24. При растворении в воде углекислого газа образуется слабая угольная кислота, которая придает лакмусу красный цвет. При нагревании растворимость углекислого газа резко снижается и угольная кислота распадается, поэтому лакмус вновь приобретает фиолетовый цвет.



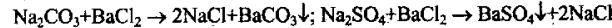
16-25. При добавлении к растворам карбонатов (солей угольной кислоты) почти любой другой кислоты наблюдается выделение газа CO_2 . Это объясняется тем, что угольная кислота очень слабая, легко вытесняется из своих солей и неустойчивая, легко разлагается на CO_2 и H_2O .



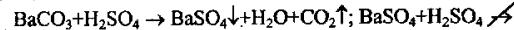
16-26. В обоих случаях слабая кислота, образующая исходную соль, вытесняется и разлагается на соответствующий оксид и воду.



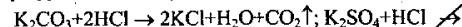
16-28.



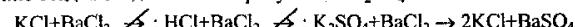
Эти два осадка BaSO_4 и BaCO_3 можно различить с помощью раствора H_2SO_4



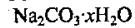
16-29. Сначала к раствору смеси солей прильем раствор HCl , получим раствор другой смеси, а углекислый газ выделится.



К полученному раствору добавим раствор хлорида бария BaCl_2 — выпадение осадка свидетельство присутствия K_2SO_4



16-30.



$$\text{Mr}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2 \cdot 23 + 12 + 3 \cdot 16 = 106, \quad \text{Mr}_{\text{ср}} = 106 + x \cdot 18$$

$$4,24 \text{ г } (\text{Na}_2\text{CO}_3) — 11,44 \text{ г } (\text{к/г}) \quad (106+18x)4,24 = 106 \cdot 11,44$$

$$106 + 18x = 286, \quad x = 10.$$

Ответ: 10.

16-31.

$$\omega(\text{CaO}) = \frac{\text{Mr}(\text{CaO})}{\text{Mr}(\text{CaO}_3)} = \frac{56}{100} = 0,56 \text{ или } 56\%, \quad \omega(\text{CO}_2) = 100\% - 56\% = 44\%$$

$$56\% (\text{CaO}) — 44\% (\text{CO}_2) \quad x = \frac{55,6 \cdot 44}{56} = 43,7\%$$

Ответ: содержит.

16-32.

$$\frac{\text{Mr}(\text{K/g})}{\text{Mr}(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = \frac{286}{106} = 2,7$$

Кристаллогидрат $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ тяжелее Na_2CO_3 в 2,7 раза, что не покрывает его дешевизны, поэтому все равно выгоднее использовать Na_2CO_3 .

Ответ: Na_2CO_3 выгоднее.

16-33. Нет, т.к. CaCO_3 — осадок и раствор NaCl его не растворяет.

16-34. $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

$$v(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{49}{98} = 0,5 \text{ моль}, \quad v(\text{Na}_2\text{CO}_3) = v(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,5 \text{ моль},$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = v(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,5 \cdot 106 = 53 \text{ г},$$

$$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 100\% - 63\% = 37\%, \quad m_{\text{соль}} = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = \frac{53}{0,37} = 143,2 \text{ г}.$$

Ответ: 143,2 г.

16-35. $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

$$v(\text{CO}_2) = \frac{V(\text{CO}_2)}{V_m} = \frac{1,12}{22,4} = 0,05 \text{ моль}, \quad v(\text{CaCO}_3) = v(\text{CO}_2) = 0,05 \text{ моль},$$

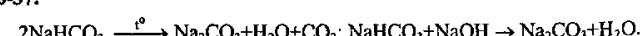
$$m(\text{CaCO}_3) = v(\text{CaCO}_3) \cdot M(\text{CaCO}_3) = 0,05 \cdot 100 = 5 \text{ г},$$

$$m_{\text{осад}} = \frac{m(\text{CaCO}_3)}{100\% - \omega_{\text{прим}}} = \frac{m(\text{CaCO}_3)}{100\% - 15} = \frac{5 \cdot 100}{100 - 15} = 5,88 \text{ г}.$$

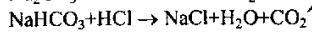
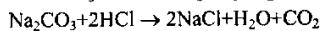
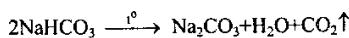
Ответ: 5,88 г.

16-36. Да, говорит, т.к. сам по себе карбонат кальция белый — в этом можно убедиться, проведя в лаборатории опыт получения CaCO_3 — белый осадок.

16-37.



16-38.



Пусть было взято по x моль NaHCO_3 , тогда

$$v(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{1}{2} v(\text{NaHCO}_3) = \frac{x}{2}, v_1(\text{CO}_2) = v(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{x}{2} \text{ моль},$$

$$V_1(\text{CO}_2) = v_1(\text{CO}_2) \cdot V_m = \frac{x}{2} \cdot 22,4 = 11,2x \text{ (л)},$$

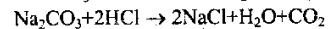
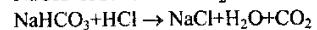
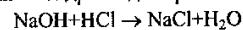
$$v_2(\text{CO}_2) = V(\text{NaHCO}_3) = x \text{ моль},$$

$$V_2(\text{CO}_2) = v_2(\text{CO}_2) \cdot V_m = x \cdot 22,4 = 22,4x \text{ (л)}, \quad \frac{V_2(\text{CO}_2)}{V_1(\text{CO}_2)} = \frac{22,4x}{11,2x} = 2.$$

Ответ: больше в 2 раза во втором случае.

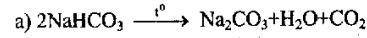
16-39. Необходимо смесь прокалить: $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

16-40. Нужно взять образец из каждой склянки и прилить к нему раствор соляной кислоты, в двух склянках наблюдаем выделение газа: здесь находится карбонат и гидрокарбонат натрия, в пробирке без видимых изменений — гидроксид натрия.



Вновь взяли образцы из оставшихся нераспознанными пробирок.

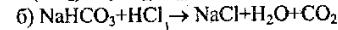
16-41.



$$v(\text{NaHCO}_3) = \frac{m(\text{NaHCO}_3)}{M(\text{NaHCO}_3)} = \frac{42}{84} = 0,5 \text{ моль}$$

$$v(\text{CO}_2) = \frac{1}{2} v(\text{NaHCO}_3) = 0,25 \text{ моль}$$

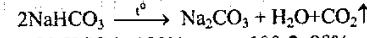
$$V(\text{CO}_2) = v(\text{CO}_2) \cdot V_m = 0,25 \cdot 22,4 = 5,6 \text{ (л)}$$



$$v(\text{CO}_2) = v(\text{NaHCO}_3) = 0,5 \text{ моль}, \quad V(\text{CO}_2) = v(\text{CO}_2) \cdot V_m = 0,5 \cdot 22,4 = 11,2 \text{ (л)}.$$

Ответ: а) 5,6 л; б) 11,2 л.

16-42.



$$\omega(\text{NaHCO}_3) = 100\% - \omega_{\text{прим}} = 100 - 2 = 98\%$$

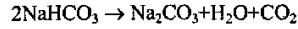
$$v(\text{NaHCO}_3) = \omega(\text{NaHCO}_3) \cdot v_{\text{соли}} = 0,98 \cdot 1 = 0,98 \text{ моль}$$

$$v(\text{CO}_2) = \frac{1}{2} v(\text{NaHCO}_3) = \frac{1}{2} \cdot 0,98 = 0,49 \text{ моль}$$

$$V(\text{CO}_2) = v(\text{CO}_2) \cdot V_m = 0,49 \cdot 22,4 = 11 \text{ (л)}$$

Ответ: 11 л.

16-43.



$$\text{Пусть было } x \text{ моль } \text{NaHCO}_3, \text{ тогда } v(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{x}{2} \text{ моль.}$$

$$m(\text{NaHCO}_3) = v(\text{NaHCO}_3) \cdot M(\text{NaHCO}_3) = 84x \text{ (г)}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = v(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{x}{2} \cdot 106 = 53x \text{ (г)}$$

$$m_{\text{потер}} = m(\text{NaHCO}_3) - m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 84x - 53x = 31x$$

$$\frac{m_{\text{потер}}}{m(\text{NaHCO}_3)} = \frac{31x}{84x} = 0,369 \text{ или } 36,9\%$$

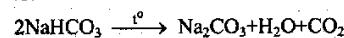
Ответ: 36,9%.

16-44. См. предыдущую задачу

$$\frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{m(\text{NaHCO}_3)} = \frac{53x}{84x} = 0,631 \text{ или } 63,1\%$$

Ответ: 63,1%.

16-45.



Пусть в смеси было x моль, Na_2CO_3 и y моль NaHCO_3 , тогда

$$v_{\text{обр}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{y}{2} \text{ моль},$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 106x + 84y = 146 \\ \left(x + \frac{y}{2} \right) 106 = 137 \end{array} \right., \quad x = 1,29 - \frac{y}{2},$$

$$106 \left(1,29 - \frac{y}{2} \right) + 84y = 146, \quad 31y = 9,26, \quad y = 0,3 \text{ моль},$$

$$x = 1,29 - \frac{0,3}{2} = 1,14 \text{ моль},$$

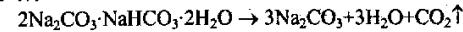
$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = v(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1,14 \cdot 106 = 120,84 \text{ (г)}$$

$$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{m_{\text{см}}} = \frac{120,84}{146} = 0,828 \text{ или } 82,8\%$$

Ответ: 82,8%.

16-46. Эта соль разлагается с выделением CO_2 , который снижает концентрацию кислорода и предотвращает таким образом горение, т.к. сам его не поддерживает.

16-47.



16-48.

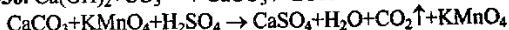
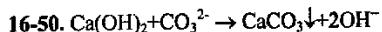
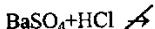
$$106 \text{ г } (\text{Na}_2\text{CO}_3) = 286 \text{ г } (\text{к/г})$$

$$x \text{ г } (\text{Na}_2\text{CO}_3) = 54 \text{ г } (\text{к/г}) \quad x = \frac{106 \cdot 54}{286} = 20 \text{ г}$$

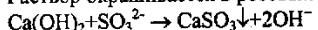
$$m_{\text{п-па}} = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = \frac{20}{0,1} = 200 \text{ (г)}, m(\text{H}_2\text{O}) = m_{\text{п-па}} \cdot m(\text{к/г}) = 200 \cdot 54 = 146 \text{ (г)}$$

Ответ: 146 г H₂O.

16-49. Т.к. угольная кислота слабее соляной, а серная сильнее.



Раствор окрашивается в розовый цвет и выделяется углекислый газ.



Раствор обесцвечивается, газ не выделяется в отсутствие примеси карбоната.

Свойства кремния и его соединений

$$16-51. N(O) = v(O) \cdot N_A = \frac{m(O)}{Ar(O)} \cdot N_A = \frac{47,0}{16} \cdot 6 \cdot 10^{23} = 17,625 \cdot 10^{23} \text{ ат}$$

$$N(\text{Si}) = v(\text{Si}) \cdot N_A = \frac{m(\text{Si})}{Ar(\text{Si})} \cdot N_A = \frac{29,5}{28} \cdot 6 \cdot 10^{23} = 6,32 \cdot 10^{23} \text{ ат}$$

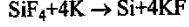
$$\frac{N(O)}{N(\text{Si})} = \frac{17,625 \cdot 10^{23}}{6,32 \cdot 10^{23}} = 2,8.$$

Ответ: в 2,8 раз.

16-52.

a) Mg₂Si; б) SiH₄

16-53.



Пусть взяли x моль SiO₂, тогда v(Mg)=2x моль

$$m_{\text{смеси}} = m(\text{SiO}_2) + m(\text{Mg}) = v(\text{SiO}_2) \cdot M(\text{SiO}_2) + v(\text{Mg}) \cdot M(\text{Mg}) =$$

$$= x \cdot 60 + 2x \cdot 24 = 60x + 48x = 108x \text{ (г)}$$

$$\omega(\text{SiO}_2) = \frac{m(\text{SiO}_2)}{m_{\text{смеси}}} = \frac{60x}{108x} = 0,556 \text{ или } 55,6\%, \omega(\text{Mg}) = 44,4\%.$$

Ответ: 55,6% SiO₄ и 44,4% Mg.

16-55.

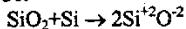
Свойства: Кремний — твердое вещество с высокими температурами кипения и плавления, не реагирует с основаниями и основными оксидами.

Отличия: кремний.

Кремний — твердое вещество, с высокой температурой плавления, обладает металлическим блеском, но в отличие от металлов не обладает ковкостью и электропроводностью, а является полупроводником.

Кремний как и металл реагирует с кислородом и галогенами, растворяется при нагревании в воде, однако не растворяется в кислотах, наоборот в щелочах.

16-56.

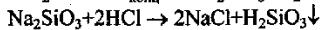


16-57.

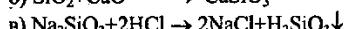
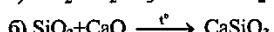
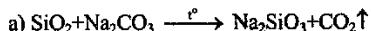
SiH₄ — силан

Кремниевый аналог метана — силан SiH₄. Т.к. связи Si—H менее прочны, то силан более реакционноспособен, он самовоспламеняется на воздухе, реагирует с водой и очень бурно (со взрывом) с галогенами.

16-58.



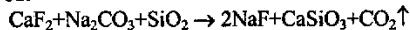
16-59.



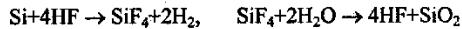
16-60.



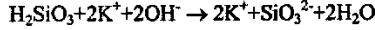
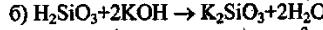
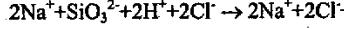
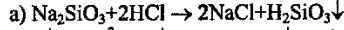
16-61.



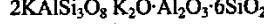
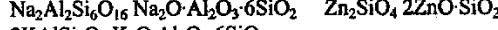
16-62.



16-63.



16-64.



16-65.

$$\text{Si}_x\text{C}_y \quad x:y = \frac{70}{28} : \frac{30}{12} = 2,5:2,5 = 1:1$$



$$v(\text{SiC}) = \frac{m(\text{SiC})}{m(\text{SiC})} = \frac{1}{40} = 0,025 \text{ Ммоль}, v(\text{SiO}_2) = v(\text{SiC}) = 0,025 \text{ Ммоль},$$

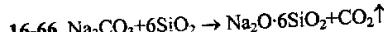
$$m(\text{SiO}_2) = v(\text{SiO}_2) \cdot M(\text{SiO}_2) = 0,025 \cdot 60 = 1,5 \text{ м},$$

$$m_{\text{в-ва}} = \frac{m(\text{SiO}_2)}{\omega(\text{SiO}_2)} = \frac{1,5}{0,98} = 1,53 \text{ м}, v(\text{C}) = 3v(\text{SiC}) = 3 \cdot 0,025 = 0,075 \text{ Ммоль},$$

$$m(\text{C}) = v(\text{C}) \cdot M(\text{C}) = 0,075 \cdot 12 = 0,9 \text{ м}, m_{\text{в-ва}} = \frac{m(\text{C})}{\omega(\text{C})} = \frac{0,9}{0,98} = 0,92 \text{ т}.$$

Ответ: 1,53 т SiO₂ и 0,92 т C.

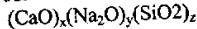
Силикатная промышленность



16-67. $62 \text{ г} (\text{Na}_2\text{O}) - 106 \text{ г} (\text{Na}_2\text{CO}_3) \quad x = \frac{1 \cdot 106}{62} = 1,7$
 $1 \text{ г} (\text{Na}_2\text{O}) - x \text{ г} (\text{Na}_2\text{CO}_3)$

Ответ: 1,7 мас. част.

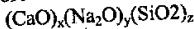
16-68.



$$x:y:z = \frac{9}{56} : \frac{16}{62} : \frac{75}{60} = 0,16:0,258:1,25 = 1:1,6:7,8$$

Ответ: 1,6 моль Na_2O ; 7,8 моль SiO_2 .

16-69.



$$x:y:z = \frac{11,7}{56} : \frac{13}{62} : \frac{75,3}{60} = 0,2:0,2:1,255 = 1:1:6$$

Ответ: $\text{CaO} \cdot \text{Na}_2\text{O} \cdot 6\text{SiO}_2$.

16-70.

$$\text{m}(\text{SiO}_2) = \omega(\text{SiO}_2) \cdot \text{m}_{\text{стекла}} = 0,73 \cdot 100 = 73 \text{ кг}, \text{m}_{\text{текла}} = \frac{\text{m}(\text{SiO}_2)}{\omega(\text{SiO}_2)} = \frac{73}{0,95} = 76,8 \text{ кг},$$

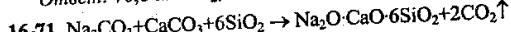
$$\text{m}(\text{CaO}) = \omega(\text{CaO}) \cdot \text{m}_{\text{стекла}} = 0,1 \cdot 100 = 10 \text{ кг},$$

$$\text{m}_{\text{мела}} = \frac{\text{Mr}(\text{CaCO}_3)}{\omega(\text{CaCO}_3) \cdot \text{Mr}(\text{CaO})} \cdot \text{m}(\text{CaO}) = \frac{100}{0,95 \cdot 56} \cdot 10 = 18,8 \text{ кг},$$

$$\text{m}(\text{Na}_2\text{O}) = \omega(\text{Na}_2\text{O}) \cdot \text{m}_{\text{стекла}} = 0,17 \cdot 100 = 17 \text{ кг},$$

$$\text{m}_{\text{соды}} = \frac{\text{Mr}(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{\text{Mr}(\text{Na}_2\text{O}) \cdot \omega(\text{Na}_2\text{CO}_3)} \cdot \text{m}(\text{Na}_2\text{O}) = \frac{106}{0,95 \cdot 62} \cdot 17 = 30,6 \text{ кг}$$

Ответ: 76,8 кг SiO_2 , 18,8 кг мела и 30,6 кг соды.



$$\text{m}(\text{SiO}_2) = \omega(\text{SiO}_2) \cdot \text{m}_{\text{стекла}} = 0,98 \cdot 100 = 98 \text{ (кг)}$$

$$\text{m}(\text{CaCO}_3) = \omega(\text{CaCO}_3) \cdot \text{m}_{\text{мела}} = 0,98 \cdot 30 = 29,4 \text{ (кг)}$$

$$\text{m}(\text{CaO}) = \frac{\text{Mr}(\text{CaO})}{\text{Mr}(\text{CaCO}_3)} \cdot \text{m}(\text{CaCO}_3) = \frac{56}{100} \cdot 29,4 = 16,5 \text{ кг}$$

$$\text{m}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot \text{m}_{\text{соды}} = 0,98 \cdot 38 = 37,24 \text{ (кг)}$$

$$\text{m}(\text{Na}_2\text{O}) = \frac{\text{Mr}(\text{Na}_2\text{O})}{\text{Mr}(\text{Na}_2\text{CO}_3)} \cdot \text{m}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 37,24 \cdot \frac{62}{100} = 21,8 \text{ кг}$$

$$\text{m}_{\text{стекла}} = \text{m}(\text{SiO}_2) + \text{m}(\text{CaO}) + \text{m}(\text{Na}_2\text{O}) = 98 + 16,5 + 21,8 = 136,3 \text{ (кг)}$$

Ответ: 136,3 кг.

16-72. $\text{m}(\text{K}_2\text{O}) = \frac{\text{Mr}(\text{K}_2\text{O})}{\text{mr}(\text{K}_2\text{CO}_3)} \cdot \text{m}(\text{K}_2\text{CO}_3) = \frac{94}{138} \cdot 15 = 10,2 \text{ (кг)}$

$$\text{m}_{\text{стекла}} = \text{m}(\text{K}_2\text{O}) + \text{m}(\text{SiO}_2) + \text{m}(\text{CaO}) = 74 + 10,2 + 16 = 100,2 \text{ (кг)}$$

204

$$\omega(\text{SiO}_2) = \frac{\text{m}(\text{SiO}_2)}{\text{m}_{\text{стекла}}} = \frac{74}{100,2} = 0,739 \text{ или } 73,9\%$$

$$\omega(\text{K}_2\text{O}) = \frac{\text{m}(\text{K}_2\text{O})}{\text{m}_{\text{стекла}}} = \frac{10,2}{100,2} = 0,102 \text{ или } 10,1\%$$

$$\omega(\text{CaO}) = \frac{\text{m}(\text{CaO})}{\text{m}_{\text{стекла}}} = \frac{16}{100,2} = 0,16 \text{ или } 16\%$$

16-73.

$$1) v(\text{SiO}_2) = \frac{\omega(\text{SiO}_2)}{\text{M}(\text{SiO}_2)} = \frac{26,3}{60} = 0,438, v(\text{CaO}) = \frac{\omega(\text{CaO})}{\text{M}(\text{CaO})} = \frac{73,7}{56} = 1,316,$$

$$v(\text{SiO}_2) : v(\text{CaO}) = 0,438 : 1,316 = 1:3;$$

$$2) v(\text{SiO}_2) = \frac{\omega(\text{SiO}_2)}{\text{M}(\text{SiO}_2)} = \frac{34,9}{60} = 0,577, v(\text{CaO}) = \frac{\omega(\text{CaO})}{\text{M}(\text{CaO})} = \frac{65,1}{56} = 1,163,$$

$$v(\text{SiO}_2) : v(\text{CaO}) = 1:2.$$

16-74.

$$\text{m}_{\text{K2Ca}}(\text{O}) = \frac{2\text{Ar}(\text{O})}{\text{Mr}(\text{SiO}_2)} \cdot \omega(\text{SiO}_2) = \frac{2 \cdot 16}{60} \cdot 44 = 23,47\%$$

$$\text{m}_{\text{окн}}(\text{O}) = \frac{\text{Ar}(\text{O})}{\text{Mr}(\text{CaO})} \cdot \omega(\text{CaO}) + \frac{\text{Ar}(\text{O})}{\text{Mr}(\text{FeO})} \cdot \omega(\text{FeO}) = \frac{16}{56} \cdot 12 + \frac{16}{72} \cdot 34 = 3,43 + 7,56 = 10,99,$$

$$\text{кисл} = \frac{\text{m}_{\text{K2Ca}}(\text{O})}{\text{m}_{\text{окн}}(\text{O})} = \frac{23,47}{10,99} = 2,14.$$

Ответ: 2,14

16-75.

$$v(\text{SiO}_2) = \frac{\omega(\text{SiO}_2)}{\text{M}(\text{SiO}_2)} = \frac{54}{60} = 0,9, v(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{\omega(\text{Al}_2\text{O}_3)}{\text{M}(\text{Al}_2\text{O}_3)} = \frac{14}{102} = 0,137,$$

$$v(\text{B}_2\text{O}_3) = \frac{\omega(\text{B}_2\text{O}_3)}{\text{M}(\text{B}_2\text{O}_3)} = \frac{10}{70} = 0,143, v(\text{CaO}) = \frac{\omega(\text{CaO})}{\text{M}(\text{CaO})} = \frac{16}{56} = 0,286,$$

$$v(\text{MgO}) = \frac{\omega(\text{MgO})}{\text{M}(\text{MgO})} = \frac{4}{40} = 0,1, v(\text{Na}_2\text{O}) = \frac{\omega(\text{Na}_2\text{O})}{\text{M}(\text{Na}_2\text{O})} = \frac{2}{62} = 0,032.$$

Ответ: кремнезем, оксид кальция, оксид бора, глинозем, оксид магния, оксид натрия.

16-76.

$$\text{m}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \text{m}_{\text{cr.}} \cdot \frac{\text{M}(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{\text{M}(\text{Na}_2\text{O})} \cdot \omega(\text{Na}_2\text{O}) = 1 \cdot \frac{106}{62} \cdot 0,13 = 0,222 \text{ т}$$

$$\text{m}(\text{CaCO}_3) = \text{m}_{\text{cr.}} \cdot \frac{\text{M}(\text{CaCO}_3)}{\text{M}(\text{CaO})} \cdot \omega(\text{CaO}) = 1 \cdot \frac{100}{56} \cdot 0,117 = 0,209 \text{ т}$$

$$\text{m}(\text{SiO}_2) = \text{m}_{\text{cr.}} \cdot \omega(\text{SiO}_2) = 1 \cdot 0,753 = 0,753 \text{ т.}$$

Ответ: $\text{m}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,222 \text{ т}, \text{m}(\text{CaCO}_3) = 0,209 \text{ т}, \text{m}(\text{SiO}_2) = 0,753 \text{ т.}$

205

16-77.

$$\omega(\text{PbO}) = \frac{M(\text{PbO})}{M_{\text{хруст.}}} = \frac{223}{62 + 223 + 6 \cdot 60} = \frac{223}{645} = 0,35 \text{ или } 35\%$$

Глава 17. Металлы

Общие свойства металлов

17-1. Железо более активный металл, чем медь, поэтому находится в основном в связанном состоянии, а медь в свободном, поэтому была обнаружена первой.

17-2. Самый легкоплавкий металл — ртуть, её можно встретить в градусниках.

17-3. В природе больше металлов, т.к. и в периодической таблице из всех элементов 88 являются металлами.

17-4.

- а) натрий, калий, рубидий;
б) литий, таллий, индий;
в) алюминий, магний, барий.

17-5. Золото, серебро, платина

17-6. Железо и медь при накаливании окисляются, а платина и серебро нет.

17-7. а) Литий, натрий, калий, кальций;
б) Медь, золото, железо, цинк, никель.

17-8. Такую грань четко провести нельзя, т.к. существуют элементы, обладающие аморфотерными свойствами, т.е. и свойствами металлов, и свойствами неметаллов.

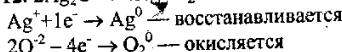
17-9. По совокупности свойств можно отметить типичные металлы от неметаллов, а по отдельным признакам судить нельзя, так например, графит и кремний являясь полупроводниками проводят электрический ток, а калий и натрий не обладают ковкостью.

17-10. $2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$, $\text{CuO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

Предварительный обжиг металла необходим, т.к. в ряду напряжений металлов она находится после водорода и с растворами кислот не реагирует.

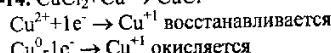
17-11. В действительности это был оксид алюминия Al_2O_3 , входящий в состав глины.

17-12. $2\text{Ag}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Ag} + \text{O}_2 \uparrow$



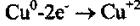
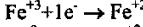
17-13. Т.к. золото имеет большую атомную массу, чем платина, то в 1 мг золота содержится больше атомов.

17-14. $\text{CuCl}_2 + \text{Cu} \rightarrow \text{CuCl}$



206

17-15. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Cu} \rightarrow 2\text{FeSO}_4 + \text{CuSO}_4$



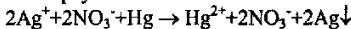
Электрохимический ряд напряжений металлов

17-16. Это ряд напряжений металлов в обратном порядке (ряд активности).

17-17. Железо, как более активный металл, вытесняет медь из её солей.

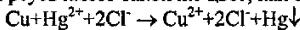
17-18. $2\text{AgNO}_3 + \text{Hg} \rightarrow \text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag} \uparrow$

Эти кристаллы представляют собой серебро, вытесненное из соли более активной ртути.

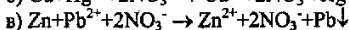
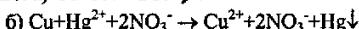


17-19. $\text{Cu} + \text{HgCl}_2 \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{Hg} \downarrow$

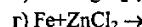
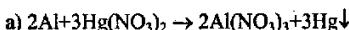
Медь, как более активный металл вытесняет ртуть из её солей, свободная ртуть имеет такой же цвет, как серебро.



17-20. а) $\text{Cu} + 2\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \not\rightarrow$



17-21.



17-22. $\text{CuSO}_4 + \text{Fe} \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$

Т.к. количество моль выделившейся меди равно числу моль прореагировавшего железа, можно записать равенство

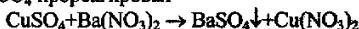
$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{m(\text{Fe})}{Ar(\text{Fe})} = \frac{m(\text{Cu})}{Ar(\text{Cu})} \\ 100 - m(\text{Fe}) + m(\text{Cu}) = 101,3 \end{array} \right. , \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{m(\text{Fe})}{56} = \frac{m(\text{Cu})}{64} \\ m(\text{Cu}) - m(\text{Fe}) = 1,3 \end{array} \right. ,$$

$$m(\text{Cu}) - \frac{56m(\text{Cu})}{64} = 1,3, \quad 0,125m(\text{Cu}) = 1,3; \quad m(\text{Cu}) = 10,4 \text{ (г).}$$

Ответ: 10,4 г

17-23. $\text{CuSO}_4 + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CuCO}_3 + \text{CaSO}_4 \downarrow$

Если при прилипании нитрата бария осадок не выпадает, значит весь CuSO_4 прореагировал



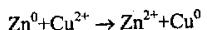
17-24. Этот металл медь.

17-25. а) цинк, как более активный металл отдает электроны на серебряную пластину, благодаря им медь из раствора восстанавливается;

б) катионы цинка переходят в раствор;

в) электроны переходят от цинка к серебру;

г) хлорид ионы перемещаются по направлению к пластине цинка, т.к. там избыток катионов.



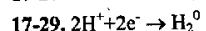
Если серебряную пластину заменить золотой, то все останется также; если медной — то мы будем наблюдать увеличение медной пластины и растворение цинковой. Если заменить угольной — ничего не будет происходить.

17-26. Электроны перемещаются от А к Б. По мере работы элемента масса золотого электрода Б будет возрастать за счет выделения на нем серебра.



Электролиз

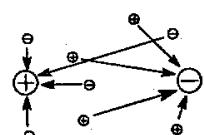
17-27. Во внешней цепи электроны движутся к катоду.



$$v(\text{H}_2) = \frac{V(\text{H}_2)}{V_m} = \frac{11,2}{22,4} = 0,5 \text{ моль}, v(e^-) = 2v(\text{H}_2) = 2 \cdot 0,5 = 1 \text{ моль}.$$

Ответ: 1 моль.

17-30.



17-32. Из всех приведенных ионов лишь ионы Cu^{2+} имеют окраску голубую и тянутся они к катоду.

17-33. а) нет, т.к. ионы натрия не восстанавливаются

б) да, т.к. уменьшается количество воды

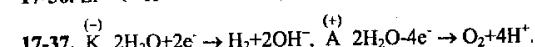


17-34.

Будет анодом.

17-35.

Положительным.



Щелочные металлы

17-38. Поместить их в керосин — литий всплывает, а железо утонет.

17-39. Литий будет плавать на поверхности керосина.



$$v(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})} = \frac{20}{40} = 0,5 \text{ моль},$$

$$m(\text{HCl}) = \omega(\text{HCl}) \cdot m_{\text{p-pa}} = 0,2100 = 20 \text{ г},$$

208

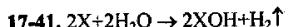
$$v(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} = \frac{20}{36,5} = 0,55 \text{ моль.}$$

Т.к. HCl находится в избытке, расчет ведем по NaOH

$$v(\text{NaCl}) = v(\text{NaOH}) = 0,5 \text{ моль},$$

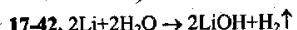
$$m(\text{NaCl}) = v(\text{NaCl}) \cdot M(\text{NaCl}) = 0,5 \cdot 58,5 = 29,25 \text{ г}$$

Ответ: 29,25 г.



$$v(\text{H}_2) = \frac{1}{2} v(\text{X}) = \frac{1}{2} \cdot 1 = 0,5 \text{ моль}, V(\text{H}_2) = v(\text{H}_2) \cdot V_m = 0,5 \cdot 22,4 = 11,2 \text{ л.}$$

Ответ: 11,2 л.

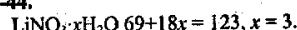


$$v(\text{H}_2) = \frac{V(\text{H}_2)}{V_m} = \frac{1}{22,4} = 0,045 \text{ моль}, v(\text{Li}) = 2v(\text{H}_2) = 2 \cdot 0,045 = 0,09 \text{ моль.}$$

Ответ: 0,09 моль.

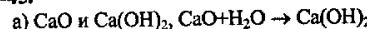
17-43. Наименьшую относительную атомную массу из всех хлоридов имеет хлорид лития LiCl .

17-44.



Ответ: $\text{LiNO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

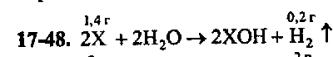
17-45.



17-46. При нагревании насыщенного при 0°C раствора карбоната лития выпадает осадок соли Li_2CO_3 , т.к. растворимость уменьшается. Для большинства других солей при нагревании растворимость увеличивается и насыщенный раствор перестает быть насыщенным.

17-47. а) При переливании раствора серной кислоты в 3-ч банках будет выделяться газ, значит в них содержатся карбонаты.

б) Взять образец каждого карбоната и начать нагревать. В одной из пробирок достаточно быстро выпадет осадок — содержался карбонат лития.



$$m(\text{H}_2) = m_{\text{мет}} - (m_{2\text{нр}} - m_{1\text{нр}}) = 1,4 \cdot (201,2 - 200) = 0,2 \text{ г}$$

$$1,4 \text{ (Ме)} = 0,2 \text{ г (H}_2)$$

$$2x \text{ г (Ме)} = 2 \text{ г (H}_2)$$

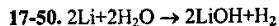
$$2x \cdot 0,2 = 1,4 \cdot 2, 0,4x = 2,8, x = 7.$$

Этот металлический литий.

Оксид лития поглощает выделяющийся в результате реакции водород и мы можем узнать его массу. Если не использовать его массу

17-49.

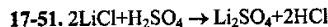
Массовая доля калия наибольшая в KCl , т.к. Cl имеет наименьшую атомную массу из всех предоставленных кислотных остатков.



$$v(\text{Li}) = \frac{m(\text{Li})}{M(\text{Li})} = \frac{28}{7} = 4 \text{ моль}, v(\text{H}_2) = \frac{1}{2} v(\text{Li}) = \frac{1}{2} \cdot 4 = 2 \text{ моль},$$

$$V(\text{H}_2) = v(\text{H}_2) \cdot V_m = 2 \cdot 22,4 = 44,8 \text{ л.}$$

Ответ: 44,8 л.

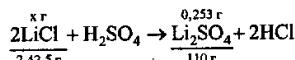


$$v(\text{Li}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{Li}_2\text{SO}_4)}{M(\text{Li}_2\text{SO}_4)} = \frac{0,253}{110} = 0,0023 \text{ моль}$$

$$a) v(\text{LiCl}) = 2v(\text{Li}_2\text{SO}_4) = 0,046 \text{ моль}$$

$$m(\text{LiCl}) = v(\text{LiCl}) \cdot M(\text{LiCl}) = 0,0046 \cdot 42,5 = 0,2 \text{ г}$$

$$\omega(\text{LiCl}) = \frac{m(\text{LiCl})}{m_{\text{об}}r} = \frac{0,2}{0,3} = 0,667 \text{ или } 66,7\%$$



$$2 \cdot 42,5 \text{ г (LiCl)} - 110 \text{ г (Li}_2\text{SO}_4) \quad \frac{x - \mu}{\sigma} = \frac{2 \cdot 42,5 \cdot 0,253}{110} = 0,1955 \text{ г}$$

$$x \text{ г (LiCl)} - 0,253 \text{ г (Li}_2\text{SO}_4)$$

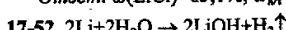
$$\omega(\text{LiCl}) = \frac{m(\text{LiCl})}{m_{\text{об}}r} = \frac{0,1955}{0,3} = 0,6517 \text{ или } 65,17\%$$

Формула кристаллогидрата $\text{LiCl} \cdot \text{H}_2\text{O}$

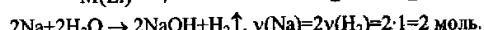
$$m_{\text{к/г}} = \frac{M(\text{LiCl} \cdot \text{H}_2\text{O})}{M(\text{LiCl})} \cdot m(\text{LiCl}) = \frac{60,5}{42,5} \cdot 0,1955 = 0,2783 \text{ г}$$

$$\omega_{\text{к/г}} = \frac{m_{\text{к/г}}}{m_{\text{об}}r} = \frac{0,2783}{0,3} = 0,928 \text{ или } 92,8\%$$

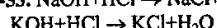
Ответ: $\omega(\text{LiCl}) = 65,1\%$, $\omega_{\text{к/г}} = 92,8\%$.



$$v(\text{Li}) = \frac{m(\text{Li})}{M(\text{Li})} = \frac{14}{7} = 2 \text{ моль}, v(\text{H}_2) = \frac{1}{2} v(\text{Li}) = \frac{1}{2} \cdot 2 = 1 \text{ моль},$$



Ответ: 2 моль.



Пусть в смеси было x моль NaOH и y моль KOH

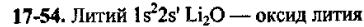
$$\begin{cases} 40x + 56y = 3,58 \\ 58,5x + 74,5y = 5,04 \end{cases}, \quad x = \frac{3,58 - 56y}{40} = 0,0895 - 1,4y,$$

$$58,5(0,0895 - 1,4y) + 74,5y = 5,04,$$

$$7,4y = 0,19575, y = 0,026 \text{ моль}, x = 0,052 \text{ моль},$$

$$m(\text{NaOH}) = 0,052 \cdot 40 = 2,10 \text{ г}, m(\text{KOH}) = 0,026 \cdot 56 = 1,48,$$

$$\omega(\text{KOH}) = \frac{1,48}{3,58} = 0,41 \text{ или } 415, \omega(\text{NaOH}) = 59 \text{ %}.$$



LiOH — гидроксид лития

Натрий $1s^2 2s^2 p^6 3s^1 \text{Na}_2\text{O}$ — оксид натрия

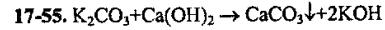
NaOH — гидроксид натрия

Калий $1s^2 2s^2 p^6 3s^2 3p^6 4s^1 \text{K}_2\text{O}$ — оксид калия

KOH — гидроксид калия

Рубидий $1s^2 2s^2 p^6 3s^2 p^6 4s^2 p^6 5s^1 \text{Rb}_2\text{O}$ — оксид рубидия

RbOH — гидроксид рубидия



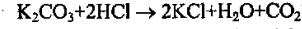
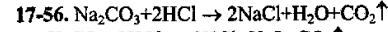
$$v(\text{K}_2\text{CO}_3) = \frac{m(\text{K}_2\text{CO}_3)}{M(\text{K}_2\text{CO}_3)} = \frac{100}{138} = 0,725 \text{ кмоль}$$

$$v(\text{KOH}) = 2v(\text{K}_2\text{CO}_3) = 2 \cdot 0,725 = 1,45 \text{ кмоль}$$

$$m_{\text{трео}}(\text{KOH}) = v(\text{KOH}) \cdot M(\text{KOH}) = 1,45 \cdot 56 = 8,2 \text{ (кг)}$$

$$m_{\text{трео}}(\text{KOH}) = \eta(\text{KOH}) \cdot m_{\text{трео}}(\text{KOH}) = 0,95 \cdot 8,2 = 7,14 \text{ (кг)}$$

Ответ: 7,14 кг.

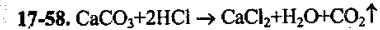


$$v(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{M(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = \frac{5,3}{106} = 0,05 \text{ моль},$$

$$v(\text{K}_2\text{CO}_3) = v(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,05 \text{ моль}$$

Ответ: 0,05 моль.

17-57. Если при добавлении к образцу раствора HCl выделяется газ, то в смеси содержится K_2CO_3 .



$$v(\text{CaCO}_3) = \frac{m(\text{CaCO}_3)}{M(\text{CaCO}_3)} = \frac{200}{100} = 2 \text{ моль}, v(\text{CO}_2) = v(\text{CaCO}_3) = 2 \text{ моль},$$

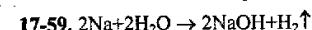
$$v(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})} = \frac{60}{40} = 1,5 \text{ моль}.$$

$\text{NaOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{NaHCO}_3$ гидрокарбонат натрия.

$$v(\text{NaHCO}_3) = v(\text{NaOH}) = 1,5 \text{ моль},$$

$$m(\text{NaHCO}_3) = v(\text{NaHCO}_3) \cdot M(\text{NaHCO}_3) = 1,5 \cdot 84 = 126 \text{ (г)}$$

Ответ: 126 г NaHCO_3 .



$$v(\text{Na}) = \frac{m(\text{Na})}{M(\text{Na})} = \frac{2,3}{23} = 0,1 \text{ моль}, v(\text{H}_2) = \frac{1}{2} v(\text{Na}) = \frac{1}{2} \cdot 0,1 = 0,05 \text{ моль},$$

$$m(\text{H}_2) = v(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) = 0,05 \cdot 2 = 0,1 \text{ (г)},$$

$$m_{\text{трео}} = m(\text{Na}) + m(\text{H}_2\text{O}) - m(\text{H}_2) = 2,3 + 100 - 0,1 = 102,2 \text{ (г)},$$

$$v(\text{NaOH}) = v(\text{Na}) = 0,1 \text{ моль}, m(\text{NaOH}) = v(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NaOH}) = 0,1 \cdot 40 = 4 \text{ (г)},$$

$$\omega(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{m_{\text{трео}}} = \frac{4}{102,2} = 0,039 \text{ или } 3,9\%.$$

Ответ: 3,9 %.

17-60. Na_2O_y $\omega(\text{Na})=100\%-41\%=59\%$

$$x : y = \frac{59}{23} : \frac{41}{16} = 2,56 : 2,56 = 1:1$$

NaO — простейшая формула

$$\text{Mr}(\text{NaO})=23+16=39$$

$$\frac{\text{Mr}_{\text{нест}}}{\text{Mr}(\text{NaO})} = \frac{75}{39} = 1,92 \approx 2, \quad \text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2$$

Ответ: Na_2O_2 .

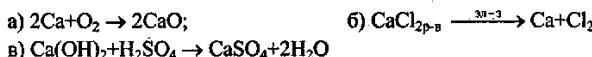
17-61. Это вещество натрий.

Кальций и его соединения

17-62. Ион Ca^{2+} имеет электронное строение аналогичное атому аргону и иону Cl^- .

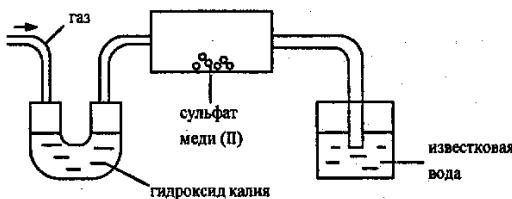
17-63. Кальций реагирует с водой, при этом выделяется водород, который может реагировать с кислородом со взрывом.

17-64.



17-65. a) CaCl_2 — хлорид кальция, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ — нитрат кальция,
 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ — гидроксид кальция;
 б) CaO — оксид кальция, CaH_2 — гидрид кальция;
 в) CaCO_3 — карбонат кальция, CaSO_3 — сульфит кальция.

17-66.



Для проверки полноты поглощения углекислого газа служит сосуд с известковой водой (если газ поглотился не полностью, то она мутнеет).

17-67. Для того, чтобы быстрее высохли стены, т.к. при горении угля выделяется большое количество тепла и вода испаряется.

17-68. Надо в эту трубку подышать. Поскольку выдыхаемый воздух содержит углекислый газ, он вызовет помутнение известковой воды а гидросид натрия останется без изменений.

17-69.

а) да; б) да; в) нет, $\text{Ca}_2 + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow$; г) да;

212.

д) нет $3\text{Ca}^{2+} + 2\text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow$; е) да.

17-70. $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

17-71. Прокипятить раствор.



17-72. Основным источником иона Ca^{2+} является соль $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.

17-73. $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow, \quad \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{HCl} \cancel{\rightarrow}$

В осадке остался Na_2SO_4 , т.к. его растворимость меньше растворимости CaCl_2 .

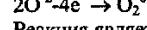
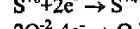
17-74. Можно.

1. Растворить все вещества воде, при этом 2 вещества растворятся — сода и сульфат натрия, а 2 нет — мел и гипс.

2. Прилить в каждую пробирку раствор азотной кислоты.

а) в пробирках, где находится раствор, в одном случае выделится газ — сода, в другом нет — сульфат натрия.

б) в пробирках, где находятся осадки в одном случае выделится газ — мел, в другом — гипс (CaSO_4).



Реакция является окислительно-восстановительной.

17-76. Небольшой образец растворить в воде. CaO растворится, осадка нет. И пропустить через смесь CO_2 , присутствующий CaCO_3 прореагирует с образованием кислой соли и растворится. Если присутствует песок, он так и останется. Если CaCO_3 не было, количества осадка не изменится.

17-77.

$$\omega_1(\text{CO}_2) = \frac{\text{Mr}(\text{CO}_2)}{\text{Mr}(\text{CaCO}_3)} \cdot \omega(\text{CaCO}_3) = \frac{44}{100} \cdot 0,944 = 0,415$$

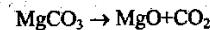
$$\omega_2(\text{CO}_2) = \frac{\text{Mr}(\text{CO}_2)}{\text{Mr}(\text{MgCO}_3)} \cdot \omega(\text{MgCO}_3) = \frac{44}{84} \cdot 0,016 = 0,008$$

$$\omega_{\text{общ}}(\text{CO}_2) = \omega_1(\text{CO}_2) + \omega_2(\text{CO}_2) = 0,415 + 0,008 = 0,423 \text{ или } 42,3 \%$$

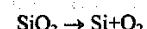
Ответ: 42,3 %.

17-78. $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$

$$\omega_1(\text{CO}_2) = \frac{\text{Mr}(\text{CO}_2)}{\text{Mr}(\text{CaCO}_3)} \cdot \omega(\text{CaCO}_3) = \frac{44}{100} \cdot 0,9624 = 0,415$$



$$\omega_2(\text{CO}_2) = \frac{\text{Mr}(\text{CO}_2)}{\text{Mr}(\text{MgCO}_3)} \cdot \omega(\text{MgCO}_3) = \frac{44}{84} \cdot 0,0114 = 0,006$$

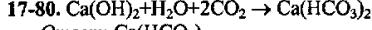


$$\omega(\text{O}_2) = \frac{2\text{Mr}(\text{CO}_2)}{\text{Mr}(\text{MgCO}_3)} \cdot \omega(\text{SiO}_2) = \frac{32}{60} \cdot 0,018 = 0,01$$

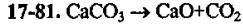
$$\omega_{\text{общ}} = \omega_1(\text{CO}_2) + \omega_2(\text{CO}_2) + \omega(\text{O}_2) = 0,415 + 0,006 + 0,01 = 0,431 \text{ или } 43,1 \%$$

Ответ: 43,1 %.

17-79. Растворить в воде: гашеная известь растворится, а известняк нет.



Ответ: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.



$$v(\text{CaO}) = \frac{m(\text{CaO})}{M(\text{CaO})} = \frac{88}{56} = 1,57 \text{ кмоль}, v_{\text{рас}}(\text{CaCO}_3) = v(\text{CaO}) = 1,57 \text{ кмоль},$$

$$m_{\text{рас}}(\text{CaCO}_3) = v_{\text{рас}}(\text{CaCO}_3) \cdot M(\text{CaCO}_3) = 1,57 \cdot 100 = 157 \text{ кг},$$

$$m_{\text{общ}}(\text{CaCO}_3) = m_{\text{рас}} + m_{\text{ост}} = 157 + 9 = 166 \text{ кг},$$

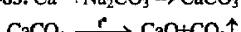
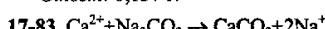
$$\omega = \frac{m_{\text{рас}}(\text{CaCO}_3)}{m_{\text{общ}}(\text{CaCO}_3)} = \frac{157}{166} = 0,946 \text{ или } 94,6\%.$$

Ответ: 94,6%.

$$17-82. m(\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = \frac{5}{100} \cdot 15 = 0,75 \text{ г},$$

$$m(\text{Ca}^{2+}) = \frac{\text{Ar}(\text{Ca})}{M_r(\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})} \cdot m(\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = \frac{40}{219} \cdot 0,75 = 0,137 \text{ (г)}$$

Ответ: 0,137 г.



Остаток представляет собой CaO

$$v(\text{CaO}) = \frac{m(\text{CaO})}{M(\text{CaO})} = \frac{0,28}{56} = 0,005 \text{ моль},$$

$$v(\text{Ca}^{2+}) = v(\text{CaCO}_3) = v(\text{CaO}) = 0,005 \text{ моль},$$

$$m(\text{Ca}^{2+}) = v(\text{Ca}^{2+}) \cdot \text{Ar}(\text{Ca}) = 0,005 \cdot 40 = 0,2 \text{ г}$$

$$m_{\text{общ}}(\text{Ca}^{2+}) = \frac{0,2}{10} \cdot 1000 = 20 \text{ (г)}$$

Ответ: 20 г.

17-84.

$$\text{Ca}_x\text{C}_y\text{N}_z \quad x:y:z = \frac{50}{40} : \frac{15}{12} : \frac{35}{14} = 1,25:1,25:2,5 = 1:1:2$$

Ответ: CaCN_2

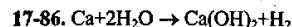
17-85.

$$\omega(\text{CaCO}_3) = \frac{M_r(\text{CaCO}_3)}{M_r(\text{CaO})} \cdot \omega(\text{CaO}) = \frac{100}{56} \cdot 54 = 96,43 \%$$

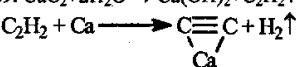
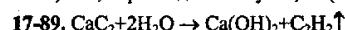
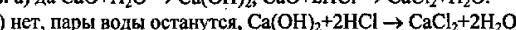
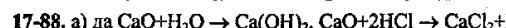
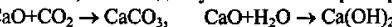
$$\omega(\text{MgCO}_3) = \frac{M_r(\text{MgCO}_3)}{M_r(\text{MgO})} \cdot \omega(\text{MgO}) = \frac{84}{40} \cdot 0,5 = 1,05 \%$$

$$\omega_{\text{прим}} = 100\% - \omega(\text{CaCO}_3) - \omega(\text{MgCO}_3) = 100\% - 96,43\% - 1,05\% = 2,52\%$$

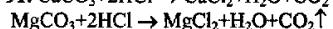
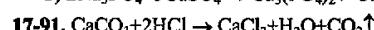
Ответ: 2,52%.



$\text{Ca}(\text{OH})_2$ — малорастворим в воде, пока его концентрация не достигла критической реакции идет быстро, а затем замедляется и $\text{Ca}(\text{OH})_2$ выпадает в осадок.



б) $\text{CaSO}_4 + \text{NaCl} \cancel{\rightarrow}$ нельзя



$$v_{\text{долом}} = \frac{m_{\text{долом}}}{M(\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3)} = \frac{3,68}{184} = 0,02 \text{ моль}$$

$$v(\text{CaCO}_3) = v(\text{MgCO}_3) = v_{\text{долом}} = 0,02 \text{ моль},$$

$$v_1(\text{HCl}) = 2v(\text{CaCO}_3) = 2 \cdot 0,02 = 0,04 \text{ моль},$$

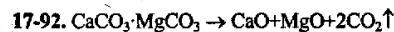
$$v_2(\text{HCl}) = 2v(\text{MgCO}_3) = 2 \cdot 0,02 = 0,04 \text{ моль},$$

$$v(\text{HCl}) = v_1(\text{HCl}) + v_2(\text{HCl}) = 0,04 + 0,04 = 0,08 \text{ моль},$$

$$m(\text{HCl}) = v(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl}) = 0,08 \cdot 36,5 = 2,92 \text{ (г)},$$

$$m_{\text{рас}} = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} = \frac{2,92}{0,1} = 29,2 \text{ (г)}.$$

Ответ: 29,2 г.



$$v_{\text{долом}} = \frac{m_{\text{долом}}}{M(\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3)} = \frac{46}{184} = 0,25 \text{ моль}$$

$$v(\text{CO}_2) = 2v_{\text{долом}} = 2 \cdot 0,25 = 0,5 \text{ моль}$$

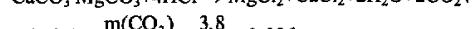
$$m(\text{CO}_2) = v(\text{CO}_2) \cdot M(\text{CO}_2) = 0,5 \cdot 44 = 22 \text{ (г)}$$

Ответ: 22 г.

17-93.



17-94.



$$v(\text{CO}_2) = \frac{m(\text{CO}_2)}{M(\text{CO}_2)} = \frac{3,8}{44} = 0,086 \text{ моль}$$

$$v(Ca) = v_{\text{долом}} = \frac{1}{2} v(CO_2) = \frac{1}{2} \cdot 0,086 = 0,043 \text{ моль}$$

$$m(Ca) = v(Ca) \cdot Ar(Ca) = 0,043 \cdot 40 = 1,72 \text{ (г)}$$

$$\omega(Ca) = \frac{m(Ca)}{m_{\text{об}} \cdot 100} = \frac{1,72}{8} = 0,215 \text{ или } 21,5 \text{ \%}$$

Ответ: 21,5 %.

Алюминий

17-95. Алюминий в природе в свободном виде не встречается, т.к. это активный металл.

17-96. По электронному строению ион Al^{+3} сходен с ионом F^- и атомом неона.

17-97. Изделия из алюминия легкие, достаточно ковкие, светло-серого цвета.

17-98. На поверхности алюминия образуется оксидная пленка, которая не позволяет металлу окисляться далее.

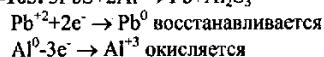
17-99. AlN — нитрид алюминия, Al_2S_3 — сульфид алюминия.

17-100. В полученном алюминии могут быть примеси железа, его оксидов и оксида кремния.

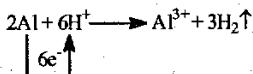
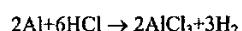
17-101. Оксид и гидроксид алюминия растворяются в азотной кислоте, тогда как алюминий пассивируется.

17-102. $2Al + 3Se \rightarrow Al_2Se_3$

17-103. $3PbS + 2Al \rightarrow Pb + Al_2S_3$



17-104.



17-105. Медленно по каплям приливая раствор гидроксида натрия, наблюдаем в случае сульфата алюминия сначала выпадение белого студенистого осадка, а затем его растворение.

В случае сульфата натрия видимых изменений наблюдать не будет.

17-106. 1) $2Al + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2 \uparrow$

2) $AlCl_3 + 3NaOH \rightarrow Al(OH)_3 + 3NaCl$

17-107. При приливании гидроксида натрия к сульфату алюминия выпадает осадок, т.к. можно прилить точное количество вещества $NaOH$ и осадок устойчив.

При приливании $Al_2(SO_4)_3$ к $NaOH$ осадок образуется, но в избытке $NaOH$ сразу растворяется.

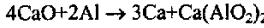
17-108. 1) $Al(OH)_3 + 3HCl \rightarrow AlCl_3 + 3H_2O$

2) $Al(OH)_3 + NaOH \rightarrow NaH_2AlO_3 + H_2O$

17-109.



17-110.

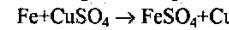
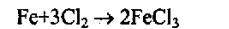
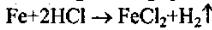
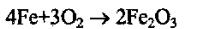


17-111. $2NaAlO_2 + 3H_2O + CO_2 \rightarrow Na_2CO_3 + 2Al(OH)_3$

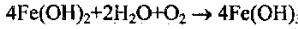
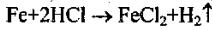
17-112. Поверхностное натяжение жидкого алюминия не очень велико, а плотность большая.

Железо

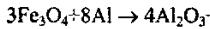
17-113.



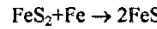
17-114.



17-115.



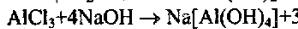
17-116.



17-117. a) $FeSO_4 + BaCl_2 \rightarrow BaSO_4 \downarrow + FeCl_2$

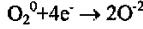
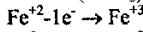
b) $FeSO_4 + Ba(NO_3)_2 \rightarrow BaSO_4 \downarrow + Fe(NO_3)_2$

17-118. $FeCl_2 + 2NaOH \rightarrow Fe(OH)_2 \downarrow + 2NaCl$



В осадке $Fe(OH)_2$, в растворе $NaCl$ и $Na[Al(OH)_4]$.

17-119. $4Fe(HCO_3)_2 + 2H_2O + O_2 \rightarrow 4Fe(OH)_3 + 8CO_2$



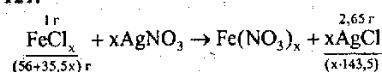
17-120. $Fe + H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + H_2 \uparrow$

$$v(Fe) = \frac{m(Fe)}{M(Fe)} = \frac{140}{156} = 2,5 \text{ моль}$$

$$v(FeSO_4 \cdot 7H_2O) = v(FeSO_4 \cdot 7H_2O) = M(FeSO_4 \cdot 7H_2O) = 2,5 \cdot 278 = 695 \text{ (г)}$$

Ответ: 695 г.

17-121.



1 г (хлорида) — 2,65 г (осадка)

(56+35,5x) г (хлорида) — (14,35 · x) г (осадка)

$$1 \cdot 143,5x = 2,65(56 + 35,5x), 143,5x - 94,075x = 148,4, x = 3,$$

Ответ: $FeCl_3$.

17-122. $FeCl_3 + 3NaOH \rightarrow Fe(OH)_3 + 3NaCl$

$$m(FeCl_3) = \frac{Mr(FeCl_3)}{Mr(FeCl_3 \cdot 6H_2O)} \cdot m(FeCl_3 \cdot 6H_2O) = \frac{162,5}{270,5} \cdot 1,25 = 0,75 \text{ (г)}$$

$$v(\text{FeCl}_3) = \frac{m(\text{FeCl}_3)}{\text{Mr}(\text{FeCl}_3)} = \frac{0,75}{162,5} = 0,0046 \text{ моль}$$

$$v(\text{NaOH}) = 3v(\text{FeCl}_3) = 3 \cdot 0,0046 = 0,0138 \text{ моль}$$

$$m(\text{NaOH}) = v(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NaOH}) = 0,0138 \cdot 40 = 0,552 \text{ г}$$

$$V = \frac{1}{0,02} \cdot 0,552 = 27,6 \text{ мл}$$

Ответ: 27,6 мл.

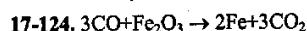


$$v(\text{NO}) = \frac{V(\text{NO})}{V_m} = \frac{0,224}{22,4} = 0,01 \text{ моль}$$

$$v(\text{FeSO}_4) = 3v(\text{NO}) = 3 \cdot 0,01 = 0,03 \text{ моль}$$

$$m(\text{FeSO}_4) = v(\text{FeSO}_4) \cdot M(\text{FeSO}_4) = 0,03 \cdot 152 = 4,56 \text{ г}$$

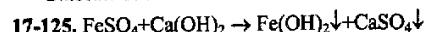
Ответ: 4,56 г.



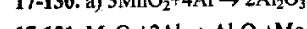
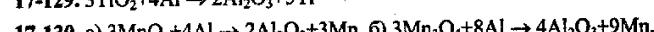
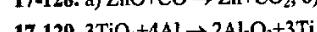
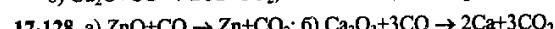
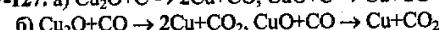
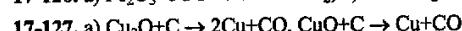
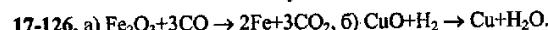
$$v(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{m(\text{Fe}_2\text{O}_3)}{M(\text{Fe}_2\text{O}_3)} = \frac{320}{160} = 2 \text{ Ммоль}, v(\text{CO}) = 3v(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 3 \cdot 2 = 6 \text{ Ммоль},$$

$$m(\text{CO}) = v(\text{CO}) \cdot M(\text{CO}) = 6 \cdot 28 = 168 \text{ г}$$

Ответ: 168 г.



Способы получения металлов. Сплавы

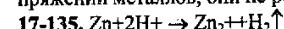


17-132.

- | | |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| a) $2\text{HgO} \xrightarrow{\text{t}} 2\text{Hg} + \text{O}_2$ | б) нет |
| в) нет | г) $2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$ |
| д) нет | |

17-133. Нет, т.к. чугун содержит углерод до 4%, который в соляной кислоте не растворяется.

17-134. Азотную, т.к. медь и серебро находятся после водорода в ряду напряжений металлов, они не реагируют с обычными кислотами.



$$v(\text{H}_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{0,0638}{22,4} = 0,0028 \text{ моль}, v(\text{Zn}) = v(\text{H}_2) = 0,0028 \text{ моль},$$

$$m(\text{Zn}) = v(\text{Zn}) \cdot Ar(\text{Zn}) = 0,0028 \cdot 65 = 0,18 \text{ г},$$

$$\omega(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn})}{m_{\text{см}}} = \frac{0,182}{0,22} = 0,827 \text{ или } 92,7 \%,$$

$$\omega(\text{ZnO}) = 100 \% - \omega(\text{Zn}) = 100 \% - 92,7 \% = 17,3 \%.$$

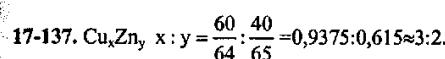
Ответ: 82,7 % Zn и 17,3 % ZnO.

17-136. Пусть взяли образец массой x г, тогда масса никеля $0,8x$ г, а масса хрома $0,2x$ г.

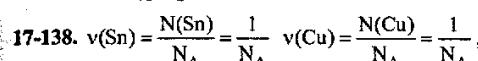
$$v(\text{Ni}) = \frac{m(\text{Ni})}{M(\text{Ni})} = \frac{0,8x}{59} = 0,0136x \text{ моль},$$

$$v(\text{Cr}) = \frac{m(\text{Cr})}{M(\text{Cr})} = \frac{0,2x}{52} = 0,00385x \text{ моль}, \frac{v(\text{Ni})}{v(\text{Cr})} = \frac{0,0136x}{0,00385x} = \frac{3,53}{1}$$

Ответ: 3,53 моль Ni на 1 моль Cr.



Ответ: Cu_3Zn_2 .

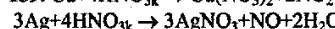
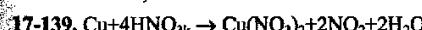


$$m(\text{Sn}) = v(\text{Sn}) \cdot M(\text{Sn}) = \frac{1}{N_A} \cdot 119, \quad m(\text{Cu}) = \frac{5}{N_A} \cdot 64,$$

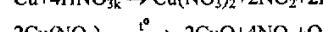
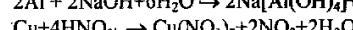
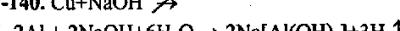
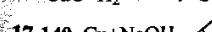
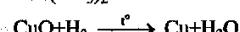
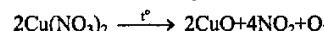
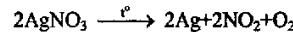
$$m_{\text{общ}} = m(\text{Sn}) + m(\text{Cu}) = \frac{119}{N_A} + \frac{320}{N_A} = \frac{439}{N_A},$$

$$\omega(\text{Sn}) = \frac{m(\text{Sn})}{m_{\text{общ}}} = \frac{\frac{119}{N_A}}{\frac{439}{N_A}} = \frac{119}{439} = 0,271 \text{ или } 27,1 \%.$$

Ответ: 27,1 %.



Далее следует прокалить полученный раствор.



Остаток после прокаливания представляет собой CuO.

$$v(\text{CuO}) = \frac{m_{\text{окт}}}{M(\text{CuO})} = \frac{0,4}{80} = 0,005 \text{ моль}$$

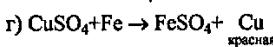
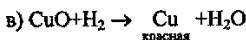
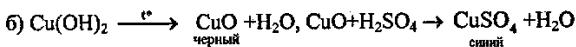
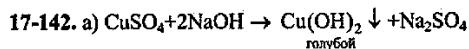
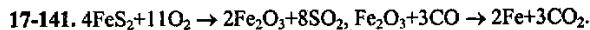
$$v(\text{Cu})=v(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2)=v(\text{CuO})=0,005 \text{ моль}$$

$$m(\text{Cu})=v(\text{Cu}) \cdot Ar(\text{Cu})=0,005 \cdot 64=0,32 \text{ (г)}$$

$$\omega(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{m_{\text{сум}}} = \frac{0,32}{1} = 0,32 \text{ или } 32 \%$$

$$v(\text{Al})=100 \% - \omega(\text{Cu})=100 \% - 32 \% = 68 \%.$$

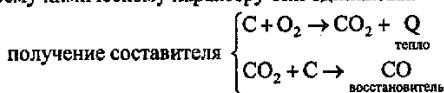
Ответ: 32 % Cu и 68 % Al.



Металлургия

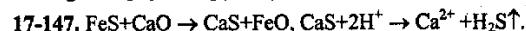
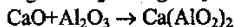
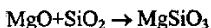
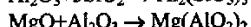
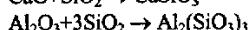
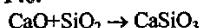
17-143. Алюминий, железо.

17-144. Кокс служит источником теплоты и источником восстановителя. По своему химическому характеру они одинаковы.

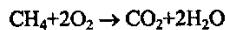


17-145. При использовании газа можно быстрее получить CO₂, а соответственно и восстановитель CO.

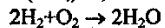
17-146.



$$V(\text{CO}) = 0,32 \cdot 1000 = 320 \text{ м}^3, V_1(\text{O}_2) = \frac{1}{2} V(\text{CO}) = 160 \text{ м}^3,$$



$$V(\text{CH}_4) = 0,005 \cdot 1000 = 5 \text{ м}^3, V_2(\text{O}_2) = 2V(\text{CH}_4) = 2 \cdot 5 = 10 \text{ м}^3,$$



$$V(\text{H}_2) = 0,02 \cdot 1000 = 20 \text{ м}^3,$$

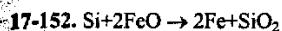
$$V(\text{O}_2) = V_1(\text{O}_2) + V_2(\text{O}_2) + V_3(\text{O}_2) = 160 + 10 + 10 = 180 \text{ м}^3,$$

Ответ: 180 м³.

17-149. Основная роль в сталеплавильном процессе принадлежит реакции замещения.

17-150. При получении стали кислородно-конвертерным способом происходит сгорание примесей, при этом выделяется теплота, поэтому температура повышается.

17-151. При получении стали кислородно-конверторным способом происходит сгорание примесей, часть продуктов находится в газообразной фазе, поэтому масса увеличивается.



$$17-153. \omega(\text{Fe}) = \frac{3\text{Ar}(\text{Fe})}{\text{Mr}(\text{Fe}_3\text{O}_4)} \cdot \omega(\text{Fe}_3\text{O}_4) = \frac{3 \cdot 56}{232} \cdot 80 = 57,93 \%$$

$$\omega(\text{Si}) = \frac{\text{Ar}(\text{Si})}{\text{Mr}(\text{SiO}_2)} \cdot \omega(\text{SiO}_2) = \frac{28}{60} \cdot 20 = 9,33 \%$$

Ответ: 57,93 % Fe и 9,33 % Si.

17-154. m(Si) = ω(Si) · m_{нр} = 0,04 · 1400 = 56 м.

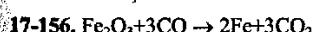
$$m(\text{SiO}_2) = \frac{\text{Mr}(\text{SiO}_2)}{\text{Ar}(\text{Si})} \cdot m(\text{Si}) = \frac{60}{28} \cdot 56 = 120 \text{ (м)}$$

Ответ: 120 м.

$$17-155. m(\text{Si}) = \frac{\text{Ar}(\text{Si})}{\text{Mr}(\text{SiO}_2)} \cdot m(\text{SiO}_2) = \frac{28}{60} \cdot 0,0824 = 0,038 \text{ (г)}$$

$$\omega(\text{Si}) = \frac{m(\text{Si})}{m_{\text{нр}}} = \frac{0,038}{2,8510} = 0,013 \text{ или } 1,3 \%$$

Ответ: 1,3 %.

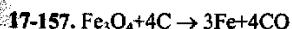


$$v(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{m(\text{Fe}_2\text{O}_3)}{\text{M}(\text{Fe}_2\text{O}_3)} = \frac{4}{100} = 0,025 \text{ моль,}$$

$$v(\text{CO}) = 3v(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 3 \cdot 0,025 = 0,075 \text{ моль,}$$

$$V(\text{CO}) = v(\text{CO}) \cdot V_m = 0,075 \cdot 22,4 = 1,68 \text{ (л).}$$

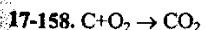
Ответ: 1,68 л.



$$v(\text{Fe}_3\text{O}_4) = \frac{m(\text{Fe}_3\text{O}_4)}{\text{M}(\text{Fe}_3\text{O}_4)} = \frac{696}{232} = 3 \text{ Ммоль, } v(\text{C}) = 4v(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 4 \cdot 3 = 12 \text{ Ммоль,}$$

$$m(\text{C}) = v(\text{C}) \cdot Ar(\text{C}) = 12 \cdot 12 = 144 \text{ (м).}$$

Ответ: 144 м.



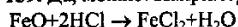
$$v(\text{CO}_2) = \frac{m(\text{CO}_2)}{\text{M}(\text{CO}_2)} = \frac{0,1}{44} = 0,0023 \text{ моль, } v(\text{C}) = v(\text{CO}_2) = 0,0023 \text{ моль,}$$

$$m(\text{C}) = v(\text{C}) \cdot Ar(\text{C}) = 0,0023 \cdot 12 = 0,0276 \text{ г,}$$

$$\omega(C) = \frac{m(C)}{m_{\text{об}}^{\text{об}}} = \frac{0,0276}{5} = 0,00552 \text{ или } 0,552 \%$$

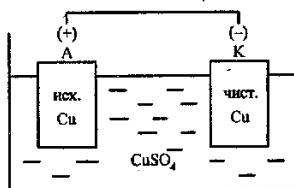
Ответ: 0,552 %.

17-159. Да, можно. Например HCl.



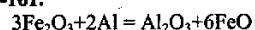
Оксид железа (II) растворится, а медь останется.

17-160.



Медь, содержащаяся в исходном образце, служит анодом. Т.к. медь более активна, чем золото и серебро, она быстрее переходит в раствор и восстанавливается на катоде, а серебро и золото накапливаются на аноде.

17-161.



$$v(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{m(\text{Fe}_2\text{O}_3)}{M(\text{Fe}_2\text{O}_3)} = \frac{16}{160} = 0,1 \text{ моль}, v(\text{FeO}) = 2v(\text{Fe}_2\text{O}_3),$$

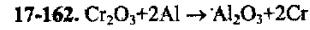
$$v_{\text{peak}}(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{1}{3} v(\text{Fe}_2\text{O}_3), v_{\text{окт}}(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{2}{3} v(\text{Fe}_2\text{O}_3) = v(\text{FeO}) = v_1(\text{Al}),$$

$$v_1(\text{Al}) = \frac{2}{3} \cdot 0,1 = 0,067 \text{ моль}, v_2(\text{Al}) = \frac{2}{3} v_{\text{peak}}(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{3} \cdot 0,1 = 0,022 \text{ моль},$$

$$v(\text{Al}) = v_1(\text{Al}) + v_2(\text{Al}) = 0,067 + 0,022 = 0,089 \text{ моль},$$

$$m(\text{Al}) = v(\text{Al}) \cdot M(\text{Al}) = 0,089 \cdot 27 = 2,4 \text{ г}.$$

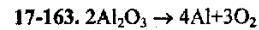
Ответ: 2,4 г.



$$v(\text{Cr}) = \frac{m(\text{Cr})}{M(\text{Cr})} = \frac{78}{52} = 1,5 \text{ моль}, v(\text{Al}) = v(\text{Cr}) = 1,5 \text{ моль},$$

$$m(\text{Al}) = v(\text{Al}) \cdot M(\text{Al}) = 1,5 \cdot 27 = 40,5 \text{ г}.$$

Ответ: 40,5 г.



$$v(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{m(\text{Al}_2\text{O}_3)}{M(\text{Al}_2\text{O}_3)} = \frac{2000}{102} = 19,6 \text{ кмоль},$$

$$v(\text{Al}) = 2v(\text{Al}_2\text{O}_3) = 2 \cdot 19,6 = 39,2 \text{ кмоль},$$

$$m_{\text{реоп}}(\text{Al}) = v(\text{Al}) \cdot m(\text{Al}) = 39,2 \cdot 27 = 1058,4 \text{ (г)},$$

$$\eta = \frac{m_{\text{пр}}(\text{Al})}{m_{\text{реоп}}(\text{Al})} = \frac{1000}{1058,4} = 0,945 \text{ или } 94,5 \%$$

Ответ: 94,5 %.

17-164.

$$\text{a) } (\text{Al}_2\text{O}_3)_x(\text{H}_2\text{O})_y \quad x:y = \frac{65,3}{102} : \frac{34,7}{18} = 0,64 : 1,93 = 1:3, \quad \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$$

$$\text{б) } (\text{Al}_2\text{O}_3)_x(\text{H}_2\text{O})_y \quad x:y = \frac{85}{102} : \frac{15}{18} = 0,83 : 0,83 = 1:1, \quad \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$$

17-165. Соединения кальция и магния образуют шлаки, которые легче чугуна, они собираются над ним и не смешиваются, поэтому не входят в состав чугуна.

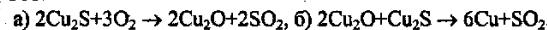
17-166. Катодом служит Al_2O_3 , анод берут инертный, например, графитовый. Алюминий восстанавливается легче, чем натрий, кальций и магний, поэтому они не выделяются.

17-167. а) Печь обогревается газом, который сгорает над загруженной ванной.

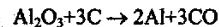
б) Чугун подается расплавленным и подогревается энергией, выделяющейся при сгорании примесей.

в) Горение кокса.

17-168.



17-169.



$$v(\text{Al}) = \frac{m(\text{Al})}{M(\text{Al})} = \frac{1000}{27} = 37 \text{ кмоль}, v(\text{C}) = \frac{3}{2} v(\text{Al}) = 1,5 \cdot 37 = 55,5 \text{ кмоль},$$

$$m(\text{C}) = v(\text{C}) \cdot M(\text{C}) = 55,5 \cdot 12 = 666 \text{ кг}, \quad \frac{m_{\text{прак}}}{m_{\text{реоп}}} = \frac{800}{666} = 1,2.$$

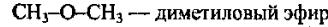
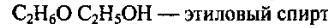
Ответ: 1,2 раза больше.

Глава 18. Органические соединения

Предельные углеводороды. Циклопарафины

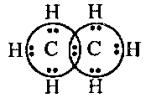
18-1.

Существуют вещества изомеры — они имеют одинаковый качественный и количественный состав, но различное строение и обладают различными свойствами, т.е. обратное утверждение неверно. Например,

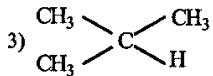
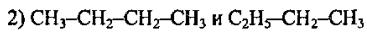
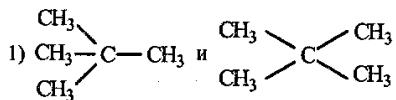


18-2.

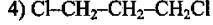
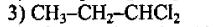
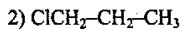
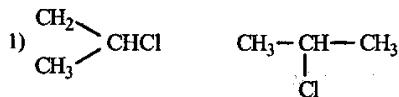
В молекуле этана каждый атом углерода имеет 8 электронов.



18-3. Приведенными формулами обозначено 3 соединения

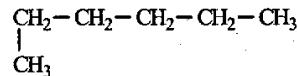


18-4. Приведенными формулами обозначено 4 соединения.



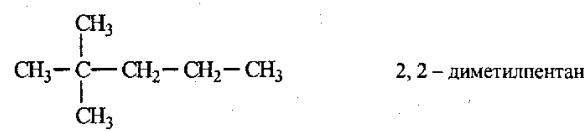
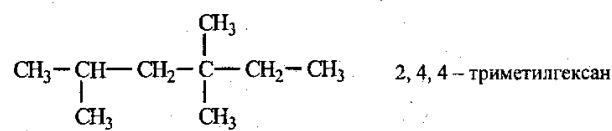
18-5. Из алканов не имеют изомеров метан, этан и пропан.

18-6.



Это название не имеет смысла и может быть заменено на Н-гексан, т.к. сохраняется простая линейная последовательность соединения атакон углерода.

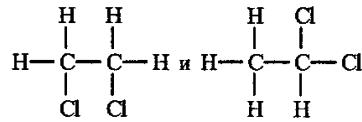
18-7.



18-8.

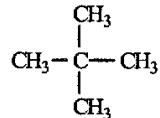
Могут, например $\text{Cl}-\text{C}=\text{O}$ и $\text{Cl}-\text{C}-\text{O}-\text{Cl}$, т.к. углерод может про-

являть валентность II

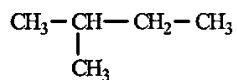


т.к. может быть различный порядок связи атомов.

18-9.



2, 2-диметилпропан



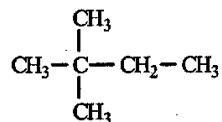
2-метилбутан



18-10. Да, т.к. это предельное соединение углерода, а атом углерода только один.



18-11.



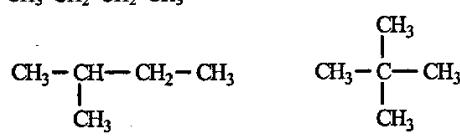
2,2-диметилбутан

18-12. 2,3-диметилпентан

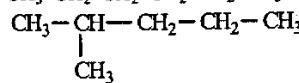
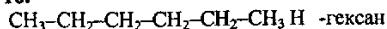
18-13. Т.к. все углеводороды содержат четное количество атомов водорода, а в атоме углерода тоже 4 электрона, т.е. четное число.

18-14. При переходе от низших парафинов к высшим отношение числа атомов углерода к числу атомов водорода увеличивается.

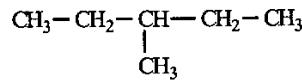
18-15. $M_r = D_{H_2} \cdot Mr(H_2) = 2 \cdot 36 = 72$, $C_n H_{2n+2} \quad 12 \cdot n + (2n+2) \cdot 1 = 72$, $14n = 70$, $n = 5$
 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$



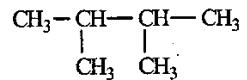
18-16.



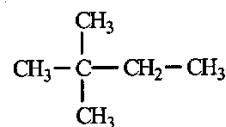
2 – метилпентан



3 – метилпентан



2,3 – диметилбутан



2,2 – диметилбутан

18-17. Предельными являются C_8H_{18} и $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$

18-18. Невозможно, т.к. метан не имеет запаха, вкуса и цвета.

18-19.

$$\text{Mr} = D_{\text{O}_2} \cdot \text{Mr}(\text{O}_2) = \frac{1}{2} \cdot 32 = 16, \text{ Mr}(\text{CH}_4) = 16. \text{ Этот газ метан.}$$

18-20. С увеличением числа атомов углерода в молекулах предельных углеводородов растет содержание углерода, а содержание водорода уменьшается.

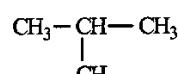
18-21. $\text{C}_n\text{H}_{2n+2} \quad 12 \cdot n + 1(2n+2) \approx 29, \quad 14n + 2 \approx 29, \quad n \approx 2. \quad \text{C}_2\text{H}_6.$ *Ответ:* этан C_2H_6 .18-22. $\text{Mr} = \text{Mr}_{\text{возд}} \cdot D_{\text{возд}} = 29 \cdot 2 = 58$

$$14n + 2 = 58$$

$$n = 4. \quad \text{C}_4\text{H}_{10}.$$



Н-бутан



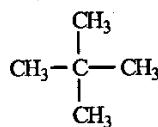
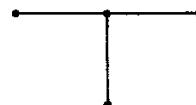
2 – метилипропан.

18-23.



Бутан

изобутан

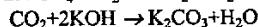


18-24.

$$\text{a)} \text{C}_{15}\text{H}_{32}; \quad \text{б)} \text{C}_{20}\text{H}_{42}$$

18-25. Это можно объяснить исходя из общей формулы алканов $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$. При любом n выражение $2n+2$ четное.18-27. Если в формуле $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ $n=0$, то получится водород. Водород – это и метан горючее вещество.18-28. $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

$$V(\text{O}_2) = 2V(\text{CH}_4) = 2 \cdot 1 = 2 \text{ л}, \quad V_{\text{возд}} = \frac{V(\text{O}_2)}{\omega(\text{O}_2)} = \frac{2}{0,21} = 9,524 \text{ л.}$$

Ответ: 9,524 л.18-29. $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 

$$V(\text{CO}_2) = 95 \text{ мл}, \quad V(\text{CH}_4) = V(\text{CO}_2) = 95 \text{ мл.}$$

$$V(\text{N}_2) = V_{\text{возд}} - V(\text{CH}_4) = 100 - 95 = 5 \text{ (мл)}, \quad \varphi(\text{N}_2) = \frac{V(\text{N}_2)}{V_{\text{возд}}} = \frac{5}{100} = 0,05 \text{ или } 5\%.$$

Ответ: 5%.18-30. $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

$$\text{Пусть } V(\text{CH}_4) = x \text{ л, тогда } V(\text{O}_2) = 2x \text{ л, а } V_{\text{возд}} = \frac{2x}{0,2} = 10x \text{ л.}$$

$$V(\text{CO}_2) = x \text{ л}, \quad V_{\text{ост}} = V_{\text{возд}} - V(\text{CH}_4) - V(\text{O}_2) + V(\text{CO}_2) = 10x - x - 2x + x = 8x,$$

$$\omega(\text{CO}_2) = \frac{V(\text{CO}_2)}{V_{\text{ост}}} = \frac{x}{8x} = 0,125 \text{ или } 12,5 \%$$

Ответ: 12,5%.18-31. $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

$$\text{Пусть } V(\text{CH}_4) = x \text{ л, тогда } V(\text{O}_2) = 2x \text{ л, а } V(\text{CO}_2) = x \text{ л, т.е. } V_{\text{возд}} = V(\text{CH}_4) + V(\text{O}_2) = x + 2x = 3x \text{ (л), а } V_{\text{пол}} = V(\text{CO}_2) = x \text{ л.}$$

$$\frac{V_{\text{возд}}}{V_{\text{пол}}} = \frac{3x}{x} = 3.$$

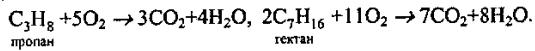
Ответ: в 3 раза.18-32. $2\text{CH}_4 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{на t}} 2\text{CO} + 4\text{H}_2$

Также в результате этой реакции образуется водород, для получения которого данная реакция и применяется на практике.

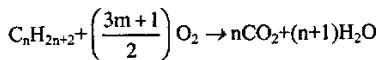
18-33.

*Ответ:* пропан.

18-34.



18-35.

18-36. $\text{C}_2\text{H}_6 \xrightarrow{\text{t}} 2\text{C} + 3\text{H}_2$

Пусть $V(\text{C}_2\text{H}_6)=x$ л, тогда $V(\text{H}_2)=3x$ л, т. к. полученный углерод — второе вещество, объем газа увеличивается в 3 раза.

18-37. $\text{C}_7\text{H}_{16} + 11\text{O}_2 \rightarrow 7\text{CO}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$

$$V(\text{C}_7\text{H}_{16}) = \frac{m(\text{C}_7\text{H}_{16})}{m(\text{C}_7\text{H}_{16})} = \frac{1000}{100} = 10 \text{ моль}$$

$$V(\text{O}_2) = 11V(\text{C}_7\text{H}_{16}) = 11 \cdot 10 = 110 \text{ моль}$$

$$V(\text{O}_2) = V(\text{O}_2) \cdot V_{\text{н}} = 110 \cdot 22,4 = 2464 \text{ л} = 2,464 \text{ м}^3$$

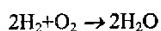
Ответ: 2,464 м³.

18-38. $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

$$V(\text{CH}_4) = 0,75 \cdot 1 = 0,75 \text{ м}^3, V_1(\text{O}_2) = 2V(\text{CH}_4) = 2 \cdot 0,75 = 1,5 \text{ м}^3,$$

$$2\text{C}_2\text{H}_6 + 7\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$$

$$V(\text{C}_2\text{H}_6) = 0,15 \cdot 1 = 0,15 \text{ м}^3, V_2(\text{O}_2) = \frac{1}{2} V(\text{C}_2\text{H}_6) = \frac{1}{2} \cdot 0,15 = 0,075 \text{ м}^3,$$



$$V(\text{H}_2) = 0,05 \cdot 1 = 0,05 \text{ м}^3, V_3(\text{O}_2) = \frac{1}{2} V(\text{H}_2) = \frac{1}{2} \cdot 0,05 = 0,025 \text{ м}^3,$$

$$V_{\text{общ}}(\text{O}_2) = V_1(\text{O}_2) + V_2(\text{O}_2) + V_3(\text{O}_2) = 1,5 + 0,075 + 0,025 = 1,65 \text{ м}^3$$

Ответ: 1,65 м³.

18-39. $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

$$V(\text{CH}_4) = 0,9 \cdot 1 = 0,9 \text{ м}^3, V_2(\text{O}_2) = 2V(\text{CH}_4) = 2 \cdot 0,9 = 1,8 \text{ м}^3,$$

$$2\text{C}_2\text{H}_6 + 7\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$$

$$V(\text{C}_2\text{H}_6) = 0,05 \cdot 1 = 0,05 \text{ м}^3, V_2(\text{O}_2) = \frac{1}{2} V(\text{C}_2\text{H}_6) = \frac{1}{2} \cdot 0,05 = 0,025 \text{ м}^3,$$

$$V_{\text{общ}}(\text{O}_2) = V_1(\text{O}_2) + V_2(\text{O}_2) = 1,5 + 0,025 = 1,525 \text{ м}^3$$

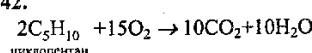
$$V_{\text{возд}} = \frac{V_{\text{общ}}(\text{O}_2)}{\omega(\text{O}_2)} = \frac{2,325}{0,2} = 11,325 \text{ м}^3$$

Ответ: 11,325 м³.

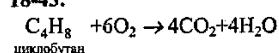
18-40. У циклопропана нет геометрических изомеров.

18-41. $\text{C}_n\text{H}_{2n} + \frac{3n}{2} \text{O}_2 \rightarrow n\text{CO}_2 + n\text{H}_2\text{O}$

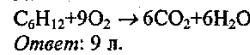
18-42.



18-43.

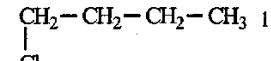


18-44.

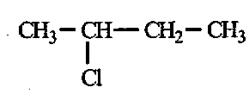


Ответ: 9 л.

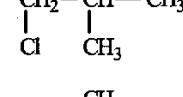
18-45.



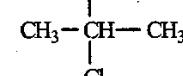
— хлорбутан



2 — хлорбутан

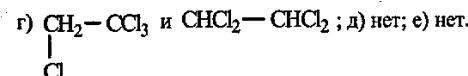
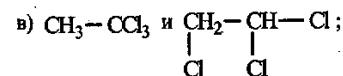
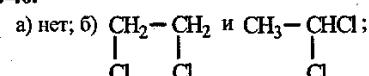


1 — хлор 2 — метилпропан

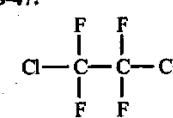


2 — хлор 2 — метилпропан

18-46.

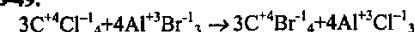


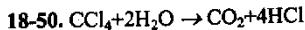
18-47.



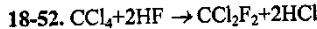
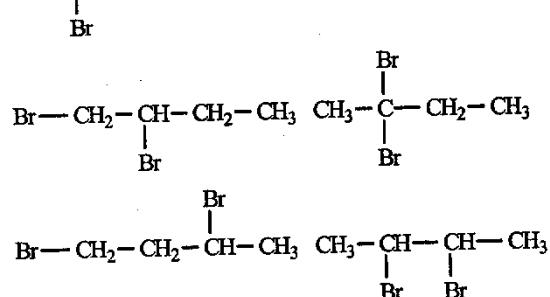
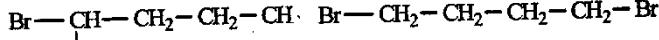
Это соединение может иметь изомер $\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{Cl} \\ | \quad | \\ \text{F} - \text{C} - \text{C} - \text{F} \\ | \quad | \\ \text{F} \quad \text{Cl} \end{array}$.

18-49.





18-51.



18-53.

$$\text{C}_x\text{Cl}_y \ x:y = \frac{10,1}{12} : \frac{89,9}{35,5} = 0,84 : 2,53 = 1:3; \text{Mr}(\text{CCl}_3) = 12+3+35,5 = 118,5,$$

$$\frac{\text{Mr}_{\text{hex}}}{\text{Mr}(\text{CCl}_3)} = \frac{237}{118,5} = 2.$$

Ответ: C_2Cl_6 .

18-54.

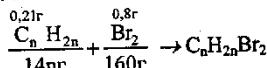
$$m = v \cdot M = \frac{V}{V_m} \cdot M = \frac{620 \cdot 10^9}{22,4} \cdot 16 = 442,86 \cdot 10^9 \text{ кг} = 442,86 \cdot 10^6 \text{ кг.}$$

Ответ: 442,86 млн кг.

18-55. а) 2 изомера, б) 2 изомера, в) 2 изомера

Непредельные углеводороды

18-56.

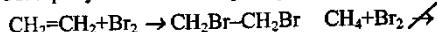


$$\frac{0,21 \text{ г (бba)}}{0,21 \text{ г (бba)}} - \frac{0,8 \text{ (Br}_2)}{0,8 \text{ (Br}_2)} = \frac{0,21 \cdot 160}{0,8} = 42, \quad 14n = 42, \quad n=3.$$

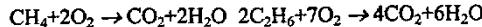
Ответ: C_3H_6 .

18-57. а) метан; б) этилен, ацетилен, этан; в) бутан, пропан.

18-58. Пропустить смесь через бромную воду в темноте:



18-59.



Да, можно, т.к. равные объемы исходных газов требуют различный объем кислорода.

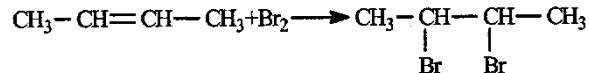
18-60.

$$\text{Mr}=\text{Mr}(\text{H}_2) \cdot D_{\text{H}_2} = 2 \cdot 28 = 56$$

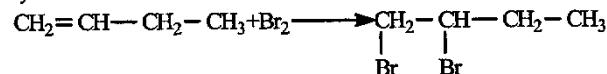
$$\text{C}_n\text{H}_{2n} \quad 14n=56, \quad n=4$$

$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ и $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ обесцвечивают раствор

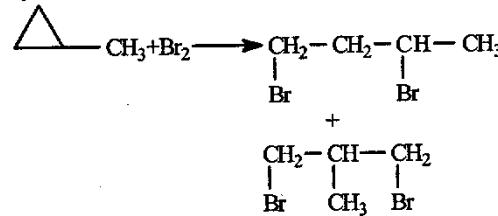
перманганата калия  CH_3 и  нет.



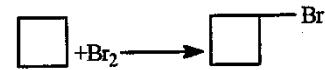
бути - 2



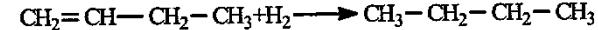
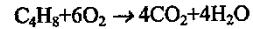
бути - 1



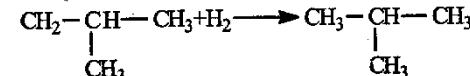
метилциклогексан



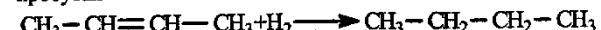
18-61.



Н - бутан



пробутан

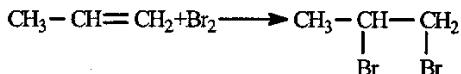


Н - бутан

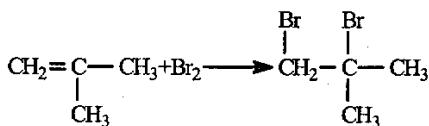
18-62. Геометрические изомеры имеют оба соединения, т.к. имеют по 2 аналогичных группы заместителей, способных располагаться в одной или разных полуплощадях.

18-63. а) одинаковые; б) разные.

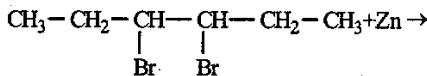
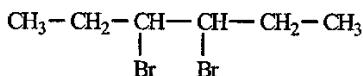
18-64.



18-65.

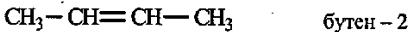


18-66.



Образующееся галогенопроизводное намного тяжелее гексана, его можно легко отделить, а затем при нагревании его с цинком образуется исходный алкан. Гексан с бромной водой не реагирует.

18-61.



18-68. $n\text{CF}_2=\text{CF}_2 \rightarrow (-\text{CF}_2-\text{CF}_2-)_n$
 $n\text{CF}_2=\text{CFCl} \rightarrow (-\text{CF}_2-\text{CFCl}-)_n$

18-69. $\text{C}_2\text{H}_2\text{OH} \xrightarrow{\text{Al}_2\text{O}_3} \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O}$

$$v(\text{C}_2\text{H}_4) = \frac{V(\text{C}_2\text{H}_4)}{V_m} = \frac{33,6}{22,4} = 1,5 \text{ моль},$$

$$v_{\text{peak}}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = v(\text{C}_2\text{H}_4) = 1,5 \text{ моль},$$

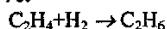
$$m_{\text{peak}}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = v_{\text{peak}}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) \cdot M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 1,5 \cdot 46 = 69 \text{ (г)},$$

$$\omega(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{m_{\text{peak}}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})}{m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})} = \frac{69}{100} = 0,69 \text{ или } 69\%.$$

Ответ: 69%.

232

18-70.



$$v(\text{C}_2\text{H}_6) = \frac{m(\text{C}_2\text{H}_6)}{M(\text{C}_2\text{H}_6)} = \frac{3}{30} = 0,1 \text{ моль}, v(\text{C}_2\text{H}_4) = v(\text{C}_2\text{H}_6) = 0,1 \text{ моль},$$

$$V(\text{C}_2\text{H}_4) = v(\text{C}_2\text{H}_4) \cdot V_m = 0,1 \cdot 22,4 = 2,24 \text{ (л)}.$$

Ответ: 2,24 л.

18-71. $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$

$$v(\text{C}_2\text{H}_4) = \frac{V(\text{C}_2\text{H}_4)}{V_m} = \frac{2,8}{22,44} = 0,125 \text{ моль}, v(\text{Br}_2) = v(\text{C}_2\text{H}_4) = 0,125 \text{ моль},$$

$$m(\text{Br}_2) = v(\text{Br}_2) \cdot M(\text{Br}_2) = 0,125 \cdot 160 = 20 \text{ (г)}.$$

Ответ: 20 г.

18-72. $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$

$$m(\text{C}_2\text{H}_4) = 8 \text{ г}$$

$$V(\text{C}_2\text{H}_4) = v(\text{C}_2\text{H}_4) \cdot V_m = \frac{m(\text{C}_2\text{H}_4)}{M(\text{C}_2\text{H}_4)} \cdot V_m = \frac{8}{28} \cdot 22,4 = 6,4 \text{ (л)}.$$

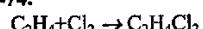
Ответ: 6,4 л.

18-73. $m(\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2) = 300 \cdot 500 = 150000 \text{ г} = 150 \text{ м}$

$$v(\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2) = \frac{m(\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2)}{M(\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2)} = \frac{150}{99} = 1,515 \text{ кмоль}.$$

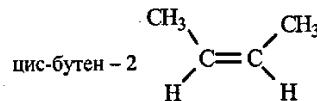
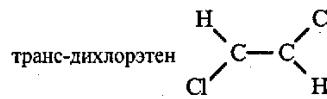
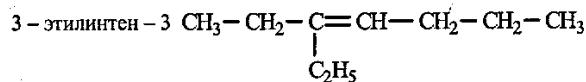
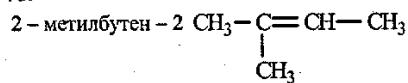
Ответ: 1,515 кмоль

18-74.



$$V(\text{C}_2\text{H}_4) : V(\text{Cl}_2) = 1 : 1$$

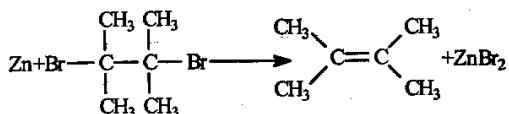
18-75.



18-76.

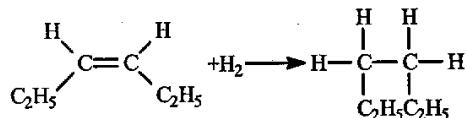
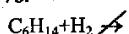


233

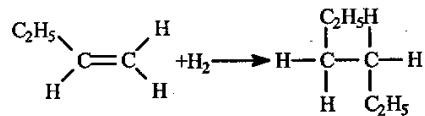


18-77. Из этих соединений можно выделить гексан, а два других соединения имеют одинаковый состав C_6H_{12} и поэтому одинаковый состав продуктов горения.

18-78.

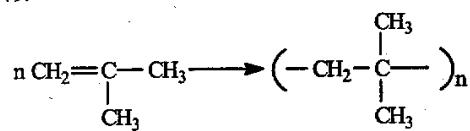


H – гексан

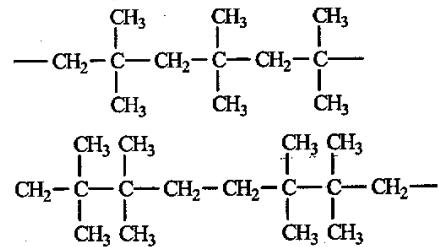


H – гексан

18-79.



Возможны различные порядки соединения мономеров, например

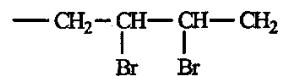


18-80. Продуктом присоединения водорода к бутилену является бутан



234

18-81.



18-82. Безусловно имеется: в молекулах этих веществ нет кратных связей, только простые.

18-83. $\text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + 2\text{H}_2$

$$v(\text{C}_2\text{H}_2) = \frac{m(\text{C}_2\text{H}_2)}{M(\text{C}_2\text{H}_2)} = \frac{1000}{26} = 38,46 \text{ кмоль}$$

$$v(\text{C}_2\text{H}_6) = v(\text{C}_2\text{H}_2) = 38,46 \text{ кмоль}, V_{\text{теп}}(\text{C}_2\text{H}_6) = v(\text{C}_2\text{H}_6) \cdot V_m = 38,46 \cdot 22,4 = 861,5 (\text{м}^3)$$

$$V_{\text{пп}} = \frac{V_{\text{теп}}(\text{C}_2\text{H}_6)}{\eta(\text{C}_2\text{H}_2)} = \frac{861,5}{0,1} = 8615 \text{ м}^3$$

Ответ: 8615 м³.

18-84. $2\text{C}_2\text{H}_2 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

$$v(\text{C}_2\text{H}_2) = \frac{m(\text{C}_2\text{H}_2)}{M(\text{C}_2\text{H}_2)} = \frac{1000}{26} = 38,46 \text{ моль}$$

$$v(\text{O}_2) = \frac{5}{2} v(\text{C}_2\text{H}_2) = \frac{5}{2} \cdot 38,46 = 96,15 \text{ моль}$$

$$m(\text{O}_2) = v(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = 96,15 \cdot 32 = 3076,8 \text{ г} = 3 \text{ м.}$$

Ответ: 3 м.

18-85. $\text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow 2\text{C} + \text{H}_2 \uparrow$

Синтез ацетилена эндотермическая реакция.

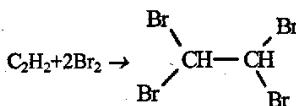
18-86. $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightarrow \text{C}_x\text{H}_y\text{I}_z$

$$\omega(\text{C}) = 100\% - \omega(\text{H}) - \omega(\text{I}) = 100 - 0,7 - 90,7 = 8,6\%$$

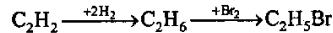
$$x:y:z = \frac{8,6}{12} : \frac{0,7}{1} : \frac{90,7}{127} = 0,7:0,7:0,7 = 1:1:1$$

Ответ: $\text{C}_2\text{H}_2\text{I}_2$.

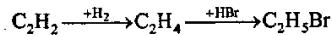
18-87.



18-88.



или



235

18-89. C_2H_2 пропускают через воду, чтобы избавиться от примесей ацетона а через серную кислоту, чтобы избавиться от воды.

18-90. $\text{CaC}_2+2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2+\text{C}_2\text{H}_2 \uparrow$

$$v(\text{C}_2\text{H}_2) = \frac{V(\text{C}_2\text{H}_2)}{V_m} = \frac{26}{22,4} = 1,16 \text{ моль}, v(\text{CaC}_2)=v(\text{C}_2\text{H}_2)=1,16 \text{ моль},$$

$$m(\text{CaC}_2)=v(\text{CaC}_2) \cdot M(\text{CaC}_2)=1,16 \cdot 64=74,24 \text{ (г)}$$

$$\omega(\text{CaC}_2) = \frac{m(\text{CaC}_2)}{m_{\text{об}} \cdot 100} = \frac{74,24}{100} = 0,7424 \text{ или } 74,2\%.$$

Ответ: 74,24%.

18-91. $\text{CaC}_2+2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2+\text{C}_2\text{H}_2 \uparrow$

$$m(\text{CaC}_2)=0,8 \cdot 130=104 \text{ (м), } v(\text{CaC}_2) = \frac{m(\text{CaC}_2)}{M(\text{CaC}_2)} = \frac{104}{64} = 1,625 \text{ кмоль,}$$

$$v(\text{C}_2\text{H}_2)=v(\text{CaC}_2)=1,625 \text{ кмоль, } V(\text{C}_2\text{H}_2)=v(\text{C}_2\text{H}_2) \cdot V_m=1,625 \cdot 22,4=36,4 \text{ м}^3.$$

Ответ: 36,4 м³.

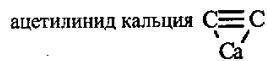
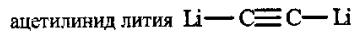
18-92. $\text{CaC}_2+2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2+\text{C}_2\text{H}_2 \uparrow$

$$v(\text{CaC}_2) = \frac{m(\text{CaC}_2)}{M(\text{CaC}_2)} = \frac{1000}{64} = 15,625 \text{ моль}$$

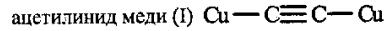
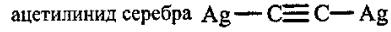
$$v(\text{C}_2\text{H}_2)=v(\text{CaC}_2) \cdot V_m=15,625 \cdot 22,4=350 \text{ (л)}$$

Ответ: 350.

18-93.



18-94.



18-95.

$$v(\text{CO}_2) = \frac{m(\text{CO}_2)}{M(\text{CO}_2)} = \frac{5,9}{44} = 0,134 \text{ моль, } \omega_{\text{газа}} = \frac{V}{V_m} = \frac{1}{22,4} = 0,045 \text{ моль,}$$

$$\frac{v_{\text{газа}}}{v(\text{CO}_2)} = \frac{0,134}{0,045} = 3.$$

Значит 1 молекула газа содержит 3 атома углерода.

$$Mr_{\text{газа}}=Mr(\text{H}_2) D_{\text{H}_2}=2 \cdot 21=42, Mr(\text{C}_3\text{H}_6)=42.$$

Ответ: C_3H_6 .

18-96. $2\text{C}_2\text{H}_2+5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2+2\text{H}_2\text{O}+675 \text{ кДж}$

$$v(\text{C}_2\text{H}_2) = \frac{V(\text{C}_2\text{H}_2)}{V_m} = \frac{1000}{22,4} = 44,64 \text{ моль}$$

1 моль – 1350 кДж

44,64 моль – x кДж

Ответ: 60 МДж.

$$x = \frac{44,64 \cdot 1350}{1} \approx 60 \text{ МДж}$$

18-97.

$$m(\text{C}_2\text{H}_2)=v(\text{C}_2\text{H}_2) \cdot M(\text{C}_2\text{H}_2) = \frac{V(\text{C}_2\text{H}_2)}{V_m} \cdot M(\text{C}_2\text{H}_2) = \frac{0,6}{22,4} \cdot 26 = 0,7 \text{ г}$$

$$m(\text{C}_2\text{H}_3\text{OH})=\rho V=100 \cdot 0,81=81 \text{ г}$$

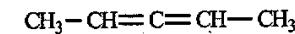
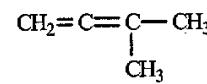
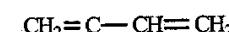
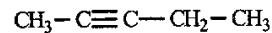
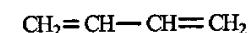
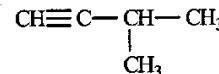
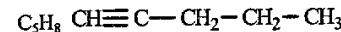
$$m_{\text{п-па}}=m(\text{C}_2\text{H}_2)+m(\text{C}_2\text{H}_3\text{OH})=81+0,7=81,7 \text{ (г)}$$

$$\omega(\text{C}_2\text{H}_2) = \frac{m(\text{C}_2\text{H}_2)}{m_{\text{п-па}}} = \frac{0,7}{81,7} = 0,0086 \text{ или } 0,86\%.$$

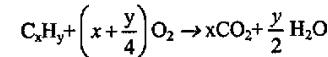
Ответ: 0,86%.

18-98. В ряду гомологов ацетилена не может быть пространственных изомеров, т.к. у атомов углерода, связанных кратной связью остается лишь одна на 1 заместитель, а нескольких заместителей быть не может.

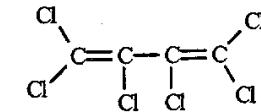
18-99.



18-100.



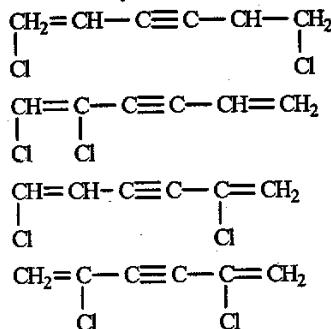
18-101.



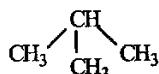
Ароматические углеводороды

18-102.

Если бы бензол имел линейную цепочку углеродных атомов, то имея 2 заместителя получалось бы больше 3 изомеров. Например

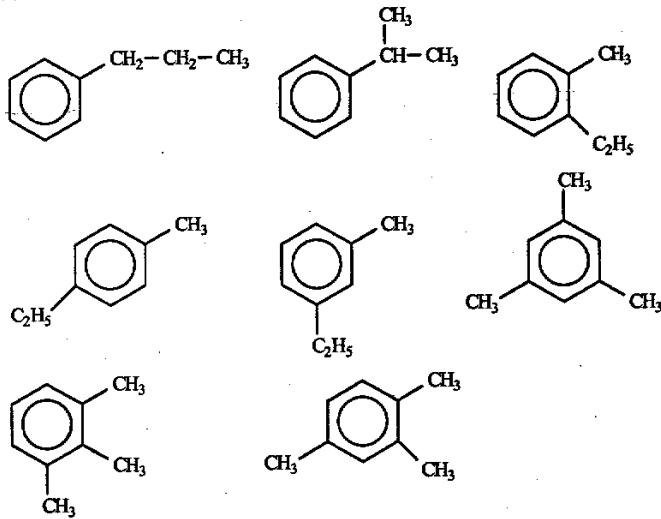


18-103.

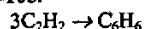


Этот углеводород изомер бутана.

18-104.



18-105.



$$v(\text{C}_2\text{H}_2) = \frac{V(\text{C}_2\text{H}_2)}{V_m} = \frac{25}{22,4} = 1,12 \text{ моль}$$

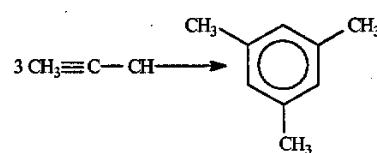
$$v(\text{C}_6\text{H}_6) = \frac{1}{3} v(\text{C}_2\text{H}_2) = \frac{1}{3} \cdot 1,12 = 0,37 \text{ моль}$$

$$m_{\text{рео}}(\text{C}_6\text{H}_6) = v(\text{C}_6\text{H}_6) \cdot M(\text{C}_6\text{H}_6) = 0,37 \cdot 78 = 28,86 \text{ (г)}$$

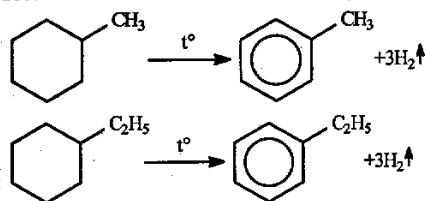
$$\frac{m_{\text{np}}(\text{C}_6\text{H}_6)}{m_{\text{рео}}(\text{C}_6\text{H}_6)} = \frac{16}{28,86} = 0,554 \text{ или } 55,4\%$$

Ответ: 55,4%.

18-106.



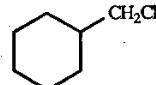
18-107.



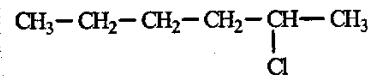
18-108. а) да; б) нет; в) нет; г) нет; д) да.

18-109. а) нет ароматических,

б) да, например

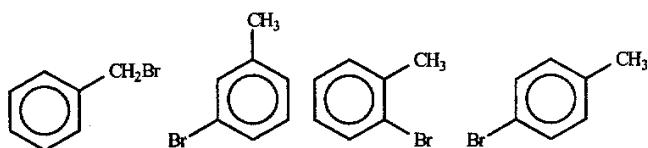


в) да, например $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{Cl}$



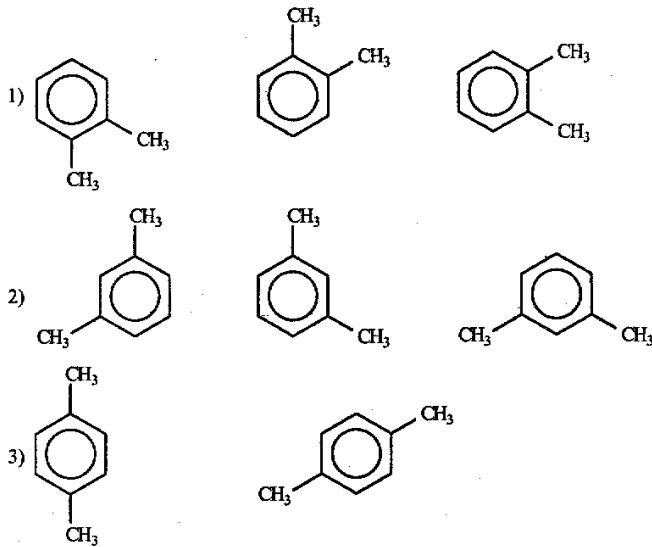
18-110. $\text{C}_7\text{H}_7\text{Br}$

$$\omega(\text{Br}) = \frac{\text{Ar}(\text{Br})}{M_r(\text{C}_7\text{H}_7\text{Br})} = \frac{80}{171} = 0,467 \text{ или } 46,7\%$$



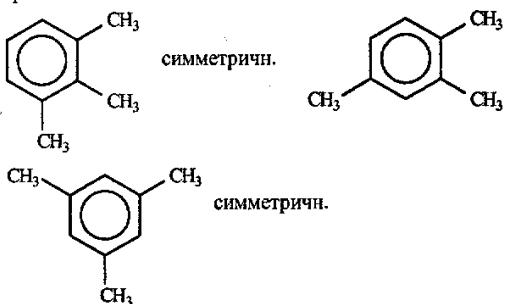
18-111.

Следующими формулами представлено 3 вещества

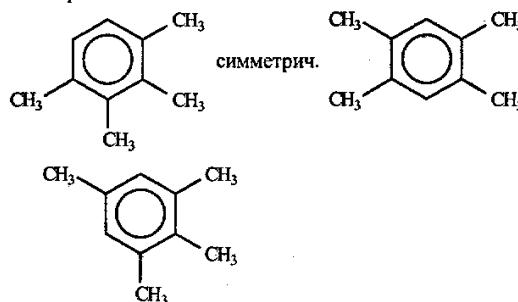


18-112.

треметилбензолы

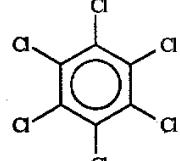


тетраметилбензолы

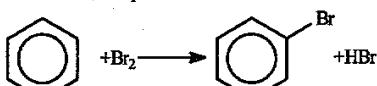


18-113.

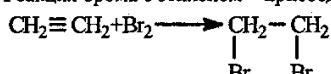
Это соединение содержит хлора больше, чем углерода (по массе), т.к. число атомов одинаково, а атомная масса хлора больше.



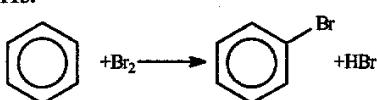
18-114. Реакция брома с бензолом – замещение



Реакция брома с этиленом – присоединение



18-115.



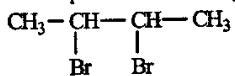
$$v(\text{C}_6\text{H}_6) = \frac{m(\text{C}_6\text{H}_6)}{M(\text{C}_6\text{H}_6)} = \frac{78}{78} = 1 \text{ моль}, v(\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}) = 1 \text{ моль},$$

$$m_{\text{теор}}(\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}) = v(\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}) \cdot M(\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}) = 1 \cdot 157 = 157 \text{ г}$$

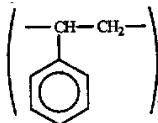
$$\frac{m_{\text{практ}}(\text{C}_6\text{H}_5\text{Br})}{m_{\text{теор}}(\text{C}_6\text{H}_5\text{Br})} = \frac{78}{157} = 0,497 \text{ или } 49,7\%.$$

Ответ: 49,7%.

18-116. В преемнике был получен 2,3-дигромбутан



18-117.



Полистирол $\left(\text{---CH}(\text{CH}_3)\text{---CH}_2\text{---} \right)_n$ сильно непредельное вещество, в нем массовая доля углерода больше, чем в полистилене, поэтому он горит коптищим пламенем.

18-118.

$$m(C) = \frac{\text{Ar}(C)}{\text{Mr}(\text{CO}_2)} \cdot m(\text{CO}_2) = \frac{12}{44} \cdot 44 = 1,2 \text{ г},$$

$$m(H) = \frac{2\text{Ar}(C)}{\text{Mr}(\text{H}_2\text{O})} \cdot m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{2 \cdot 1}{18} \cdot 0,9 = 0,1 \text{ г},$$

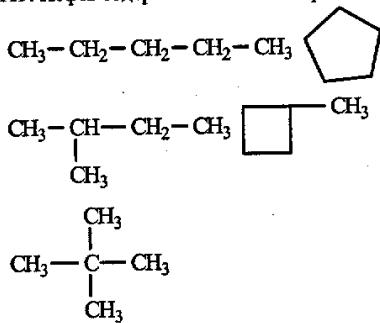
$$m_{\text{н-на}} = m(C) + m(H) = 1,2 + 0,1 = 1,3 \text{ (р), } C_xH_y \text{ x:y} = \frac{1,2}{12} : \frac{0,1}{1} = 0,1 : 0,1 = 1:1,$$

$$\text{Mr}_{\text{н-на}} = \text{Mr}(\text{H}_2) \cdot D_{\text{H}_2} = 39 \cdot 2 = 78, \text{ Mr}(\text{CH}) = 12 + 1 = 13, \frac{\text{Mr}_{\text{н-на}}}{\text{Mr}(\text{CH})} = \frac{78}{13} = 6.$$

Ответ: C_6H_6 .

Природные источники углеводородов

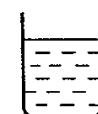
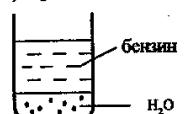
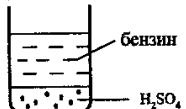
18-119. Нефть содержит в основном предельные углеводороды.



18-120. а) пентан; б) денан.

18-121. Низкокипящие фракции имеют более простое строение (мало атомов углерода), поэтому из них легче выделить отдельное вещество.

18-122.



18-123. Для этого лучше взять прямогонный бензин, т.к. он содержит меньше непредельных соединений, которые могли бы прореагировать с бромом.

18-124. а) Нет, т.к. происходит разделение смеси углеводородов, основанное на различии их температур кипения — физические процессы.

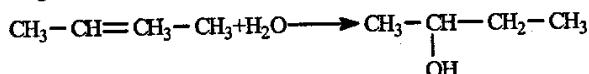
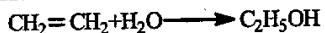
б) Нет, т.к. нефть представляет собой смесь различных веществ неоднозначно разлагающаяся в процессе крекинга.

18-125. Керосин — более легкая и летучая жидкость, а вазелин — тяжелый и практически нелетуч, поэтому не имеет запаха.

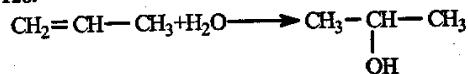
18-126.



18-127.



18-128.

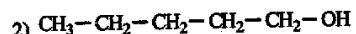
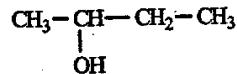
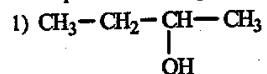


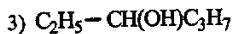
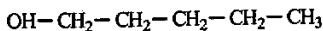
18-129. Амальгама натрия легче смешивается с маслами, чем просто натрий, который реагирует с водой в случае ее присутствия с выделением газа — водорода.

18-130. Натрий реагирует с водой — полученный гидроксид — твердое вещество, а газ водород — улетучивается.

Спирты и фенолы

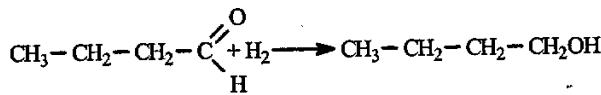
18-131. 3 различных спирта:



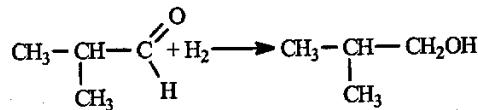


18-132. Такой состав имеют одноатомные спирты и простые эфиры.

18-133.

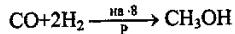


бутиловый спирт



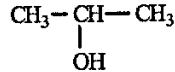
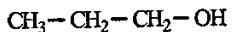
изобутиловый спирт

18-134.



Высокое давление и избыток водорода используются, чтобы сдвинуть равновесие реакции вправо.

18-135.



18-136. Щелочи в водном растворе полностью диссоциируют, образуются ионы, благодаря которым они проводят электрический ток.

Спирты же диссоциации практически не подвергаются, т.к. связь R-(OH) слабополимерна, по сравнению с Me-(OH).

18-137. $2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}+2\text{Na} \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}+\text{H}_2 \uparrow$

$$v(\text{Na}) = \frac{m(\text{Na})}{M(\text{Na})} = \frac{2,5}{23} = 0,1 \text{ моль}, v(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})}{M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})} = \frac{23}{46} = 0,5 \text{ моль}.$$

Т.к. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ находится в избытке, расчет ведем по натрию.

$$v(\text{H}_2) = \frac{1}{2} v(\text{Na}) = \frac{1}{2} \cdot 0,1 = 0,05 \text{ моль}, V(\text{H}_2) = v(\text{H}_2) \cdot V_m = 0,05 \cdot 2,24 = 1,12 \text{ (л)}.$$

Ответ: 1,12 л H_2 .

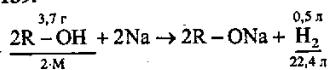
18-138. $2\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}+2\text{Na} \rightarrow 2\text{C}_3\text{H}_7\text{ONa}+\text{H}_2 \uparrow$

$$v(\text{H}_2) = \frac{V(\text{H}_2)}{V_m} = \frac{0,056}{22,4} = 0,0025 \text{ моль},$$

$$v(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}) = 2v(\text{H}_2) = 2 \cdot 0,0025 = 0,005 \text{ моль},$$

$$m(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}) = v(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}) \cdot M(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}) = 0,005 \cdot 60 = 0,3 \text{ (л)}.$$

18-139.



3,7 г (спирта) — 0,5 л (H_2)

2M г (спирта) — 22,4 л (H_2)

$$2M \cdot 0,5 = 3,7 \cdot 22,4; M = 82,88 \approx 83.$$

Ответ: 83.

18-140. а) $\text{CH}_3\text{I}+\text{KOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}+\text{KI}$

б) $\text{C}_2\text{H}_5\text{I}+\text{KOH} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}+\text{KI}$

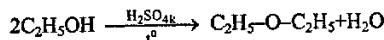
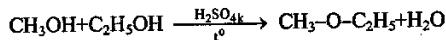
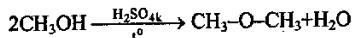
в) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{Br}+\text{KON} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}+\text{KBr}$

18-141. Это делается для удаления из реакционной смеси HHal , т.к. при его реакции с оксидом серебра образуется огарок AgHal и равновесие смешается вправо.

18-142. Это соединение вступает в реакции соединения: гидрирование, галогенирование, гидрогалогенирование, гидратации; а также в реакции замещения атома водорода в OH — группе: реакции с активными металлами; и замещения OH — группы.

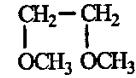
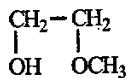
18-143. Левая пробирка содержит хлороформ и воду, т.е. эти жидкости не растворяются друг в друге, а хлороформ тяжелее воды. Средняя пробирка — эфир и спирт, т.к. эфир в спирте растворяется, правая — эфир и вода (эфир легче воды).

18-144.

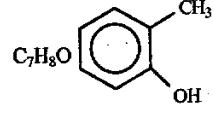
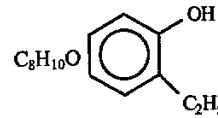
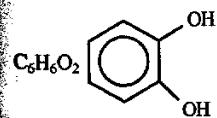


18-145. Молекулы этилового спирта сильнее взаимодействуют между собой — образуются водородные связи, поэтому он имеет более высокую температуру кипения, он более полярное соединение, поэтому легче растворяется в воде.

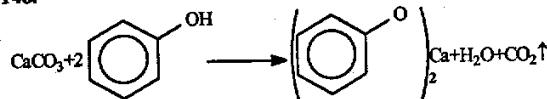
18-146.



18-147.



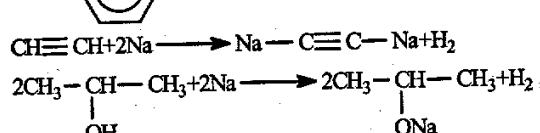
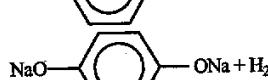
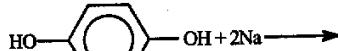
18-148.



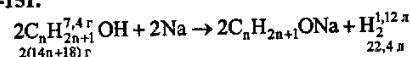
18-149. С щелочью реагируют фенолы, а спирты нет, т.е.



18-150.



18-151.

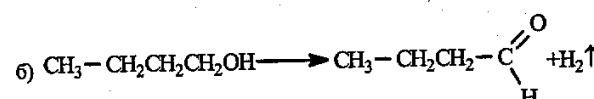
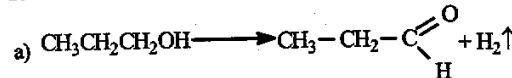
7,4 г (спирта) – 1,12 л (H_2)2(14n+18) г (спирта) – 22,4 л (H_2)

2·1,12(14n+18)=7,4·22,4; 14n+18=74, n=4.

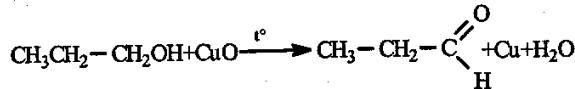
Ответ: $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$.

Альдегиды и карбоновые кислоты

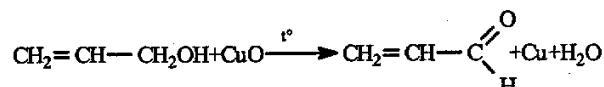
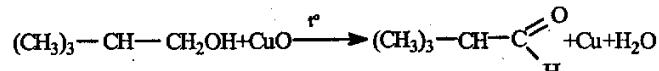
18-152.



18-153.

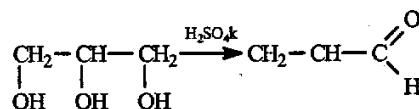


246

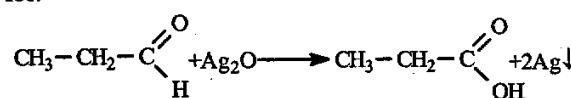


18-154. Иначе образующийся в результате реакции водород вновь восстановит полученный альдегид до спирта.

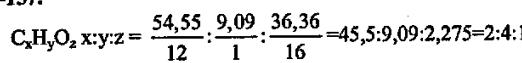
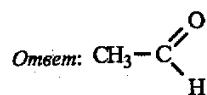
18-155.



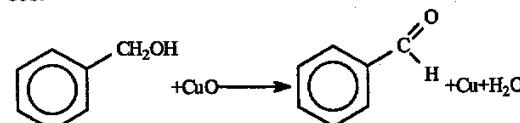
18-156.



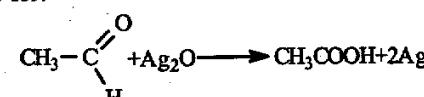
18-157.

 $\text{Mr}_{\text{изр}} = \text{Mr}(\text{H}_2) \cdot D_{\text{H}_2} = 22 \cdot 2 = 44$, $\text{Mr}(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}) = 2 \cdot 12 + 4 \cdot 1 + 16 = 44$.

18-158.



18-159.



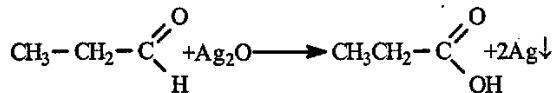
$$v(\text{Ag}) = \frac{m(\text{Ag})}{M(\text{Ag})} = \frac{2,7}{108} = 0,025 \text{ моль},$$

$$v(\text{CH}_3\text{CHO}) = \frac{1}{2} v(\text{Ag}) = \frac{1}{2} \cdot 0,25 = 0,125 \text{ моль},$$

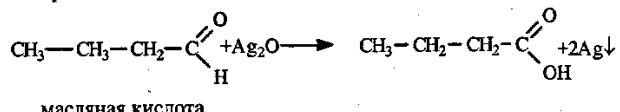
$$m(\text{CH}_3\text{CHO}) = v(\text{CH}_3\text{CHO}) \cdot M(\text{CH}_3\text{CHO}) = 0,125 \cdot 44 = 5,5 \text{ г}.$$

Ответ: 5,5 г.

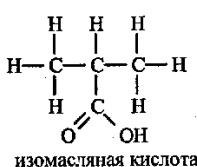
18-160.



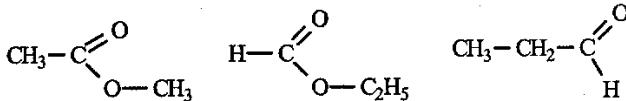
пропановая кислота



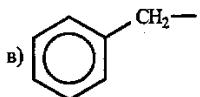
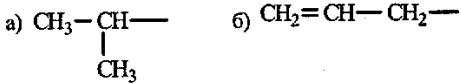
18-161.



18-162.



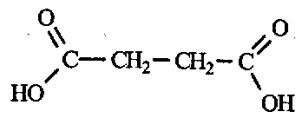
18-163.



18-164.

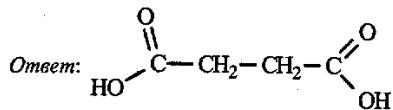
$$\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z \ x:y:z = \frac{40,68}{12} : \frac{5,08}{1} : \frac{54,24}{16} = 3,39:5,08:3,39 = 2:3:2.$$

Т.к. кислота двухосновная (образует 2 соли), то должна содержать 4 атома кислорода $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4$.

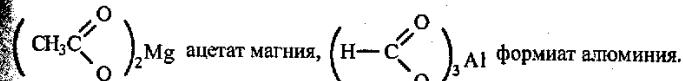


$$\text{C}_4\text{H}_5\text{O}_4\text{Na} \omega(\text{Na}) = \frac{\text{Ar}(\text{Na})}{\text{Mr}(\text{C}_4\text{H}_5\text{O}_4\text{Na})} = \frac{23}{140} = 0,164,$$

$$\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4\text{Na}_2 \omega(\text{Na}) = \frac{2 \cdot \text{Ar}(\text{Na})}{\text{Mr}(\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4\text{Na}_2)} = \frac{2 \cdot 23}{162} = 0,284.$$

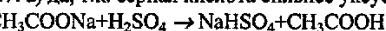


18-165.

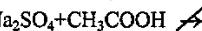


18-166. Их можно выделить перегонкой, т.к. достаточно различаются их температуры кипения. $T_{\text{кип}}(\text{CH}_3\text{COOH})=118,5^\circ\text{C}$, $T_{\text{кип}}(\text{H}_2\text{O})=100^\circ\text{C}$, $T_{\text{кип}}(\text{CH}_3\text{OH})=65^\circ\text{C}$. Таким образом сначала выделяется спирт, затем вода. И остается уксусная кислота.

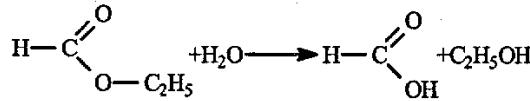
18-167. а) да, т.к. серная кислота сильнее уксусной



б) нет, т.к. серная кислота сильнее уксусной



18-168.

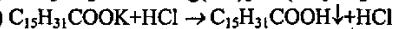
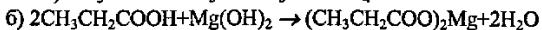


Уксусная кислота ближайший гомолог муравьиной кислоты.

18-169. Наибольшую массовую долю кислорода содержит муравьиная кислота HCOOH .

18-170. Угольная кислота слабее уксусной, а серная сильнее, поэтому карбонаты в уксусной кислоте растворяются, а сульфаты нет.

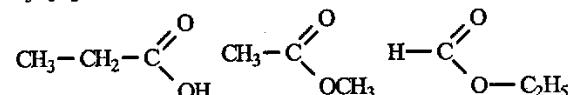
18-171. а) $\text{CH}_3\text{COOH}+\text{NH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{COONH}_4$



18-172.

$$\omega(\text{O})=100\%-\omega(\text{C})-\omega(\text{H})=100\%-48,65\%-8,11\%=43,24\%$$

$$C_xH_yO_z \text{ x:y:z} = \frac{48,65}{12} : \frac{8,11}{1} : \frac{43,24}{16} = 4,05:8,11:2,7 = 3:6:2.$$



$$2(NaOH) = 0,5 \cdot 0,01824 = 0,00912 \text{ моль}$$

$$v(CH_3COOH) = v(NaOH) = 0,00912 \text{ моль}$$

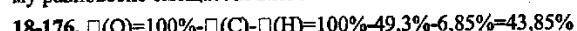
$$m(CH_3COOH) = v(CH_3COOH) \cdot M(CH_3COOH) = 0,00912 \cdot 60 = 0,5472 \text{ (г)}$$

$$\omega(CH_3COOH) = \frac{m(CH_3COOH)}{m_{\text{п-ра}}} = \frac{0,5472}{11,4} = 0,048 \text{ или } 4,8\%$$

Ответ: 4,8%.

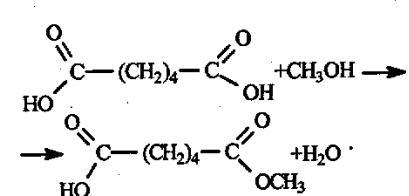
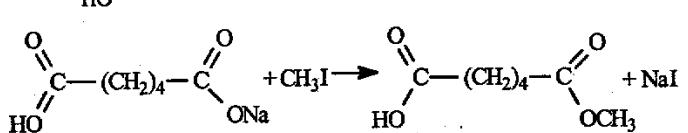
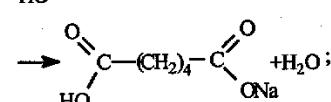
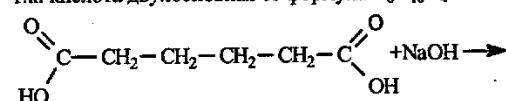
18-174. В разбавленном растворе равновесие смещено вправо, т.к. сильно увеличена концентрация одного из реакционных веществ.

При добавлении щелочи концентрация CH_3COOH уменьшается, поэтому равновесие смещается влево.



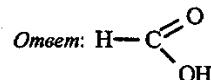
$$C_xH_yO_z \text{ x:y:z} = \frac{49,3}{12} : \frac{6,85}{1} : \frac{43,85}{16} = 4,1:6,85:2,74 = 3:5:2$$

т.к. кислота двухосновная ее формула $C_6H_{10}O_4$

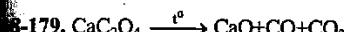
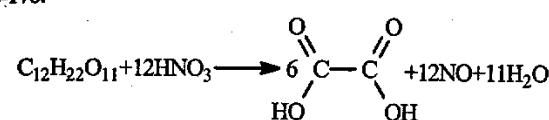


18-177.

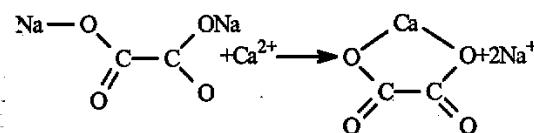
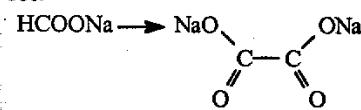
$$C_xH_yO_z \text{ x:y:z} = \frac{26,1}{12} : \frac{4,35}{1} : \frac{69,55}{16} = 2,175:4,35:4,35 = 1:2:2; CH_2O_2$$



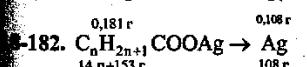
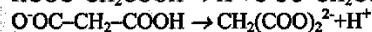
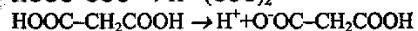
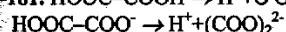
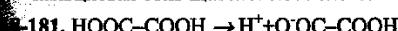
18-178.



18-180.



кальциевая соль щавелевой кислоты



$$\frac{0,181 \text{ г}}{14n+153 \text{ г}}$$

$$\frac{0,108 \text{ г}}{108 \text{ г}}$$

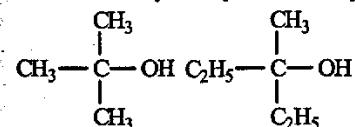
$$0,181 \text{ г (соли)} - 0,108 \text{ г (Ag)}$$

$$(14n+153) \text{ г (соли)} - 108 \text{ г (Ag)}$$

$$0,181 \cdot 108 = (14n+153) \cdot 0,108, 181 = 14n+153, n=2.$$

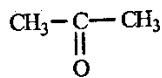
Ответ: C_2H_5COOAg пропионат серебра.

18-183. Нельзя получить третичные спирты

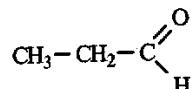


Простые и сложные эфиры. Жиры

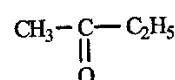
18-184.



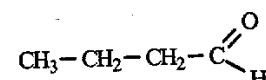
диметилкетон



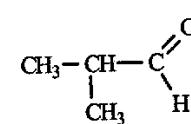
пропионовый альдегид



метилэтилкетон

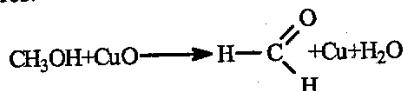


масляный альдегид



изомасляный альдегид

18-185.



$$m_{\text{тп}}(\text{HCHO}) = \omega(\text{HCHO})m_{\text{р-рн}} = 120 \cdot 0,03 = 3,6 \text{ (г)}$$

$$v(\text{CH}_3\text{OH}) = \frac{m(\text{CH}_3\text{OH})}{M(\text{CH}_3\text{OH})} = \frac{\rho \cdot V}{M(\text{CH}_3\text{OH})} = \frac{10 \cdot 0,8}{32} = 0,25 \text{ моль}$$

$$v(\text{CHHO}) = v(\text{CH}_3\text{OH}) = 0,25 \text{ моль}$$

$$m_{\text{теор}}(\text{HCHO}) = v(\text{HCHO})M(\text{HCHO}) = 0,25 \cdot 30 = 7,5 \text{ (г)}$$

$$\frac{m_{\text{тп}}(\text{HCHO})}{m_{\text{теор}}(\text{HCHO})} = \frac{3,6}{7,5} = 0,48 \text{ или } 48\%.$$

Ответ: 48%.

18-186.

$$m(\text{HCHO}) = \omega(\text{HCHO}) \cdot m_{\text{р-рн}} = \omega(\text{HCHO}) \cdot \rho \cdot V = 0,4 \cdot 1,11 \cdot 1000 = 444 \text{ (г)}$$

$$V(\text{HCHO}) = v(\text{HCHO}) \cdot V_m = \frac{m(\text{HCHO})}{M(\text{HCHO})} \cdot V_m = \frac{444}{30} \cdot 22,4 = 331,52 \text{ (л)}$$

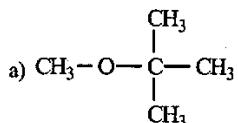
Ответ: 331,52 л.

18-187.

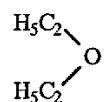
Это альдегид, т.к. атомы кислорода, связанные двойной связью находятся на концах цепи и нет гидроксильной группы.

252

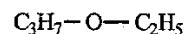
18-188.



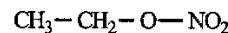
(2,2-диметил этил) метиловый эфир



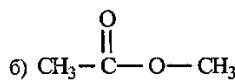
диэтиловый эфир



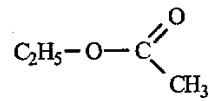
этилпропиленовый эфир



этиловый эфир азотной кислоты

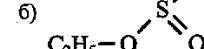
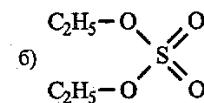
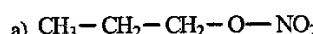


метиловый эфир уксусной кислоты

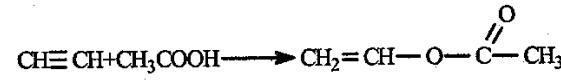
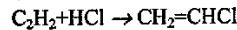


этиловый эфир уксусной кислоты

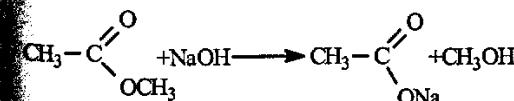
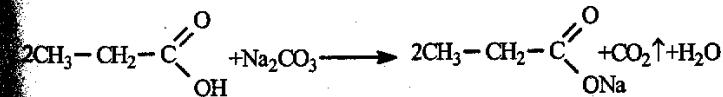
18-189.



18-190.

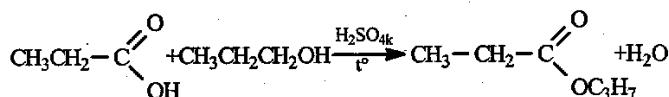
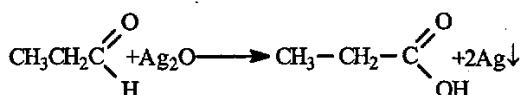
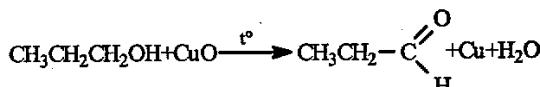


18-191.

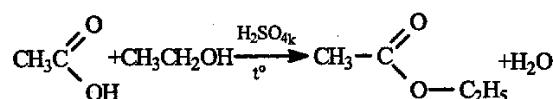
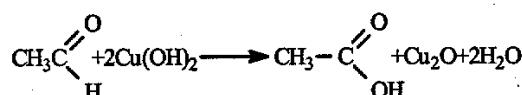
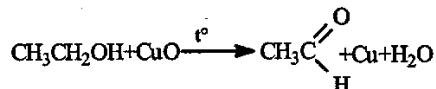
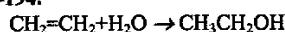


18-192. Чтобы сдвинуть равновесие реакции в сторону образования эфира.

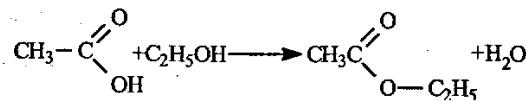
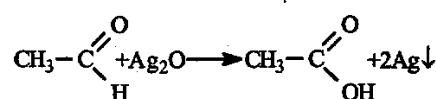
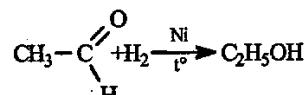
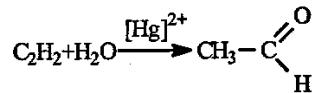
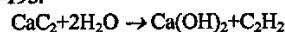
18-193.



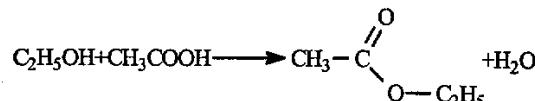
18-194.



18-195.



18-196.

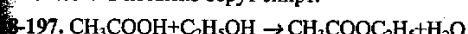


$$v(\text{CH}_3\text{COOH})=v(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})$$

$$M(\text{CH}_3\text{COOH})=60 \text{ г/моль}, M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})=46 \text{ г/моль},$$

$$\frac{M(\text{CH}_3\text{COOH})}{M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})} = \frac{60}{46} = 1,3 > \frac{10}{9}.$$

Ответ: в избытке берут спирт.



$$v(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{m(\text{CH}_3\text{COOH})}{M(\text{CH}_3\text{COOH})} = \frac{30}{60} = 0,5 \text{ моль.}$$

$$v(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})}{M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})} = \frac{46}{46} = 1 \text{ моль}$$

Т.к. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ находится в избытке расчет ведем по CH_3COOH .

$$v_{\text{зф}}=v(\text{CH}_3\text{COOH})=0,5 \text{ моль}, m_{\text{теор}}=v_{\text{зф}} M_{\text{зф}}=0,5 \cdot 60=30 \text{ г.}$$

$$m_{\text{нр}}=\eta_{\text{зф}} \cdot m_{\text{теор}}=0,85 \cdot 30=25,5 \text{ г.}$$

Ответ: 37,4 г.



$$v(\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5) = \frac{m_{\text{зф}}}{M_{\text{зф}}} = \frac{70,4}{88} = 0,8 \text{ моль,}$$

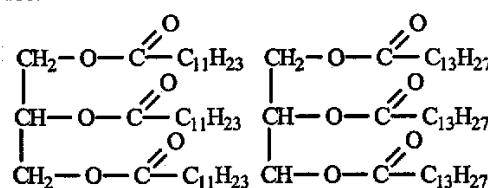
$$v_{\text{теор}}(\text{CH}_3\text{COOH})=v(\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5)=0,8 \text{ моль,}$$

$$v_{\text{нр}} = \frac{v_{\text{теор}}(\text{CH}_3\text{COOH})}{\eta_{\text{зф}}} = \frac{0,8}{0,8} = 1 \text{ моль.}$$

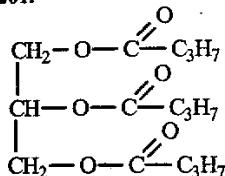
Ответ: 1 моль.

18-199. Представлено 2 различных глицирида, т.к. они содержат различные кислотные остатки.

18-200.



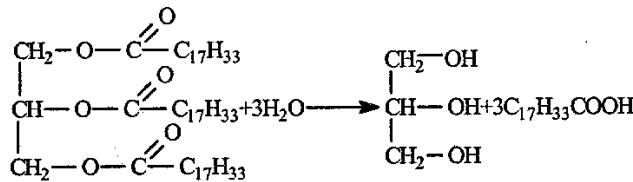
18-201.



18-202.

В результате расщепления жиров водой образуются спирт и кислота, а в результате расщепления щелочью спирт и соль.

18-203.



$$v_{\text{глиц}} = \frac{m_{\text{глиц}}}{M_{\text{глиц}}} = \frac{5880}{92} = 63,91 \text{ кмоль}, v_{\text{жира}} = v_{\text{глиц}} = 63,91 \text{ кмоль},$$

$$m_{\text{жира}} = v_{\text{жира}} \cdot M_{\text{жира}} = 63,91 \cdot 884 = 56496,44 \text{ кг} \approx 56,5 \text{ т},$$

$$m_{\text{жира теор.}} = \frac{m_{\text{теор}}}{\eta_{\text{глиц}}} = \frac{56,5}{0,85} = 66,47 \text{ т}.$$

Ответ: 66,47 т.

18-204.

Это объясняется тем, что продукты включают в себя массу присоединенной при гидролизе воды.

18-205.

$$\omega(\text{KOH}) = V \cdot C = 3 \cdot 100 = 300 \text{ ммоль},$$

$$m(\text{KOH}) = v(\text{KOH}) \cdot M(\text{KOH}) = 300 \cdot 56 = 16800 \text{ (мл)},$$

$$\frac{m(\text{KOH})}{m_{\text{жира}}} = \frac{16800}{2,8} = 6000 \text{ мл.}$$

Ответ: 6000.

18-206.

$$m(\text{KOH}) = 5 \cdot 6 = 30 \text{ мл}, v(\text{KOH}) = \frac{m(\text{KOH})}{M(\text{KOH})} = \frac{30}{56} = 0,54 \text{ ммоль},$$

$$v(\text{NaOH}) = v(\text{KOH}) = 0,54 \text{ ммоль},$$

$$m(\text{NaOH}) = v(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NaOH}) = 0,5440 = 21,6 \text{ мл.}$$

Ответ: 21,6 мл.

18-207.

$$m(\text{KOH}) = 4 \cdot 7 = 28 \text{ мл}, v(\text{KOH}) = \frac{m(\text{KOH})}{M(\text{KOH})} = \frac{28}{56} = 0,5 \text{ ммоль},$$

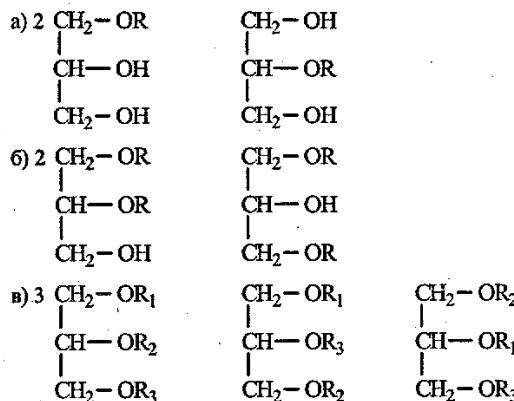
$$v_{\text{п-ра}} = \frac{v(\text{KOH})}{C(\text{KOH})} = \frac{0,5}{0,1} = 5 \text{ мл.}$$

Ответ: 5 мл.

18-208.

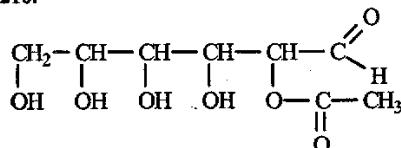
Жесткая вода содержит соли магния и кальция, которые реагируя с мылом образуют осадок, не обладающий отстирывающим свойством. Часть мыла в жесткой воде расходуется на образование этого осадка, мягкая вода не содержит этих солей и дополнительного расхода мыла не требует.

18-209.

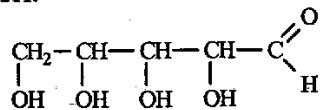


Углеводы

18-210.



18-211.



18-212.

Такой же состав $\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_n$ как и глюкоза, но с меньшим числом атомов углерода, при этом вступает в реакцию «серебряного зеркала» формальдегид $\text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{C}(\text{H}_2\text{O})$.

18-213.

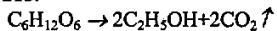
Инозит — производное циклогексана, ему изомерны глюкоза и фруктоза.

18-214.

$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \quad \omega(\text{O}) = \frac{6\text{Ar}(\text{O})}{\text{Mr}(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)} = \frac{6 \cdot 16}{180} = 0,533,$$

$$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \quad \omega(\text{O}) = \frac{11\text{Ar}(\text{O})}{\text{Mr}(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11})} = \frac{11 \cdot 16}{342} = 0,515.$$

18-215.

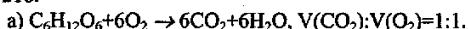


$$v(\text{CO}_2) = \frac{V(\text{CO}_2)}{Vm} = \frac{112}{22,4} = 5 \text{ моль}, v(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{1}{2} \cdot 5 = 2,5 \text{ моль},$$

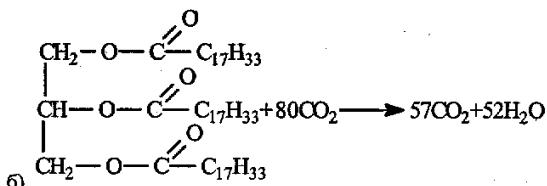
$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = v(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) \cdot M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 2,5 \cdot 180 = 450 \text{ (г)}.$$

Ответ: 450 г.

18-216.



Углекислый газ выделился не только в результате окисления глюкозы, но и жира, хотя преимущественно углеводов.

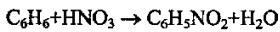


$$b) \text{V}(\text{CO}_2):\text{V}(\text{O}_2) = 57:80$$

Углекислый газ выделился не только в результате окисления жиров, но и углеводов, хотя преимущественно жиров.

Амины. Аминокислоты. Белки

18-117.



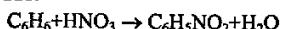
$$v(\text{C}_6\text{H}_6) = \frac{m(\text{C}_6\text{H}_6)}{M(\text{C}_6\text{H}_6)} = \frac{78}{78} = 1 \text{ моль}, v(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2) = v(\text{C}_6\text{H}_6) = 1 \text{ моль},$$

$$m_{\text{рео}}(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2) = v(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2) \cdot M(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2) = 1 \cdot 123 = 123 \text{ (г)},$$

$$\eta = \frac{m_{\text{рп}}(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2)}{m_{\text{рео}}(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2)} = \frac{105}{123} = 0,854 \text{ или } 85,4\%.$$

Ответ: 85,4%.

18-118.



$$v(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2) = \frac{m(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2)}{M(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2)} = \frac{82}{123} = 0,667 \text{ моль},$$

$$v(\text{C}_6\text{H}_6) = v(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2) = 0,667 \text{ моль},$$

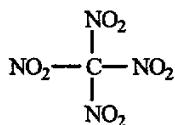
$$m(\text{C}_6\text{H}_6) = v(\text{C}_6\text{H}_6) \cdot M(\text{C}_6\text{H}_6) = 0,667 \cdot 78 = 52 \text{ (г)}.$$

Ответ: 52 г

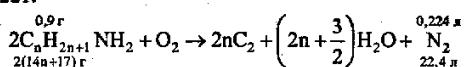
18-219.

Возьмем 3 пробирки с образцами этих веществ, добавим в каждую воду встрижнем. Немного спустя заметим, что в одной пробирке вещество растворилось — был цитробензол, в одной произошло расслоение жидкостей — был бензол, а в третьей вещество не растворилось — фенол.

18-220.



18-221.



$$0,9 \text{ г (амина)} - 0,224 \text{ л (N}_2)$$

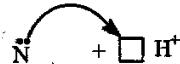
$$2(14n+17) \text{ г (амина)} - 22,4 \text{ л (N}_2)$$

$$0,9 \cdot 22,4 = 2 \cdot 0,224(14n+17), 14n+17=45, n=2.$$

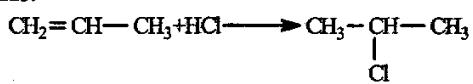
Ответ: $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$.

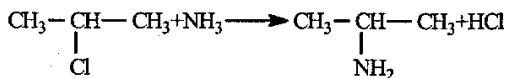
18-222.

В молекуле амина атом азота имеет неопределенную электронную пару, благодаря которой образует связь по донорно-акцепторному механизму с центром электронов, например, протоном.

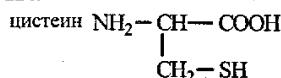


18-223.





18-224.



$$\omega_{\text{кеп}}(\text{S}) = \frac{\text{Ar}(\text{S})}{\text{M}_{\text{цист.}}} \cdot \omega_{\text{цист.}} = \frac{32}{121} \cdot 0,12 = 0,317 \text{ или } 3,17\%$$

Ответ: 3,17%.

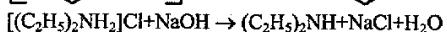
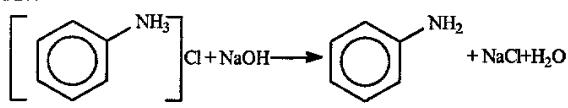
18-225.

Анилин тяжелее бензола, поэтому поместив смесь в делительную воронку и дав смеси отстояться, можно выделить это вещество.
 $\rho(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2) \approx 1 \text{ г/мл}, \rho(\text{C}_6\text{H}_6)=0,8 \text{ г/мл.}$

18-226.

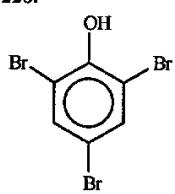
Анилин лучше растворяется в подкисленной воде, т.к. является слабым основанием, он реагирует с кислотой, образуя растворимую в воде соль.

18-227.

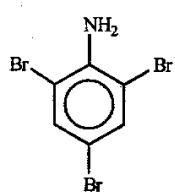


Можно, т.к. в результате реакции выделяется нерастворимый анилин и растворимый диэтиламин.

18-228.



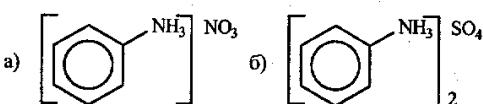
трибромфенол



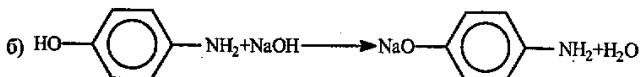
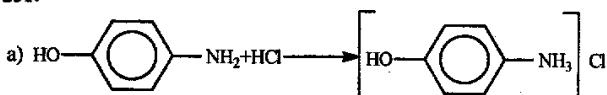
триброманилин

18-229. Лучше применить разбавленный раствор соляной кислоты, т.к. анилин реагирует с кислотой, образуя растворимую соль.

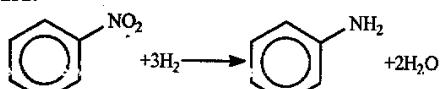
18-230.



18-231.



18-232.



$$v(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2) = \frac{m(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2)}{M(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2)} = \frac{61,5}{123} = 0,5 \text{ моль}$$

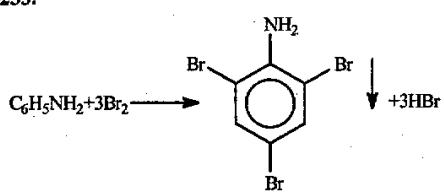
$$v(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2) = v(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2) = 0,5 \text{ моль}$$

$$m_{\text{роп}}(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2) = v(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2) \cdot M(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2) = 0,5 \cdot 93 = 46,5 \text{ (г)}$$

$$\eta = \frac{m_{\text{рп}}(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2)}{m_{\text{роп}}(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2)} = \frac{44}{46,5} = 0,946 \text{ или } 94,6\%.$$

Ответ: 94,6%.

18-233.



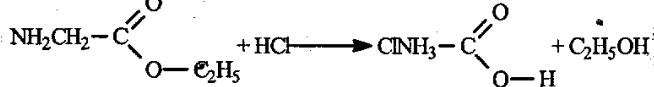
$$v(\text{C}_6\text{H}_2\text{Br}_3\text{NH}_2) = \frac{m_{\text{рп}}}{M} = \frac{3,3}{330} = 0,01 \text{ моль,}$$

$$v(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2) = v(\text{C}_6\text{H}_2\text{Br}_3\text{NH}_2) = 0,01 \text{ моль,}$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2) = v(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2) \cdot M(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2) = 0,01 \cdot 93 = 0,93 \text{ (г).}$$

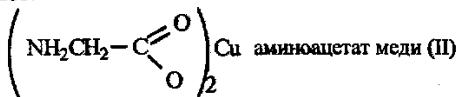
Ответ: 0,93 г.

18-234.

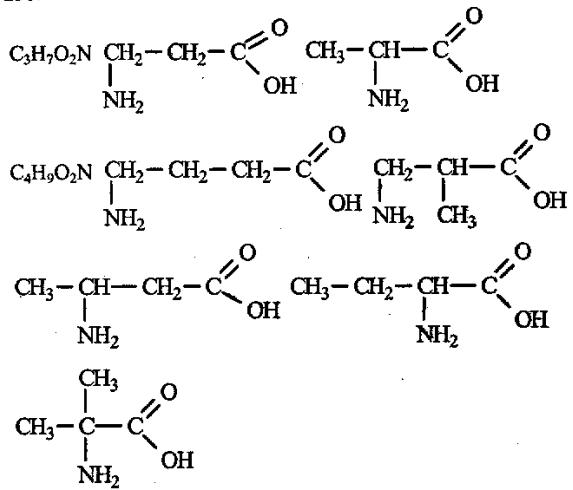


Лучше растворяется в подкисленной воде, т.к. реагирует с кислотой.

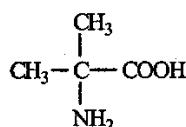
18-235.



18-236.

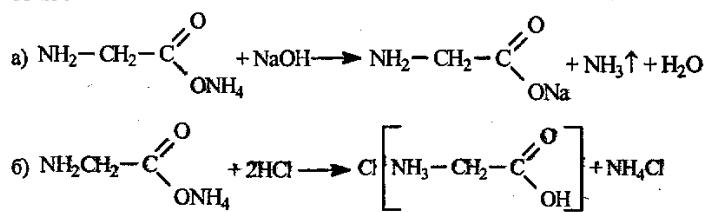


18-237.



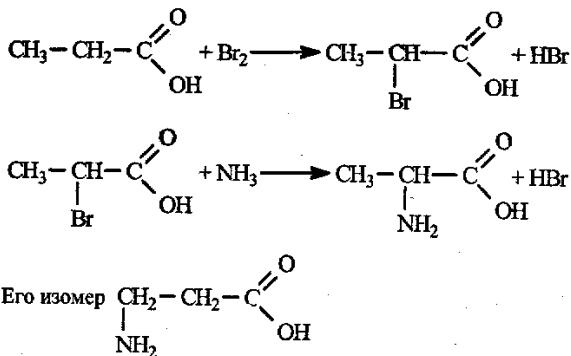
класс: аминокислота
2-амино-2-метилпропионовая кислота

18-238.



262

18-239.

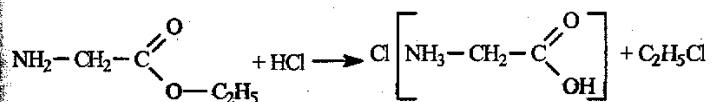


18-240. Молекула глутамина содержит следующие функциональные группы: аминогруппу, карбоксильную группу и амидную группу.

18-241.

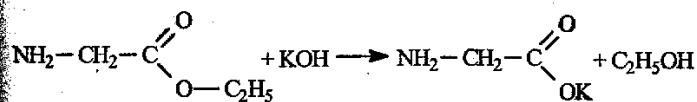
Первая кислота имеет 1 аминогруппу и одну карбоксильную, которые уравновешивая друг друга, обеспечивают нейтральную среду. Вторая кислота имеет 2 карбоксильные группы, поэтому среда кислая.

18-242.



Получим хлорид аминоуксусной кислоты.

18-243.



$$v(\text{KOH}) = \frac{m(\text{KOH})}{M(\text{KOH})} = \frac{0,56}{56} = 0,01 \text{ моль}$$

$$v_{\text{зф}} = \frac{m_{\text{зф}}}{M_{\text{зф}}} = \frac{0,89}{103} = 0,0086 \text{ моль}$$

Т.к. щелочь находится в избытке, расчет ведем по ???.

$$v(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOK}) = v_{\text{зф}} = 0,0086 \text{ моль}$$

$$m(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOK}) = v(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOK}) \cdot M(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOK}) = 0,0086 \cdot 99 = 0,85 \text{ (г)}$$

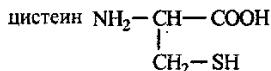
Также остается щелочь.

$$v_{\text{ост}}(\text{KOH}) = v_{\text{зф}} - 0,0086 \text{ моль}, v_{\text{ост}}(\text{KOH}) = 0,01 - 0,0086 = 0,0014 \text{ моль}, m_{\text{ост}}(\text{KOH}) = v_{\text{ост}}(\text{KOH}) \cdot M(\text{KOH}) = 0,0014 \cdot 56 = 0,078 \text{ (г)}.$$

263

Ответ: 0,078 г KOH и 0,85 г NH₂CH₂ COOK.

18-244.



$$\omega_{\text{кеп}}(\text{S}) = \frac{\text{Ar}(\text{S})}{\text{Mr}_{\text{шест.}}} \cdot \omega_{\text{шест.}} = \frac{32}{121} \cdot 0,12 = 0,317 \text{ или } 3,17\%$$

Ответ: 3,17%.

18-245.

Возможно 24 различных фрагмента ($n!=4!=1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4=24$)

18-246.

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m_{\text{шп}} - m_{\text{бен}} = 11,75 - 10 = 1,75 \text{ (г),}$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{1,75}{18} = 0,0972 \text{ моль,}$$

$$v_{\text{бен}} = \frac{m_{\text{бен}}}{M_{\text{бен}}} = \frac{10}{16300} = 0,00061 \text{ моль, } \frac{v(\text{H}_2\text{O})}{v_{\text{бен}}} = \frac{0,0972}{0,00061} = 159.$$

Т.к. на полипептид состоящий из n остатков требуется $n-1$ молекула воды, чтобы превратить их все в аминокислоты, то содержится 160 остатков.

Ответ: 160.

18-247.

Образование нуклеиновых кислот относится к реакциям поликонденсации.

18-248.

РНК содержит большую массовую долю кислорода; т.к. они отличаются входящим в их состав углеводом: РНК содержит рибозу, а ДНК дезоксирибозу, которая содержит меньше кислорода, чем рибоза.

Нахождение молекулярной формулы органического вещества

18-249.

$$\omega(\text{H})=100\%-\omega(\text{C})=100\%-81,8\%=18,2\%$$

$$\text{CxHy x:y} = \frac{81,8}{12} : \frac{18,2}{1} = 6,82 : 18,2 = 3:8$$

$$\text{Mr}(\text{C}_3\text{H}_8) = 44 \text{Mr}(\text{H}_2) \cdot D_{\text{H}_2} = 22 \cdot 2 = 44.$$

Ответ: C₃H₈.

18-250.

$$\omega(\text{C})=100\%-\omega(\text{H})=100\%-14,3\%=85,7\%,$$

$$\text{CxHy x:y} = \frac{85,7}{12} : \frac{14,3}{1} = 7,14 : 14,3 = 1:2;$$

$$\text{Mr}_{\text{нкт}} = \text{Mr}(\text{N}_2) \cdot D_{\text{N}_2} = 2 \cdot 28 = 56,$$

$$\text{Mr}(\text{CH}_2) = 12 + 2 \cdot 1 = 14, \frac{\text{Mr}_{\text{нкт}}}{\text{Mr}(\text{OH}_2)} = \frac{56}{14} = 4.$$

Ответ: C₄H₈.

18-251.

$$\omega(\text{H})=100\%-\omega(\text{C})=100\%-85,7\%=14,3\%,$$

$$\text{CxHy x:y} = \frac{85,7}{12} : \frac{14,3}{1} = 7,14 : 14,3 = 1:2,$$

$$\text{Mr}_{\text{нкт}} = \frac{\text{Mr}(\text{CO}_2)}{1,57} = \frac{44}{1,57} = 28, \frac{\text{Mr}_{\text{нкт}}}{\text{Mr}(\text{CH}_2)} = \frac{28}{14} = 2.$$

Ответ: можно, это C₂H₄ (CH₂=CH₂).

18-252.

$$m(\text{C}) = \frac{\text{Ar}(\text{C})}{\text{Mr}(\text{CO}_2)} \cdot m(\text{CO}_2) = \frac{12}{44} \cdot 26,4 = 7,2 \text{ (г)}$$

$$m(\text{H}) = \frac{2\text{Ar}(\text{H})}{\text{Mr}(\text{H}_2\text{O})} \cdot m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{2 \cdot 1}{18} \cdot 5,4 = 0,6 \text{ (г)}$$

$$m_{\text{в-за}} = m(\text{C}) + m(\text{H}) = 7,2 + 0,6 = 7,8 \text{ г,}$$

$$\text{CxHy x:y} = \frac{7,2}{12} : \frac{0,6}{1} = 0,6 : 0,6 = 1:1,$$

$$\text{Mr}_{\text{нкт}} = \text{Mr}_{\text{водн}} \cdot D_{\text{водн}} = 29 \cdot 2,69 = 78,$$

$$\text{Mr}(\text{CH}) = 12 + 1 = 13,$$

$$\frac{\text{Mr}_{\text{нкт}}}{\text{Mr}(\text{CH})} = \frac{78}{13} = 6.$$

Ответ: C₆H₆.

Глава 19. Комбинированные и усложненные задачи и упражнения

19-1.

Cl—Cl хлор, N≡N азот, H—H водород.

Эти элементы могут образовывать между собой следующие соединения: NH₃ — аммиак, HCl — хлороводород, NCl₃ — хлористый азот.

19-2.

N₂ — азот,

O₃ — озон,

Na₂ — натрий,

O₂ — кислород,

S — сера,

Hg — ртуть,

Ar — аргон,

F₂ — фтор,

P₄ — фосфор.

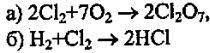
19-3.

N≡N 1σ- и 2π-связи.

19-4.

Гелий имеет более высокую температуру кипения, чем водород и кислород, при нагревании он быстро переходит в газообразное состояние и расширяется, вытесняя эти газы.

19-5.

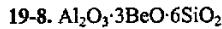


19-6.

Наличие этих примесей объясняется достаточно близкими значениями температур кипения этих газов, т.к. получают гелий путем сжигания воздуха.

19-7.

- Al_2O_3 – белый,
 CuO – черный,
 Cu_2O – красный,
 Cu_2O_3 – зеленый,
 Fe_2O_3 – бурый.



19-9.



Оксид азота (IV) можно отнести к типу свободных радикалов, т.к. в его молекуле есть 1 неспаренный электрон.

19-10.

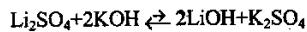
Т.к. молекула оксида азота (IV) имеет 1 неспаренный электрон, то она очень реакционноспособна, и соединяется с такими же радикалами, чтобы все электроны в молекуле стали спаренными, что энергетически выгоднее. Поэтому произвольно протекает димеризация NO_2 и образуются молекулы состава N_2O_4 .

19-11.

Водородные связи между молекулами воды отсутствуют в газообразном состоянии, т.к. молекулы находятся на очень большом расстоянии друг от друга.

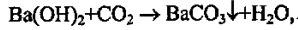
19-12.

Нельзя, т.к. все продукты и исходные вещества этой реакции растворимы в воде и реакция не идет.



19-13.

Раствор $\text{Ba}(\text{OH})_2$ при стоянии на воздухе мутнеет, т.к. поглощает из воздуха CO_2 и образует осадок BaCO_3 ,



266

а K_2CO_3 и NaCO_3 растворимы в воде. Растворы KOH и NaOH легче всего отличить, брызнув их в огонь. KOH окрашивает пламя в фиолетовый цвет, а NaOH в желтый.

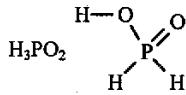
19-14.

- a) K, Na, Li, Ba; б) Ca, Mg.

19-15.

Да, например это вода, которая слабо диссоциирует с образованием как ионов H^+ так и OH^- .

19-16.



Эта кислота является одноосновной, несмотря на то, что содержит 3 атома водорода.

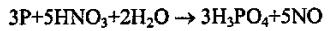
19-17.

$$c = \frac{v(\text{HNO}_3)}{v_{\text{p-pa}}} = \frac{m(\text{HNO}_3) \cdot \rho_{\text{p-pa}}}{M(\text{HNO}_3) \cdot m_{\text{p-pa}}} = \omega(\text{HNO}_3) \frac{\rho_{\text{p-pa}}}{M(\text{HNO}_3)}$$

$$c = 0,65 \cdot \frac{1,391}{63} = 0,0144 \text{ моль/мл} = 14,4 \text{ моль/л.}$$

Ответ: 14,4 моль/л.

19-18.



$$v(\text{P}) = \frac{m(\text{P})}{\text{Ar}(\text{P})} = \frac{1000}{31} = 32,26 \text{ моль.}$$

$$v(\text{HNO}_3) = \frac{5}{3} v(\text{P}) = \frac{5}{3} \cdot 32,26 = 53,77 \text{ моль}$$

$$m_{\text{теор}}(\text{HNO}_3) = v(\text{HNO}_3) \cdot M(\text{HNO}_3) = 53,77 \cdot 63 = 3387,5 \text{ г}$$

$$m_{\text{практ}}(\text{HNO}_3) = (100\% + 50\%) \cdot \frac{m_{\text{теор}}(\text{HNO}_3)}{100\%} = 5081,25 \text{ г}$$

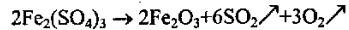
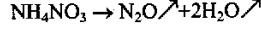
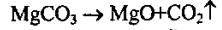
$$m_{\text{п-па}} = \frac{m_{\text{практ}}(\text{HNO}_3)}{\omega(\text{HNO}_3)} = \frac{5081,25}{0,3} = 16937,5 \text{ г} \approx 17 \text{ кг.}$$

Ответ: 17 кг.

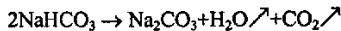
19-19.

- | | | |
|------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| a) CO_2 , SO_2 ; | б) H_2 , N_2 , O_2 ; | в) CO , H_2 , CH_4 ; |
| г) NH_3 , PH_3 ; | д) CO_2 , SO_2 ; | е) CO_2 , N_2 . |

19-20.



26



19-21.

- a) $\text{Na}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3$
- K₂O+SO₂ → K₂SO₃
- б) CaO+CO₂ → CaCO₃
- BaO+SO₂ → BaSO₃

19-22.

- a) CuO+H₂SO₄ → CuSO₄+H₂O
- Cu(OH)₂+2HCl → CuCl₂+2H₂O
- Cu+4HNO₃конц → Cu(NO₃)₂+2NO₂+2H₂O
- б) 2Al+6HCl → 2AlCl₃ + 3H₂O
- 2Al+2NaOH → NaAlO₂+H₂O
- NaAlO₂+4HNO₃ → NaNO₃+Al(NO₃)₃+2H₂O

19-23.

- a) $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{t}} \text{CaO} + \text{CO}_2$
- $\text{BaCO}_3 \xrightarrow{\text{t}} \text{BaO} + \text{CO}_2$
- б) $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cancel{\xrightarrow{\text{t}}}$
- $\text{CaSO}_4 \cancel{\xrightarrow{\text{t}}}$
- в) CuSO₄·5H₂O → CuSO₄+5H₂O
- CaSO₄·2H₂O → CaSO₄+2H₂O
- г) Это соли органических кислот: ацетат натрия, оцитилинид меди.
- д) 2NaHCO₃ → Na₂CO₃+H₂O+CO₂
- Ca(HCO₃)₂ → CaCO₃+H₂O+CO₂

19-24.

Разлагаются CaCO₃, NaHSO₄, NaHCO₃, KHCO₃

- $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{t}} \text{CaO} + \text{CO}_2$
- $2\text{NaHSO}_4 \xrightarrow{\text{t}} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}$
- $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\text{t}} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
- $2\text{KHCO}_3 \xrightarrow{\text{t}} \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

19-25.

- | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{t}} \text{CaO} + \text{CO}_2$ | $2\text{HCl} \xrightarrow{\text{t}} \underline{\text{H}_2} + \underline{\text{Cl}_2}$ |
| CaO+C → Ca+CO | CO ₂ +2H ₂ → C+2H ₂ O |
| CO ₂ +H ₂ O → H ₂ CO ₃ | CaCO ₃ +2HCl → CaCl ₂ +H ₂ O+CO ₂ ↑ |
| CaCO ₃ +H ₂ O+CO ₂ → Ca(HCO ₃) ₂ | C+2Cl ₂ → CCl ₄ |

19-26.

- а) Mg²⁺+KOH → Mg(OH)₂↓+2K⁺
- б) Mg²⁺+K₂CO₃ → MgCO₃↓+2K⁺

268

При добавлении кислоты и растворимости осадка б) будет выделяться газ, а при растворении осадка а) не будет.

19-27.

- а) CaSO₄, образует кристаллогидрат при поглощении воды CaSO₄·2H₂O
- б) не может
- в) KOH поглощает углекислый газ и воду
- 2KOH+CO₂ → K₂CO₃+H₂O
- г) NaOH поглощает углекислый газ и воду
- 2NaOH+CO₂ → Na₂CO₃+H₂O
- д) поглощает воду
- 2Na+2H₂O → 2NaOH+H₂
- е) поглощает воду
- P₂O₅+3H₂O → 2H₃PO₄

19-28.

- A – H₂SO₄ B – Ba(OH)₂ C – Na₂CO₃
- а) Ba(OH)₂+H₂SO₄ → BaSO₄↓+2H₂O↑
- б) H₂SO₄+Na₂CO₃ → Na₂SO₄+H₂O+CO₂↑

19-29.

Этот металл алюминий, вещество А – NaOH, вещество В – HCl. Т.к. металл проявляет амоторные свойства, то он растворяется в щелочи, и в кислоте, но не соли, полученной при слиянии кислоты и щелочи.

- 2Al+2NaOH+6H₂O → 2Na[Al(OH)₄]+3H₂↑
- 2Al+6HCl → 2AlCl₃+3H₂↑
- NaOH+HCl → NaCl+H₂O
- Al+NaCl ↗

19-30.

Для этого надо взять вещество, вытесняющее водород из воды – щелочного металла, самый легкий из них литий.

- 2Li+2H₂O → 2LiOH+H₂↑

19-31.

$$m_{\text{нр}}(\text{Cr}) = \omega(\text{Cr}) \cdot m_{\text{руды}} = 0,65 \cdot 240 = 156 \text{ (кг)}$$

$$m_{\text{теор}}(\text{Cr}) = \frac{2\text{Ar}(\text{Cr})}{\text{Mr}(\text{FeCr}_2\text{O}_4)} \cdot m_{\text{руды}} = \frac{2 \cdot 52}{224} \cdot 1000 = 464,3 \text{ (кг)}$$

$$\omega(\text{FeCr}_2\text{O}_4) = \frac{m_{\text{нр}}(\text{Cr})}{m_{\text{теор}}(\text{Cr})} = \frac{156}{464,3} = 0,336 \text{ или } 33,6\%$$

$$\omega_{\text{прим}} = 100\% - \omega(\text{FeCr}_2\text{O}_4) = 100\% - 33,6\% = 66,4\%.$$

Ответ: 66,4%.

19-32.

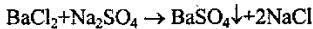
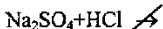
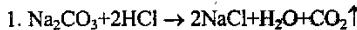
Т.к. раствор IV не дает осадка с AgNO₃, то это либо Na₂SO₄, либо HNO₃. Допустим HNO₃, тогда растворы I и II – Na₂SO₄ и Na₃PO₄ – чтобы не было реакции. Но при примешивании к этой смеси III – BaCl₂ выпадают осадки BaSO₄ и Ba₃(PO₄)₂, значит в IV пробирке Na₂SO₄.

269

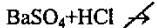
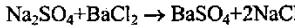
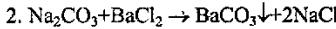
19-33.

Чтобы не образовалось осадка $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$ при слиянии всех трех растворов должна содержаться HNO_3 до добавления ионов Ba^{2+} и PO_4^{3-} друг к другу, т.е. в обратном порядке сначала наливают вещество из пробирки II, чтобы опять не образовалось осадка, то кислота находится в пробирке II.

19-34.

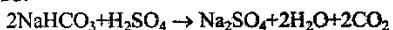


Сначала выделяется газ, затем образуется осадок BaSO_4 .



Сначала образуются осадки, затем один из них растворяется с выделением газа BaCO_3 , а BaSO_4 остается.

19-35.



$$v(\text{NaHCO}_3) = c \cdot V = 0,7 \cdot 0,5 = 0,35 \text{ моль}, v(\text{H}_2\text{SO}_4) = c \cdot V = 0,1 \cdot 1 = 0,1 \text{ моль}.$$

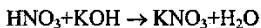
Т.к. H_2SO_4 находится в недостатке, то образуются 2 моль CO_2 на 1 моль H_2SO_4 . Расчет ведем по H_2SO_4 .

$$v(\text{CO}_2) = 2v(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 0,1 = 0,2 \text{ моль},$$

$$V(\text{CO}_2) = v(\text{CO}_2) \cdot V_m = 0,2 \cdot 22,4 = 4,48 \text{ (л)}.$$

Ответ: 4,48 л.

19-36.



$$m_{\text{p-pa}}(\text{HNO}_3) = 200 \cdot 1,04 = 208 \text{ (г)},$$

$\omega(\text{HNO}_3) \approx 7,5\%$ (из таблицы)

$$m(\text{HNO}_3) = 0,075 \cdot 208 = 15,6 \text{ (г)},$$

$$v(\text{HNO}_3) = \frac{m(\text{HNO}_3)}{m(\text{HNO}_3)} = \frac{15,6}{63} = 0,248 \text{ моль}$$

$$\rho_{\text{p-pa}}(\text{KOH}) = 1,044 \text{ г/мл (из таблицы)},$$

$$m_{\text{p-pa}}(\text{KOH}) = 300 \cdot 1,044 = 313,2 \text{ (г)},$$

$$m(\text{KOH}) = \omega(\text{KOH}) \cdot m_{\text{p-pa}} = 0,05 \cdot 313,2 = 15,66 \text{ (г)},$$

$$v(\text{KOH}) = \frac{m(\text{KOH})}{M(\text{KOH})} = \frac{15,66}{56} = 0,28 \text{ моль}.$$

Т.к. HNO_3 находится в недостатке, расчет ведем по HNO_3 .

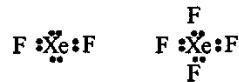
$$v(\text{KNO}_3) = v(\text{HNO}_3) = 0,248 \text{ моль}.$$

Допустим объем смеси примерно сохранился $V_m = 0,2 + 0,3 = 0,5 \text{ л}$.

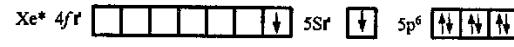
$$C(\text{KNO}_3) = \frac{v(\text{KNO}_3)}{V_m} = \frac{0,248}{0,5} = 0,496 \text{ моль/л.}$$

Ответ: 0,496 моль/л.

19-37.



Образование подобных молекул возможно, т.к.



Изоэлектронны – значит имеют одинаковое количество электронов.

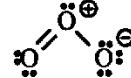
$$\text{Ne}^-(\text{NH}_4^+) = 27(\text{N}) + 4 \cdot 1(\text{H}) - 1 = 10^- \text{e}^-$$

$$\text{Ne}^-(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 1(\text{H}) + 8(\text{O}) = 10^- \text{e}^-$$

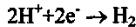
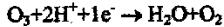
19-39. Ион аммония несет заряд, т.к. образован из молекулы аммиака NH_3 присоединением протона H^+ – связь донорно-акцепторная за счет недополненной электронной пары азота и свободной орбитали протона.

19-40.

Нет, в этом случае надо добавить знаки зарядов.



19-41.



19-42.

Связь безусловно имеется: чем сильнее связи между собой атомы, тем в меньшей степени они подвергаются гидратации и менее растворимое соединение.

19-43.

Радиус атома серы увеличивается при переходе к положительного шестизарядного состояния, т.к. уменьшается число электронов на внешнем уровне, и они слабее притягиваются к ядру, при увеличении числа электронов до S^{2-} связь между ядром и электронной оболочкой усиливается, атом сжимается, т.е. его радиус становится меньше.

19-44.

Эти металлы рубидий Rb и серебро Ag.

19-45.

$$R(H) = \frac{1}{2} \cdot 0l_{\text{н-н}} = \frac{1}{2} \cdot 0,074 = 0,037 \text{ нм},$$

$$R(C) = ol_{\text{с-н}} - R(H) = 0,110 - 0,037 = 0,073 \text{ нм}.$$

Ответ: 0,073 нм.

19-46.

а) у неметаллов (т.к. электроны добавляются к атому, и его радиус уменьшается, см. 19-43).

б) у металлов (т.к. число электронов уменьшается, атом расширяется, см. 19-43).

19-47.

У соли NaCl радиус катиона больше радиуса аниона, как и у соли LiF.

19-48.

Атом азота может образовать только 3 ковалентные связи, поэтому молекула NH₃ нейтральна, но также он может присоединить катион по донорно-акцепторному механизму, поэтому образуется катион NH₄⁺.

Атом углерода может образовать 4 ковалентные связи, как в молекуле метана CH₄, если присоединить 3 атома водорода, то образуется радикал CH₃. Атом бора образует 3 ковалентные связи в молекуле BF₃.

19-49.

Na⁺ → H⁻ Натрий менее электроотрицательный, чем водород, поэтому водород приобретает здесь степень окисления -1 и частичный отрицательный заряд.

H⁺ → Cl⁻ хлор более электроотрицательный элемент, чем водород, поэтому оттягивает электронную плотность на себя, и водород приобретает частичный положительный заряд, степень окисления +1.

19-50.

Атом водорода реагирует с атомом хлора с образованием молекулы хлороводорода



Ион водорода реагирует с ионом хлора с образованием молекулы хлороводорода



В первом случае реагируют атомы, а во втором ионы.

19-51.

С ионом Na⁺ изоэлектронен неон Ne с ионом F⁻ также Ne, а Ca²⁺ изоэлектронен с аргоном Ar.

19-52.

$$\omega(\text{ZnS}) = \frac{\text{Mr}(\text{ZnS})}{\text{Ar}(\text{Zn})} \cdot \omega(\text{Zn}) = \frac{97}{65} \cdot 30 = 44,8\%,$$

272

$$\omega(\text{pbs}) = \frac{\text{Mr}(\text{pbs})}{\text{Ar}(\text{pb})} \cdot \omega(\text{pb}) = \frac{239}{207} \cdot 18 = 20,8\%,$$

$$\omega(\text{Ag}_2\text{S}) = \frac{\text{Mr}(\text{Ag}_2\text{S})}{2\text{Ar}(\text{Ag})} \cdot \omega(\text{Ag}) = \frac{248}{2 \cdot 108} \cdot 0,003 = 0,0034\%,$$

$$\omega(\text{Cu}_2\text{S}) = \frac{\text{Mr}(\text{Cu}_2\text{S})}{2\text{Ar}(\text{Cu})} \cdot \omega(\text{Cu}) = \frac{160}{2 \cdot 64} \cdot 1,5 = 1,875\%.$$

Основной способ получения металлов из сульфидов – обжиг (окисление кислородом) с последующим восстановлением.

19-53.

а) да, т.к. атом кислорода может принимать электроны и восстановиться до O²⁻.

б) нет, т.к. ион хлора не может больше принимать электроны.

в) нет, т.к. атом цинка не может больше принимать электроны

г) да, т.к. ион цинка может принимать 2 электрона и восстановиться до Zn⁰.

19-54.

а) да, только в реакции с фтором, может отдавать электроны и окисляться до O⁺².

б) да, т.к. ион кислорода может отдавать электроны, окисляясь до O⁰ или O⁺².

в) да, т.к. атом калия может отдавать электрон, окисляясь до K⁺.

г) нет, т.к. ион калия не может больше отдавать электроны.

19-55.

Na – восстановитель

I₂ – окислитель и восстановитель

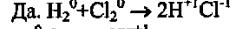
H₂ – окислитель и восстановитель

Zn – восстановитель

Cu²⁺ – окислитель

Cl⁻ – восстановитель

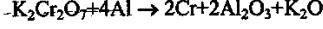
19-56.



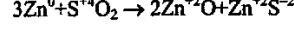
H₂⁰·2e⁻ → 2H⁺, окисляется, является восстановителем

Cl₂⁰·2e⁻ → 2Cl⁻, восстанавливается, является окислителем.

19-57.



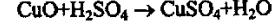
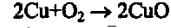
19-58.



19-59.

а) нет, т.к. медь с азотом не реагируют

б) да, т.к. медь будет окисляться кислородом до оксида, а оксид меди в серной кислоте растворяется.

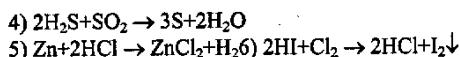
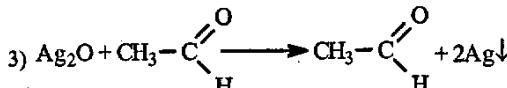
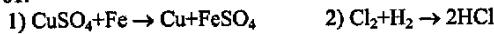


273

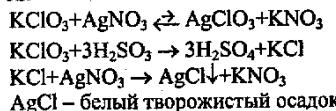
19-60.

- а) да, т.к. Cu^{+1} может восстановиться до Cu^0
 б) да, т.к. Cu^{+1} может окислиться до Cu^{+2} .

19-61.



19-62.



19-63.



19-64.

- а) H_2 (I группа, 1-й период), Cl_2 (VII группа, 3-й период),
 N_2 (V группа, 2-й период), O_2 (VI группа, 2-й период);
 б) Hg (II группа, 6-ой период), Br_2 (VII группа, 4-ый период).

19-65.

- а) анионом б) анионом
 в) анионом г) анионом
 д) анионом

т.к. существуют бесцветные соли каждого металла.

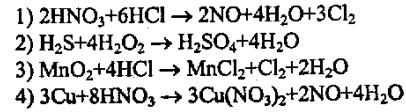
19-66.

Br_2 – бурая жидкость, KBr – бесцветное соединение, подвергается гидролизу.

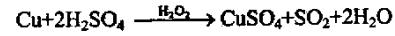
I_2 – фиолетовые кристаллы, NaI – бесцветное соединение, подвергается гидролизу.

S – желтое вещество, Na_2S – бесцветное соединение, подвергается гидролизу.

19-67.



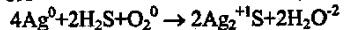
19-68.



274

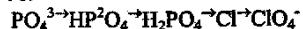
Медь растворяется, переходя в фильтрат, а серебро остается на фильтре.

19-69.



Окислительно-восстановительная реакция.

19-70.

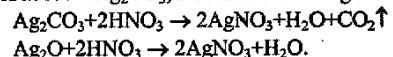


19-71.

Да, можно.

1. Растворить все вещество в воде: раствориться только содержимое одной пробирки – AgNO_3 .

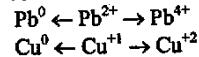
2. Добавить азотную кислоту – все растворятся, но в одной будет выделяться газ – Ag_2CO_3 , в оставшейся – AgO .



19-72.

Образуется пленка AgCl (т.к. царская водка ($\text{HNO}_3 + 3\text{HCl}$)).

19-73.



19-74.



Для этой цели подойдут дензол $\text{t}_{\text{пп}} = 80^\circ\text{C}$. Этилацетат $\text{t}_{\text{пп}} = 77^\circ\text{C}$.

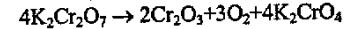
19-75.

Эти металлы барий Ba и ртуть Hg .

19-76.

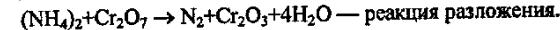
Эти металлы цинк Zn и кальций Ca .

19-77.



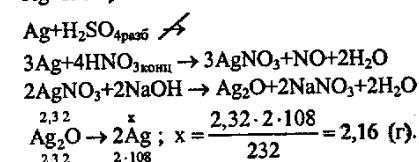
Восстанавливается не весь хром, часть его переходит в хромат K_2CrO_4 .

19-78.



19-79.

Этот элемент серебро Ag .

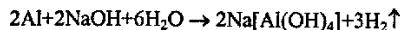


Ответ: серебро.

275

19-80.

Если обработать избытком щелочи, нет. Алюминий растворится, а магний нет.

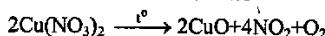
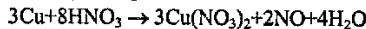


Если обработать избытком соляной кислоты, да.



19-81.

После растворения в щелочи осталась медь



После прокаливания остался CuO

$$v(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = \frac{m_{\text{обр}}}{M(\text{CuO})} = \frac{0,398}{80} = 0,005 \text{ моль}$$

$$v(\text{Cu}) = v(\text{CuO}) = 0,005 \text{ моль}, m(\text{Cu}) = v(\text{Cu}) \cdot Ar(\text{Cu}) = 0,005 \cdot 64 = 0,32 \text{ (г)},$$

$$\omega(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{m_{\text{обр}}} = \frac{0,32}{1} = 0,32 \text{ или } 32\%,$$

$$\omega(\text{Al}) = 100\% - \omega(\text{Cu}) = 100\% - 32\% = 68\%.$$

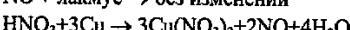
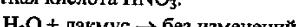
Ответ: 68% Al и 32% Cu.

19-82.

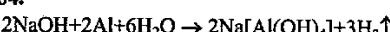
Хлорид алюминия гигроскопичен и поглощает пары воды из воздуха — «дымит».

19-83.

A — кислород, B — водород, C — азот, D — оксид азота (II) NO, E — азотная кислота HNO_3 .



19-84.



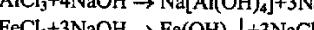
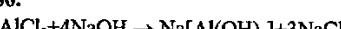
$$v(\text{H}_2) = \frac{V(\text{H}_2)}{V_m} = \frac{33,6}{22,4} = 1,5 \text{ моль}$$

19-85.

$$\text{FeCr}_3 \quad \omega(\text{Fe}) = \frac{Ar(\text{Fe})}{Mr(\text{FeCr}_3)} = \frac{56}{212} = 0,264 \text{ или } 26,4\%.$$

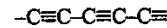
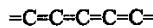
Ответ: 26,4%.

19-86.

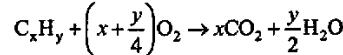


В осадок выпал $\text{Fe}(\text{OH})_3$, а в растворе остались NaCl и $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$.

19-87.



19-88.



$$\text{a)} 1+x+\frac{y}{4} = x+\frac{y}{2}, \frac{y}{4} = 1, y=4. \text{Нет решений};$$

$$\text{б)} \frac{x+\frac{y}{4}}{1} = 3, x+\frac{y}{4} = 3, x=2, y=4 \quad \text{C}_2\text{H}_4 \quad \text{CH}_2=\text{CH}_2;$$

$$\text{в)} \frac{x+\frac{y}{4}}{1} = 2,5, x+\frac{y}{4} = 2,5, x=2, y=2 \quad \text{C}_2\text{H}_2 \quad \text{HC}\equiv\text{CH};$$

$$\text{г)} \frac{x+\frac{y}{4}}{1} = 4, x+\frac{y}{4} = 4, x=2, y=6 \quad \text{C}_2\text{H}_6 \quad \text{CH}_3-\text{CH}_3,$$

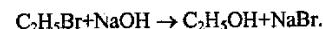
$$x=3, y=4 \quad \text{C}_3\text{H}_4 \quad \text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_3, \quad \text{CH}_2=\text{CH}_2;$$

$$\text{д)} \frac{x}{1} = 2, x=2 \quad \text{C}_2\text{H}_6 \quad \text{CH}_3-\text{CH}_3, \quad \text{C}_2\text{H}_2 \quad \text{HC}\equiv\text{CH}, \quad \text{C}_2\text{H}_4 \quad \text{CH}_2=\text{CH}_2.$$

19-89.

Углы составляют $109^{\circ}28'$ в H—C—H и Cl—C—Cl, в циклопропане углы $\approx 6^{\circ}$.

19-90.



Сначала четко наблюдается граница раздела фаз жидкостей $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$ — тяжелая темная, NaOH — легче; затем она становится все более размытой, а в конце смесь становится однородной.

19-91.

$$Mr = Mr(\text{H}_2) \cdot D_{\text{H}_2} = 94 \cdot 2 = 188$$

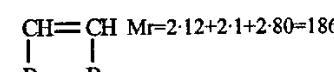
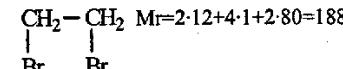
$$\text{C}_n\text{H}_{2n-4} \quad 14n-4 = 188,$$

$$14n = 182,$$

$$n = 13.$$

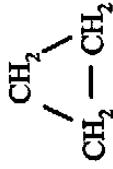
Ответ: $\text{C}_{13}\text{H}_{20}$.

19-92.



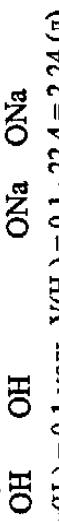
19-93.

Из звеньев $-\text{CH}_2-$ — насторожены молекулы циклоалканов. Математическое число групп содержит циклопропан.



19-94.

Это соединение этиленпикрот.



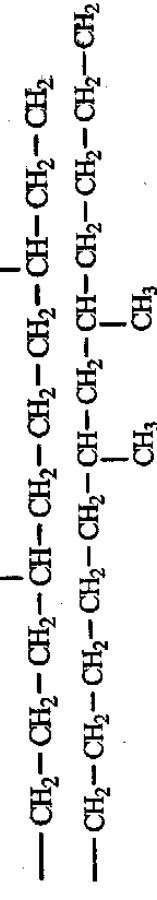
19-95.

Бенки, нуклеиновые кислоты, фенолформальдегидная смола, лавсан, капрон.



$$\omega(\text{Cl}) = \frac{\text{Ar}(\text{Cl})}{M_{\text{р.эфф}}} = \frac{35,5}{104,5} = 33,97\%$$

Массовая доля хлора в продукте присоединения к полизотопрену не может быть больше, чем в продукте присоединения 1 молекулы HCl к молекуле изотопена.

Omskem: не более 33,97%.

19-98.

Молекула мономера должна содержать 2 функциональные группы.

19-99.

Резиновые изделия портятся, т.к. разрушаются дисульфидные мостики, связывающие полимеры каучука. Для напитушного сохранения резины ее следует держать в тепле.

19-100.

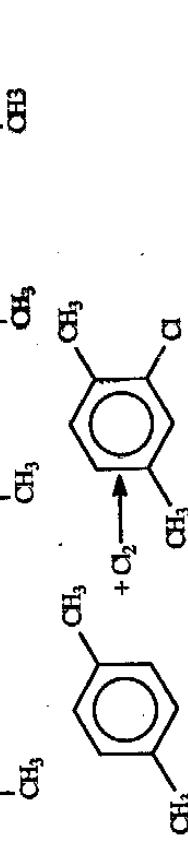
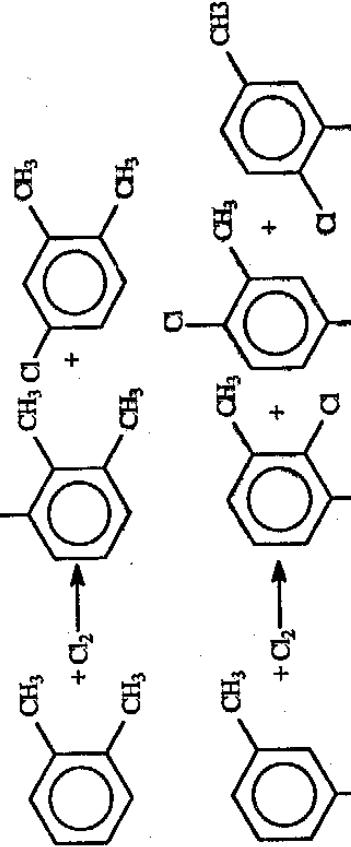


поливинилхлорид — наиболее инертен
—CF₂—CF₂—CF₂—CF₂—
тетрафлон

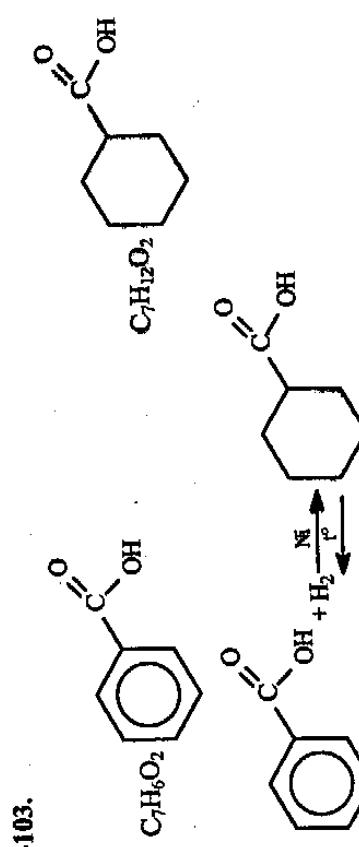
19-101.

Полимер может начать плавиться, а затем разрушаться, какой-либо компонент может улетучиваться.

19-102.



19-103.

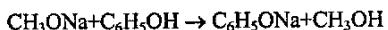


19-104.



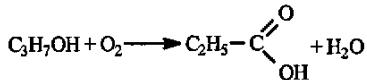
1,2 – дегидробензол

19-105.



В колбе останется фенолит натрия, а в приемнике будет метинол.

19-106.



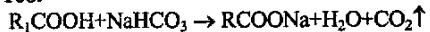
$$v(\text{O}_2) = v(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}) = 1 \text{ моль}$$

Ответ: 1 моль.

19-107.

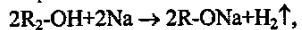
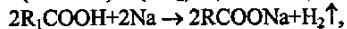
- a) $\text{CH}_3 \rightarrow \text{Cl}$ Радикал обеднел, хлор обогащен
 б) $\text{CH}_3 \leftarrow \text{Li}$ Литий обеднел, радикал обогащен

19-108.



$$v(\text{CO}_2) = \frac{V(\text{CO}_2)}{V_m} = \frac{1,2}{22,4} = 0,054 \text{ моль,}$$

$$v(\text{RCOOH}) = v(\text{CO}_2) = 0,054 \text{ моль,}$$



$$v(\text{H}_2) = \frac{V(\text{H}_2)}{V_m} = \frac{3,36}{22,4} = 0,15 \text{ моль,}$$

$$v_1(\text{H}_2) = \frac{1}{2} v(\text{H}_2) = \frac{1}{2} \cdot 0,054 = 0,027 \text{ моль,}$$

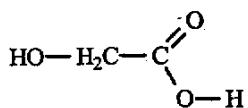
$$v_2(\text{H}_2) = v(\text{H}_2) - v_1(\text{H}_2) = 0,15 - 0,027 = 0,123 \text{ моль,}$$

$$v(\text{R}_2\text{OH}) = 2v_2(\text{H}_2) = 2 \cdot 0,123 = 0,246 \text{ моль,}$$

$$\frac{v(\text{R}_1\text{COOH})}{v(\text{R}_2\text{OH})} = \frac{0,027}{0,246} = \frac{1}{9,1}.$$

Ответ: vк-ты:vсп=1:9,1.

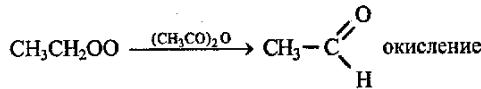
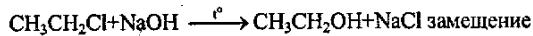
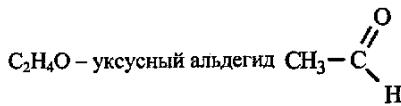
19-109.



Это соединение способно реагировать с металлами, щелочами, образовывать простые и сложные эфиры, замещения –OH группы.

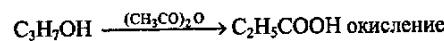
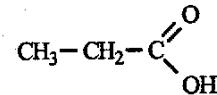
19-110.

$$\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z \quad x:y:z = \frac{54,5}{12} : \frac{9,1}{1} : \frac{36,4}{16} = 4,54:9,1:2,26 = 2:4:1$$

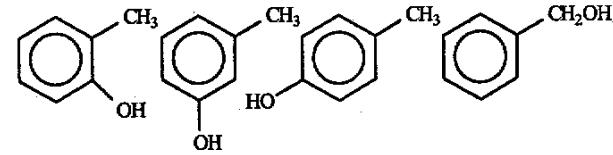


19-111.

$$\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z \quad x:y:z = \frac{48,7}{12} : \frac{8,1}{1} : \frac{43,2}{16} = 4,05:8,1:2,7 = 3:6:2$$

 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ — это соединение пропионовая кислота

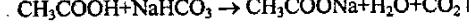
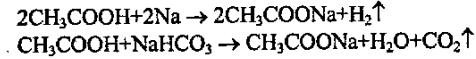
19-112.



19-113.

- а) 2 моль H_2 , т.к. реагируют и OH и COOH группы
 б) 1 моль CO_2 , т.к. реагирует только COOH группа

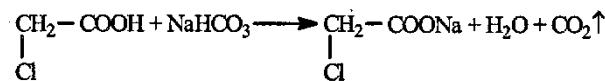
19-114.



$$v(H_2) = \frac{1}{2} v(CH_3COOH), v(CO_2) = v(CH_3COOH).$$

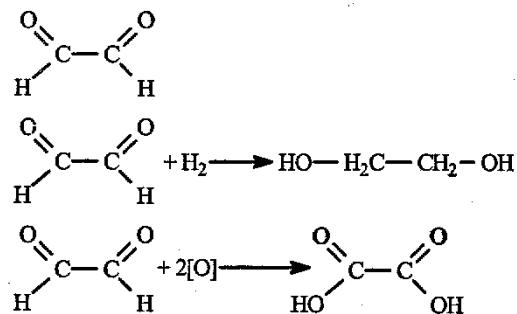
Ответ: в случае с $NaHCO_3$ в 2 раза больше.

19-115.

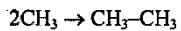
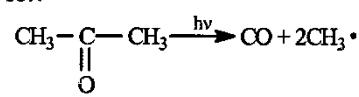


Останется хлорацетат натрия, т.к. эта кислота сильнее уксусной, именно она реагирует с $NaHCO_3$.

19-116.



19-117.

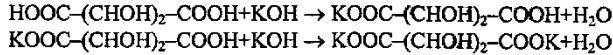


19-118.

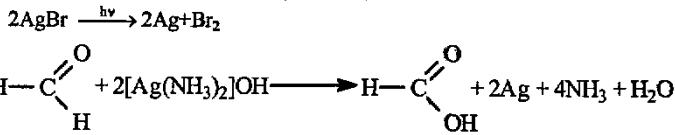
$$\begin{aligned} HO-(CH_2)_n-COOH \\ 16+1+(12+2)_n+n+2 \cdot 16+1=76, \\ 14n=76-62, n=1. \end{aligned}$$

Ответ: $HO-CH_2-COOH$

19-119.



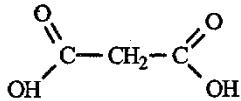
19-120.



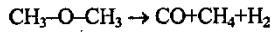
Как бромид серебра разлагается под действием света, так и аммиачный раствор оксида серебра разлагается под действием муравьиного альдегида.

19-121.

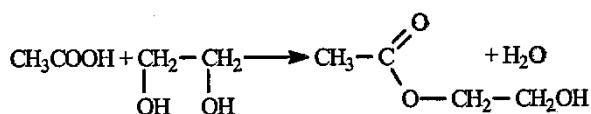
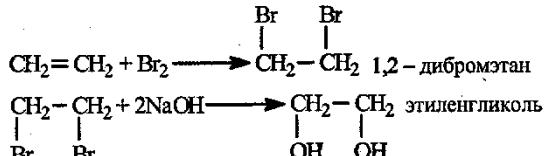
$$C_xH_yO_z \ x:y:z = \frac{34,6}{12} : \frac{3,9}{1} : \frac{61,5}{16} = 2,88:3,9:3,9 = 3:4:4$$



19-122.



19-123.



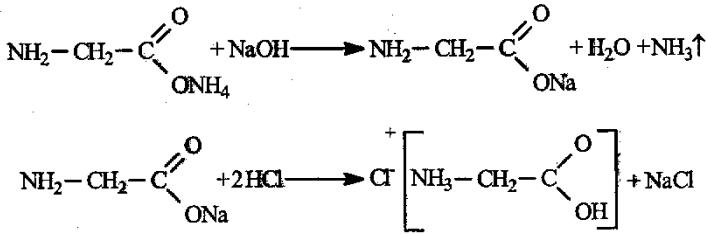
19-124.

Прежде всего будет собираться метиловый спирт, т.к. его $t_{\text{кип}}=65^{\circ}\text{C}$, а $t_{\text{кип}}(H_2O)=100^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{кип}}(HCOOH)=101^{\circ}\text{C}$.

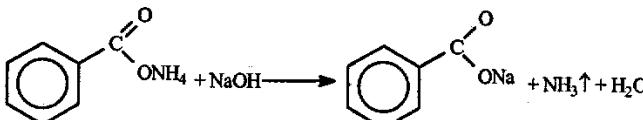
19-125.

Трифениламин < дифениламин < анилин < аммиак < диметилфениламины.

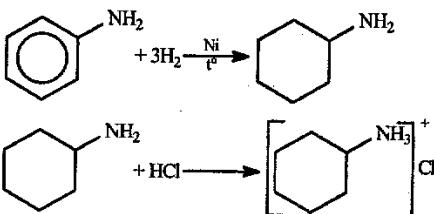
19-126.



19-127.



19-128.

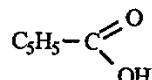


Хлороводород будет присоединяться к циклогексиламину, т.к. он является более сильным основанием, чем анилин.

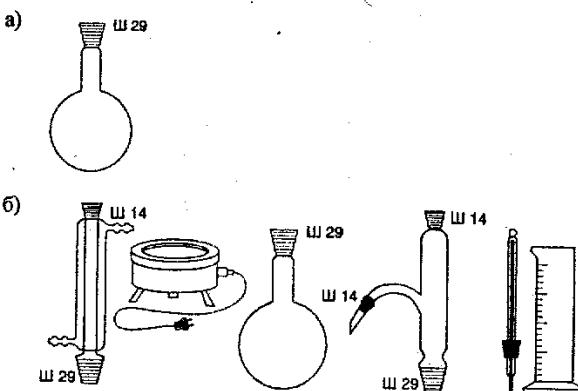
19-129.

$$\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z \ x:y:z = \frac{48,6}{12} : \frac{8,1}{1} : \frac{43,3}{16} = 4,05:8,1:2,7 = 3:6:2$$

C3H6O2 – пропановая кислота



19-130.

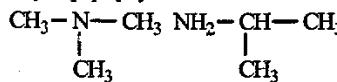


19-131.

$$\text{C}_x\text{H}_y\text{N}_z \ x:y:z = \frac{61,02}{12} : \frac{15,26}{1} : \frac{23,72}{14} = 5,08:15,26:1,69 = 3:9:1$$

C3H9N CH3-NH-C2H5 H2N-CH2-CH2-CH3

такую формулу имеют не только 2 амина



19-132.

NH2-CH2-CH2-CH2-CH2-NH2 путресцин

[NH2-CH2-CH2-CH2-CH2-NH3+]Cl-

HCl-NH2-CH2-CH2-CH2-CH2-NH2-HCl

19-133.

a) Na2O, H2SO4k, CH3OH, KOH, CuSO4, P2O5, BaO

б) (NH4)2CO3, C5H5-O-C2H5, C2H5Br.

Na2O, P2O5, H2SO4k, BaO, CH3OH, CuSO4 – поглощают пары воды

Na2O, BaO, KOH – поглощают углекислый газ

(NH4)2CO3, C2H5-O-C2H5, C2H5Br разлагаются с образованием летучих соединений

19-134.

NaOH+H2O → образование раствора

2NaOH+H2SO4 → Na2SO4+2H2O выделение тепла

NaOH+NH2CH2COOH → NH2CH2COONa+H2O

NaOH+C6H5OH → C6H5ONa+H2O

H2SO4+H2O → выделение тепла

2C2H5OH → H2SO4k C2H5-O-C2H5+H2O

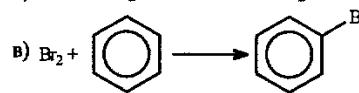
C2H5OH+NH2CH2COOH → NH2CH2-COOCH2H5+H2O

C2H5OH+C6H5OH → C2H5-O-C6H5+H2O

19-135.

а) H2SO3+H2O+Br2 → H2SO4+2HBr обесцвечивание

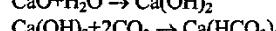
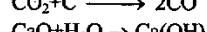
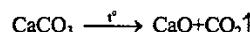
б) 2KOH+Br2 → KBr+KBrO+H2O обесцвечивание

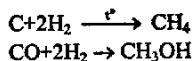
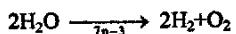


г) не будет

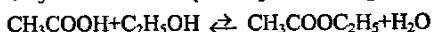
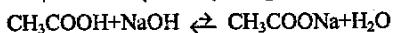
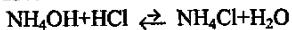
д) 2KI+Br2 → 2KBr+I2↓. Выпадает темно-бурый осадок.

19-136.

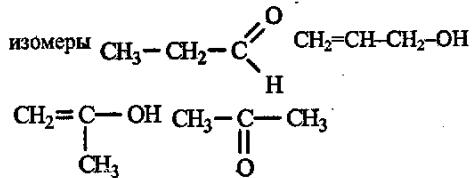
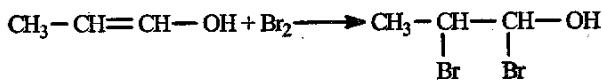
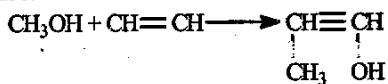




19-137.



19-138.



19-139.

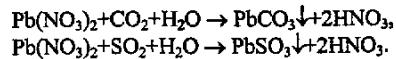
В молекуле ацетилена $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$ связь между атомами углерода тройная, поэтому прочнее.

19-140.

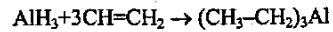
- 6) $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$
- 7) $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{NH}_4\text{HS}$
- 8) $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$
- 9) $2\text{HI} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl} + \text{I}_2 \downarrow$
- 3) $\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{HCl} \rightarrow [\text{CH}_3\text{NH}_3]^+ \text{Cl}^-$

19-141.

- a) $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$,
 $\text{H}_2\text{S} + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$,
 $\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$,
 $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$,
 $\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$;
- б) $2\text{HCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$,
 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaHCO}_3$;
- в) $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$;
- г) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{PbCl}_2 \downarrow + 2\text{HNO}_3$,
 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{PbS} \downarrow + 2\text{HNO}_3$,



19-142.



19-143.

Образование нуклеотидов из нуклеиновых кислот – реакция гидролиза.

19-144.

Наибольшую массовую долю азота содержит пурин, т.к. на 1 шестичленное и 1 пятичленное кольцо приходится 4 атома азота.

19-145.

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 10,496 \cdot 10,0 = 0,496$$

$$v_{\text{РНК}} = \frac{10}{4355} = 0,0023 \text{ моль},$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{0,496}{18} = 0,0276 \text{ моль},$$

$$\frac{v(\text{H}_2\text{O})}{v_{\text{РНК}}} = \frac{0,0276}{0,0023} = 12.$$

Ответ: 12.

www.gdz.pochta.ru

ГДЗ, Рефераты, Сочинения, Шпаргалки,
Ответы к экзаменам, Программы для учёбы!