ПРОВЕРЬ СЕБЯ!

Решебник

9

КЛАСС

ПРОВЕРЬ СЕБЯ

РЕШЕБНИК

к учебнику «Химия» и пособию
«Сборник самостоятельных работ по химии»
для 9 класса

Краснодар
2010

УДК 54(075.2)
ББК 24 Я72
К64

Кондратьев В. И.

К64 Проверь себя: решебник к учебнику «Химия-9» и пособию «Сборник самостоятельных работ по химии» для 9 класса / В. И. Кондратьев. – Краснодар: Совет. Кубань, 2010. – 224 с.

ISBN 5-7221-0656-9

Специфика учебного пособия отражена в самом его названии – оно предназначено для самоконтроля при подготовке домашних заданий по учебнику «Химия-9» авторов И. И. Новошинского, Н. С. Новошинской и пособию «Сборник самостоятельных работ по химии» тех же авторов.

В пособии содержатся подробные ответы и решения всех задач, примеров и упражнений.

Книга поможет учащимся средних общеобразовательных школ, лицеев, гимназий в случае возникновения затруднений при выполнении домашних заданий по химии, а также при самоподготовке к предстоящим контрольным работам.

Пособие будет полезно и родителям, которые смогут проконтролировать правильность решения, а в случае необходимости помочь детям в выполнении домашней работы.

УДК 54(075.2)
ББК 24 Я72

ISBN 5-7221-0656-9

© Кондратьев В. И., 2010

УЧЕБНИК «ХИМИЯ-9»

I и II. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ. ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН И ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

§ 1. Понятие об окислительно-восстановительных реакциях

1. а) $\overset{+2}{Ca}\overset{+4}{C}\overset{-2}{O_3} + 2\overset{+1}{H}\overset{-1}{Cl} = \overset{+2}{Ca}\overset{-1}{Cl_2} + \overset{+1}{H_2}\overset{-2}{O} + \overset{+4}{C}\overset{-2}{O_2}\uparrow$

б) $\overset{0}{Mg} + 2\overset{+1}{H}\overset{-1}{Cl} = \overset{+2}{Mg}\overset{-1}{Cl_2} + \overset{0}{H_2}\uparrow$

в) $\overset{+2}{Ca}\overset{+4}{C}\overset{-2}{O_3} \overset{t}{=} \overset{+2}{Ca}\overset{-2}{O} + \overset{+4}{C}\overset{-2}{O_2}\uparrow$

г) $\overset{+2}{Hg}\overset{-2}{O} \overset{t}{=} 2\overset{0}{Hg} + \overset{0}{O_2}\uparrow$

К окислительно-восстановительным относятся реакции б и г.

2. а) $2KBr + Cl_2 = 2KCl + Br_2$

$\uparrow$ окисляются; $\uparrow$ восстанавливаются

б) $Mg + 2HCl = MgCl_2 + H_2\uparrow$

$\uparrow$ окисляются; $\uparrow$ восстанавливаются

Восстановители в этих реакциях — KBr и Mg; окислители — Cl_2 и HCl

§ 2. Окислители и восстановители. Окислительно-восстановительная двойственность

1. Только окислительные свойства проявляют:

O_2 — окислитель (исключение — кислород в реакции со фтором),

$K\overset{+7}{Cl}O_4$ — окислитель за счет атома хлора в высшей степени окисления.

Только восстановительные свойства проявляют:

Ca — восстановитель, так как кальций — металл,

$Na_2\overset{-2}{S}$ — восстановитель за счет атома серы в минимальной степени окисления.

2. Окислительно-восстановительную двойственность проя-
ляет:

$\overset{+3}{N_2}O_3$ за счет атома азота в промежуточной степе-
окисления.

§ 3. Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций

а) $CaO + H_2O = Ca(OH)_2$

б) $\overset{-4}{C}H_4 + 2\overset{0}{O_2} = \overset{+4}{C}\overset{-2}{O_2} + 2H_2\overset{-2}{O}$

$C^{-4} - 8e^- = C^{+4}$ | 1 (C^{-4} – восстановитель, окисление)

$O_2 + 4e^- = 2O^{-2}$ | 2 (O_2^0 – окислитель, восстановление)

в) $4\overset{0}{Al} + 3\overset{0}{O_2} = 2\overset{+3}{Al_2}\overset{-2}{O_3}$

$2Al^0 - 6e^- = 2Al^{+3}$ | 2 (Al^0 – восстановитель, окисление)

$O_2^0 + 4e^- = 2O^{-2}$ | 3 (O_2^0 – окислитель, восстановление)

г) $H_3PO_4 + 3KOH = K_3PO_4 + 3H_2O$

д) $\overset{0}{Fe} + 2\overset{+1}{H}Cl = \overset{+2}{Fe}Cl_2 + \overset{0}{H_2}\uparrow$

$Fe^0 - 2e^- = Fe^{+2}$ (Fe^0 – восстановитель, окисление)

$2H^{+1} + 2e^- = H_2^0$ (H^{+1} – окислитель, восстановление)

е) $\overset{0}{Mg} + \overset{0}{Cl_2} = \overset{+2}{Mg}\overset{-1}{Cl_2}$

$Mg^0 - 2e^- = Mg^{+2}$ (Mg^0 – восстановитель, окисление)

$Cl_2^0 + 2e^- = 2Cl^{-1}$ (Cl_2^0 – окислитель, восстановление)

§ 4. Периодический закон

1. Высшая степень окисления атомов элементов VI груп-
пы — +6

$ЭO_3$ оксид $H_2ЭO_4$ гидроксид

2. г) число электронов на внешнем энергетическом уровне
3. в) фосфор P

Атомы фосфора аналогичны атомам азота, на внешнем
энергетическом уровне имеют пять электронов.

§ 5. Характеристика химического элемента и его соединений на основе положения в Периодической системе и строения атома

Химический элемент **S** — сера:

— элемент третьего периода, шестой группы, главной подгруппы;

— электронная схема атома $_{+16}S\ 2e^-8e^-6e^-$;

— атомы серы образуют простое вещество — неметалл, в окислительно-восстановительных реакциях проявляют окислительно-восстановительную двойственность;

— минимальная степень окисления атома серы **–2**, максимальная — **+6**;

— высший оксид серы – SO_3 (кислотный), которому соответствует гидроксид H_2SO_4 (кислота).

Химический элемент **Ca** — кальций:

— элемент четвертого периода, второй группы, главной подгруппы;

— электронная схема атома $_{+20}Ca\ 2e^-8e^-8e^-2e^-$;

— атомы кальция образуют простое вещество — металл, в окислительно-восстановительных реакциях проявляет только восстановительные свойства;

— минимальная степень окисления атома кальция **0**, максимальная — **+2**;

— высший оксид кальция — CaO (основный), которому соответствует гидроксид $Ca(OH)_2$ (основание).

§ 6. Значение Периодического закона

При определении значения относительной атомной массы неона У. Рамзай использовал следующее заключение Д. И. Менделеева: относительная атомная масса химического элемента имеет промежуточное значение между относительными атомными массами соседних элементов, расположенных слева и справа (F, Na). (19 + 23) : 2 = 21

Химический элемент **Ne** – неон:

— элемент второго периода, восьмой группы, главной подгруппы;

— электронная схема атома $_{+10}Ne\ 2e^-8e^-$;

— атомы неона образуют простое вещество — благородный газ, имеют завершенный внешний энергетиче-

ский уровень, который является очень устойчивым (ст
бильным).

III. ВОДОРОД И ЕГО ВАЖНЕЙШИЕ СОЕДИНЕНИЯ

§ 7. Водород, его общая характеристика, нахождение в природе и получение

1. Водород образуется при взаимодействии: г) H_2O и K

$$2\overset{+1}{H_2O} + 2\overset{0}{K} = 2\overset{+1}{K}OH + \overset{0}{H_2}\uparrow$$

$2\overset{+1}{H} + 2e^- = \overset{0}{H_2}$ | 1 ($\overset{+1}{H}$ — окислитель, восстановление)

$\overset{0}{K} - 1e^- = K^{+1}$ | 2 ($\overset{0}{K}$ — восстановитель, окисление)

2. Изотопы водорода: ${}^1_1H$, дейтерий ${}^2_1H$, тритий ${}^3_1H$

Состав ядер: $1p$ $1p, 1n$ $1p, 2n$

3. 1. $m(H_2SO_4) = \omega(H_2SO_4) \cdot m(\text{р-ра}) = 0{,}1 \cdot 98$ г $= 9{,}8$ г

2. $\nu(H_2SO_4) = \dfrac{m(H_2SO_4)}{M(H_2SO_4)} = \dfrac{9{,}8 \text{ г}}{98 \text{ г/моль}} = 0{,}1$ моль

$$\underset{}{Mg} + \underset{1\text{ моль}}{\overset{0{,}1\text{ моль}}{H_2SO_4}} = MgSO_4 + \underset{1\text{ моль}}{\overset{X\text{ моль}}{H_2}}\uparrow$$

Из уравнения реакции следует:

$\nu(H_2SO_4) = \nu(H_2) \Rightarrow \nu(H_2) = 0{,}1$ моль

3. $m(H_2) = \nu(H_2) \cdot M(H_2) = 0{,}1$ моль $\cdot$ 2 г/моль $= 0{,}2$ г

Ответ: $m(H_2) = 0{,}2$ г

4. 1. $\nu(H_2) = \dfrac{m(H_2)}{M(H_2)} = \dfrac{5 \text{ г}}{2 \text{ г/моль}} = 2{,}5$ моль

$$\underset{1\text{ моль}}{\overset{X\text{ моль}}{CH_4}} + 2H_2O \xrightarrow{\text{катализатор, } t} CO_2 + \underset{4\text{ моль}}{\overset{2{,}5\text{ моль}}{4H_2}}$$

Согласно уравнению реакции

$\dfrac{X \text{ моль}}{1 \text{ моль}} = \dfrac{2{,}5 \text{ моль}}{4 \text{ моль}}$, $X = \dfrac{2{,}5 \text{ моль} \cdot 1 \text{ моль}}{4 \text{ моль}} = 0{,}625$ моль

2. $m(CH_4) = \nu(CH_4) \cdot M(CH_4) = 0{,}625 \cdot 16$ г/моль $= 10$ г

Ответ: $m(CH_4) = 10$ г

§ 8. Свойства и применение водорода

1. Водород образуется при взаимодействии:
в) раствора серной кислоты с магнием
$H_2SO_4 + Mg = MgSO_4 + H_2\uparrow$

2. г) смесь водорода с кислородом

3. Водород реагирует с: а) O_2; в) FeO; г) N_2

$$2\overset{0}{H_2} + \overset{0}{O_2} = 2\overset{+1\,-2}{H_2O}$$

$H_2^0 - 2e^- = 2H^{+1}$ | 2 (H_2^0 — восстановитель, окисление)

$O_2^0 + 4e^- = 2O^{-2}$ | 1 (O_2^0 — окислитель, восстановление)

$$\overset{0}{H_2} + \overset{+2}{Fe}O \overset{t}{=} \overset{0}{Fe} + \overset{+1\,-2}{H_2O}$$

$H_2^0 - 2e^- = 2H^{+1}$ (H_2^0 — восстановитель, окисление)

$Fe^{+2} + 2e^- = Fe^0$ (Fe^{+2} — окислитель, восстановление)

$$3\overset{0}{H_2} + \overset{0}{N_2} \overset{t}{=} 2\overset{-3\,+1}{NH_3}$$

$H_2^0 - 2e^- = 2H^{+1}$ | 3 (H_2^0 — восстановитель, окисление)

$N_2^0 + 6e^- = 2N^{-3}$ | 1 (N_2^0 — окислитель, восстановление)

4. $H_2SO_4 \xrightarrow{1} H_2 \xrightarrow{2} HCl \xrightarrow{3} CuCl_2 \xrightarrow{4} Cu(OH)_2$

1. $\overset{+1}{H_2}SO_4 + \overset{0}{Zn} = \overset{+2}{Zn}SO_4 + \overset{0}{H_2}\uparrow$

$Zn^0 - 2e^- = Zn^{+2}$ (Zn^0 — восстановитель, окисление)

$2H^{+1} + 2e^- = H_2^0$ (H^{+1} — окислитель, восстановление)

2. $\overset{0}{H_2} + \overset{0}{Cl_2} = 2\overset{+1\,-1}{HCl}$

$H_2^0 - 2e^- = 2H^{+1}$ (H_2^0 — восстановитель, окисление)

$Cl_2^0 + 2e^- = 2Cl^{-1}$ (Cl_2 — окислитель, восстановление)

3. $2HCl + CuO = CuCl_2 + H_2O$

4. $CuCl_2 + 2NaOH = Cu(OH)_2\downarrow + 2NaCl$

$Cu^{2+} + \underline{2Cl^-} + \underline{2Na^+} + 2OH^- = Cu(OH)_2\downarrow + \underline{2Na^+} + \underline{2Cl^-}$

$Cu^{2+} + 2OH^- = Cu(OH)_2\downarrow$

5. а) $\omega(H) = \dfrac{Ar(H) \cdot \nu(H)}{Mr(H_2O)} = \dfrac{1 \cdot 2}{18} = 0{,}11$, или 11%

б) $\omega(H) = \dfrac{Ar(H) \cdot \nu(H)}{Mr(CH_4)} = \dfrac{1 \cdot 4}{16} = 0{,}25$, или 25%

Ответ: $\omega(H) = 11\%$ в воде, $\omega(H) = 25\%$ в метане

6. 1. $\nu(Zn) = \frac{m(Zn)}{M(Zn)} = \frac{13\ г}{65\ г/моль} = 0,2$ моль

2. $\overset{0,2\ моль}{\underset{1\ моль}{Zn}} + 2HCl = \overset{X_1\ моль}{\underset{1\ моль}{ZnCl_2}} + \overset{X_2\ моль}{\underset{1\ моль}{H_2\uparrow}}$

Из уравнения реакции следует:
$\nu(Zn) = \nu(ZnCl_2) = \nu(H_2) \Rightarrow \nu(ZnCl_2) = \nu(H_2) = 0,2$ моль

Ответ: $\nu(ZnCl_2) = 0,2$ моль, $\nu(H_2) = 0,2$ моль

§ 9. Молярный объем газов. Закон Авогадро

1. $V(газа) = V_m \cdot \nu(газа) = 22,4\ л/моль \cdot 0,2\ моль = 4,48\ л$

Ответ: $V(газа) = 4,48$ л

2. а) 1. $\nu(N_2) = \frac{m(N_2)}{M(N_2)} = \frac{42\ г}{28\ г/моль} = 1,5$ моль

2. $V(N_2) = V_m \cdot \nu(N_2) = 22,4\ л/моль \cdot 1,5\ моль = 33,6\ л$

б) 1. $\nu(SO_2) = \frac{m(SO_2)}{M(SO_2)} = \frac{6,4\ г}{64\ г/моль} = 0,1$ моль

2. $V(SO_2) = V_m \cdot \nu(SO_2) = 22,4\ л/моль \cdot 0,1\ моль = 2,24\ л$

Ответ: $V(N_2) = 33,6$ л; $V(SO_2) = 2,24$ моль

3. 1. $\nu(O_2) = \frac{V(O_2)}{V_m} = \frac{0,250\ л}{22,4\ л/моль} = 0,011$ моль

2. $N(O_2) = N_A \cdot \nu(O_2) = 6 \cdot 10^{23}\ моль^{-1} \cdot 0,011\ моль =$
$= 6,7 \cdot 10^{21}$ (молекул)

Согласно закону Авогадро в колбе с водородом объемом 250 мл также содержится $6,6 \cdot 10^{21}$ молекул водорода.

Ответ: $N(O_2) = N(H_2) = 6,7 \cdot 10^{21}$ молекул

§ 10. Относительная плотность газов

1. а) 1. По водороду $D_{H_2}(H_2O) = \frac{M(H_2O)}{M(H_2)} = \frac{18\ г/моль}{2\ г/моль} = 9$

2. По воздуху $D_{возд.}(H_2O) = \frac{M(H_2O)}{M(возд.)} = \frac{18\ г/моль}{29\ г/моль} = 0,62$

б) 1. По водороду $D_{H_2}(Cl_2) = \frac{M(Cl_2)}{M(H_2)} = \frac{71\ г/моль}{2\ г/моль} = 35,5$

2. По воздуху $D_{возд.}(Cl_2) = \frac{M(Cl_2)}{M(возд.)} = \frac{71\ г/моль}{29\ г/моль} = 2,45$

Ответ: $D_{H_2}(H_2O) = 9$; $D_{возд.}(H_2O) = 0,62$;
$D_{H_2}(Cl_2) = 35,5$; $D_{возд.}(Cl_2) = 2,45$

2. а) $M(газа) = 2D_{H_2} = 2\ г/моль \cdot 22 = 44\ г/моль$
б) $M(газа) = 29\ D_{возд.} = 29\ г/моль \cdot 1,52 = 44\ г/моль$

в) 1. $\rho(газа) = \frac{m(газа)}{V(газа)} = \frac{1,96\ г}{1\ л} = 1,96\ г/л$

2. $M(газа) = V_m \cdot \rho = 22,4\ л/моль \cdot 1,96\ г/л \approx 44\ г/моль$

Ответ: $M(газа) = 44$ г/моль

3. 1. $\nu(O_2) = \frac{m(O_2)}{M(O_2)} = \frac{160\ г}{32\ г/моль} = 5$ моль

$V(O_2) = V_m \cdot \nu(O_2) = 22,4\ л/моль \cdot 5\ моль = 112\ л$

2. $\nu(H_2) = \frac{V(H_2)}{V_m} = \frac{112\ л}{22,4\ л/моль} = 5$ моль

$m(H_2) = \nu(H_2) \cdot M(H_2) = 5\ моль \cdot 2\ г/моль = 10\ г$

Ответ: $V(O_2) = 112$ л; $m(H_2) = 10$ г

§ 11. Вычисления по уравнениям химических реакций с использованием физической величины «молярный объем газа». Объемные отношения газов в реакциях

1. 1. $\nu(Cu) = \frac{m(Cu)}{M(Cu)} = \frac{128\ г}{64\ г/моль} = 2$ моль

2. $CuO + \overset{X\ моль}{\underset{1\ моль}{H_2}} \overset{t}{=} \overset{2\ моль}{\underset{1\ моль}{Cu}} + H_2O$

Из уравнения реакции следует:
$\nu(Cu) = \nu(H_2) \Rightarrow \nu(H_2) = 2$ моль
$\nu(H_2) = V_m \cdot \nu(H_2) = 22,4\ л/моль \cdot 2\ моль = 44,8\ л$

Ответ: $V(H_2) = 44,8$ л

2. $\underset{2\text{ моль}}{\overset{3\text{ моль}}{2Al}} + 6HCl = \underset{2\text{ моль}}{\overset{X_1\text{ моль}}{2AlCl_3}} + \underset{3\text{ моль}}{\overset{X_2\text{ моль}}{3H_2\uparrow}}$

Согласно уравнению реакции:

1. $\nu(Al) = \nu(AlCl_3) \Rightarrow \nu(AlCl_3) = 3$ моль

$m(AlCl_3) = \nu(AlCl_3) \cdot M(AlCl_3) = 3$ моль $\cdot$ 133,5 г/моль = 400,5 г

2. $\frac{3\text{ моль}}{2\text{ моль}} = \frac{X_2\text{ моль}}{3\text{ моль}}$, $X_2 = \frac{3\text{ моль} \cdot 3\text{ моль}}{2\text{ моль}} = 4,5$ моль (H_2)

$V(H_2) = V_m \cdot \nu(H_2) = 22,4$ л/моль $\cdot$ 4,5 моль = 100,8 л

Ответ: $m(AlCl_3) = 400,5$ г; $\nu(H_2) = 100,8$ л

3. $\underset{\substack{1\text{ моль}\\(\text{или 1 объем})}}{\overset{33,6\text{ л}}{H_2}} + Cl_2 = \underset{\substack{2\text{ моль}\\(\text{или 2 объема})}}{\overset{X\text{ л}}{2HCl}}$

Согласно закону объемных отношений газов можно записать:

$\frac{V(H_2)}{V(HCl)} = \frac{\nu(H_2)}{\nu(HCl)}$, т. е. $\frac{33,6\text{ л}}{X\text{ л}} = \frac{1\text{ моль}}{2\text{ моль}}$, откуда

$X = \frac{33,6\text{ л} \cdot 2\text{ моль}}{1\text{ моль}} = 67,2$ л (HCl)

Ответ: $V(HCl) = 67,2$ л

4. 1. $\nu(H_2O) = \frac{m(H_2O)}{M(H_2O)} = \frac{9\text{ г}}{18\text{ г/моль}} = 0,5$ моль

$\underset{2\text{ моль}}{\overset{0,5\text{ моль}}{2H_2O}} \xrightarrow{\text{электрич. ток}} \underset{2\text{ моль}}{\overset{X\text{ моль}}{2H_2\uparrow}} + O_2\uparrow$

Согласно уравнению реакции

$\nu(H_2O) = \nu(H_2) \Rightarrow \nu(H_2) = 0,5$ моль

$V(H_2) = \nu(H_2) \cdot V_m = 0,5$ моль $\cdot$ 22,4 г/моль = 11,2 л

2. $\nu(CuO) = \frac{m(CuO)}{M(CuO)} = \frac{24\text{ г}}{80\text{ г/моль}} = 0,3$ моль

$\underset{1\text{ моль}}{\overset{0,3\text{ моль}}{CuO}} + \underset{1\text{ моль}}{\overset{X\text{ моль}}{H_2}} \overset{t}{=} Cu + H_2O$

Согласно уравнению реакции

$\nu(CuO) = \nu(H_2) \Rightarrow \nu(H_2) = 0,3$ моль

Ответ: полученного водорода 0,5 моль (11,2 л) хватит для восстановления меди из 24 г оксида меди(II)

§ 12. Вода

1. а) В приморских странах годовые температурные контрасты меньше, чем внутри континента. Это объясняется высокой теплоемкостью воды. Океаны, моря, реки летом медленно нагреваются, поглощая огромное количество солнечной энергии, зимой же вода медленно остывает, возвращая ее в окружающее пространство.

б) При низких температурах водоемы сверху покрываются льдом. Плотность льда (0,91 г/см³) меньше плотности воды (1 г/см³), поэтому лед плавает на ее поверхности. Кроме этого, лед является плохим проводником тепла и защищает водоемы от полного замерзания.

2. 1. $\nu(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O) = \frac{m(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O)}{M(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O)} = \frac{1000\text{ г}}{286\text{ г/моль}} = 3,5$ моль

2. $m(Na_2CO_3) = \nu(Na_2CO_3) \cdot M(Na_2CO_3) = 3,5$ моль $\cdot$ 106 г/моль = 370 г

3. $m(H_2O) = \nu(H_2O) \cdot M(H_2O) = 10 \cdot 3,5$ моль $\cdot$ 18 г/моль = 630 г

4. 1000 г $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ стоит 20 р.
630 г H_2O — X

$X = \frac{630\text{ г} \cdot 20\text{ р.}}{1000\text{ г}} = 12$ р. 60 коп.

Ответ: за воду, входящую в состав 1 кг соды $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$, вы заплатили 12 р. 60 коп.

3. $D_{CO_2}(H_2O) = \frac{M(H_2O)}{M(CO_2)} = \frac{18\text{ г/моль}}{44\text{ г/моль}} = 0,41$

Ответ: $D_{CO_2}(H_2O) = 0,41$

4. 1. $\nu(P_2O_5) = \frac{m(P_2O_5)}{M(P_2O_5)} = \frac{71\text{ г}}{142\text{ г/моль}} = 0,5$ моль

2. $\underset{1\text{ моль}}{\overset{0,5\text{ моль}}{P_2O_5}} + 3H_2O = \underset{2\text{ моль}}{\overset{X\text{ моль}}{2H_3PO_4}}$

Из уравнения реакции следует:

$\frac{0,5\text{ моль}}{1\text{ моль}} = \frac{X\text{ моль}}{2\text{ моль}} \Rightarrow X = \frac{0,5\text{ моль} \cdot 2\text{ моль}}{1\text{ моль}} = 1$ моль (H_3PO_4)

$m(H_3PO_4) = \nu(H_3PO_4) \cdot M(H_3PO_4) = 1$ моль $\cdot$ 98 г/моль = 98 г

3. m(р-ра) = $m(H_2O) + m(P_2O_5)$ = 129 г + 71 г = 200 г

$$\omega(H_3PO_4) = \frac{m(H_3PO_4)}{m(\text{р-ра})} = \frac{98\ \text{г}}{200\ \text{г}} = 0,49, \text{ или } 49\%$$

Ответ: $\omega(H_3PO_4) = 49\%$

5. 1. $\nu(H_2O) = \dfrac{N(H_2O)}{N_A} = \dfrac{3 \cdot 10^{23}}{6 \cdot 10^{23}} = 0,5$ (моль)

2. $Mg + \underset{2\ \text{моль}}{\overset{0,5\ \text{моль}}{2H_2O}} \overset{t}{=} Mg(OH)_2 + \underset{1\ \text{моль}}{\overset{X\ \text{моль}}{H_2\uparrow}}$

Из уравнения реакции следует:

$$\frac{0,5\ \text{моль}}{2\ \text{моль}} = \frac{X\ \text{моль}}{1\ \text{моль}} \Rightarrow X = \frac{0,5\ \text{моль} \cdot 1\ \text{моль}}{2\ \text{моль}} = 0,25\ \text{моль}\ (H_2)$$

$V(H_2) = \nu(H_2) \cdot V_m = 0,25$ моль $\cdot$ 22,4 л/моль = 5,6 л

Ответ: $V(H_2) = 5,6$ л

6. 1. $\nu(CaO) = \dfrac{m(CaO)}{M(CaO)} = \dfrac{28\ \text{г}}{56\ \text{г/моль}} = 0,5$ (моль)

2. $2H_2 + O_2 = 2H_2O$ (I) $\quad \underset{1\ \text{моль}}{\overset{X_1\ \text{моль}}{H_2O}} + \underset{1\ \text{моль}}{\overset{0,5\ \text{моль}}{CaO}} = \underset{1\ \text{моль}}{\overset{X_2\ \text{моль}}{Ca(OH)_2}}$ (II)

Из уравнения реакции II следует:

$\nu(H_2O) = \nu(CaO) = \nu(Ca(OH)_2) = 0,5$ моль

$m(Ca(OH)_2) = \nu(Ca(OH)_2) \cdot M(Ca(OH)_2) =$

$= 0,5$ моль $\cdot$ 74 г/моль = 37 г

По уравнению реакции II прореагировало 0,5 моль воды, следовательно, такое же количество вещества воды образовалось по реакции I:

$\underset{2\ \text{моль}}{\overset{X\ \text{моль}}{2H_2}} + O_2 = \underset{2\ \text{моль}}{\overset{0,5\ \text{моль}}{2H_2O}}$

Из уравнения реакции I следует:

$\nu(H_2) = \nu(H_2O) \Rightarrow \nu(H_2) = 0,5$ моль

$V(H_2) = \nu(H_2) \cdot V_m = 0,5$ моль $\cdot$ 22,4 л/моль = 11,2 л

Ответ: $V(H_2) = 11,2$ л; $m(Ca(OH)_2) = 37$ г

7. $H_2 \xrightarrow[1]{} H_2O \xrightarrow[2]{Ca} Ca(OH)_2 \xrightarrow[3]{} Ca(NO_3)_2$

1. $2\overset{0}{H_2} + \overset{0}{O_2} = 2\overset{+1}{H_2}\overset{-2}{O}$

2. $2\overset{+1}{H_2}O + \overset{0}{Ca} = \overset{+2}{Ca}(OH)_2 + \overset{0}{H_2}\uparrow$

$2H^{+1} + 2e^- = H_2^0$

$Ca^0 - 2e^- = Ca^{+2}$

3. $Ca(OH)_2 + 2HNO_3 = Ca(NO_3)_2 + 2H_2O$

$Ca^{2+} + 2OH^- + 2H^+ + 2NO_3^- = Ca^{2+} + 2NO_3^- + 2H_2O$

$2H^+ + 2OH^- = 2H_2O$ или $H^+ + OH^- = H_2O$

8. Вода реагирует с: в) SO_3, Ca

$H_2O + SO_3 = H_2SO_4 \qquad 2\overset{+1}{H_2}O + \overset{0}{Ca} = \overset{+2}{Ca}(OH)_2 + \overset{0}{H_2}\uparrow$

$2H^{+1} + 2e^- = H_2^0$

$Ca^0 - 2e^- = Ca^{+2}$

IV. ГАЛОГЕНЫ

§ 13. Общая характеристика галогенов

1. в) 7
2. Фтор проявляет только окислительные свойства, так как он является самым электроотрицательным элементом, поэтому его атомы могут только присоединять электроны. Галогенид-ионы — только восстановительные свойства, так как атомы галогенов находятся в минимальной степени окисления, внешний электронный слой атомов является завершенным.
3. 1. $m(KI) = \omega(KI) \cdot m$(р-ра) = 0,15 $\cdot$ 500 г = 75 г

2. $\nu(KI) = \dfrac{m(KI)}{M(KI)} = \dfrac{75\ \text{г}}{166\ \text{г/моль}} = 0,45$ моль

3. $\underset{2\ \text{моль}}{\overset{0,45\ \text{моль}}{2KI}} + \underset{1\ \text{моль}}{\overset{X\ \text{моль}}{Cl_2}} = I_2 + 2KCl$

Из уравнения реакции следует:

$$\frac{0,45\ \text{моль}}{2\ \text{моль}} = \frac{X\ \text{моль}}{1\ \text{моль}} \Rightarrow X = \frac{0,45\ \text{моль} \cdot 1\ \text{моль}}{2\ \text{моль}} = 0,225\ \text{моль}$$

$V(Cl_2) = \nu(Cl_2) \cdot V_m = 0,225$ моль $\cdot$ 22,4 л/моль =

= 5,04 л ≈ 5 л

Ответ: $V(Cl_2) = 5$ л

§ 14. Хлор

1. $Cl_2 \rightarrow \overset{0}{Cl} - \overset{0}{Cl}$ валентность хлора равна I, степень окисления – 0

2. а) HCl

3. б) раствором серной кислоты

4. 1. $\rho(Cl_2) = \dfrac{M(Cl_2)}{V_m} = \dfrac{71\ г/моль}{22,4\ л/моль} = 3,17\ г/л$

2. По воздуху $D_{возд.}(Cl_2) = \dfrac{M(Cl_2)}{M(возд.)} = \dfrac{71\ г/моль}{29\ г/моль} = 2,45$

3. По азоту $D_{N_2}(Cl_2) = \dfrac{M(Cl_2)}{M(N_2)} = \dfrac{71\ г/моль}{28\ г/моль} = 2,54$

Ответ: $\rho(Cl_2) = 3,17$ г/л; $D_{возд.}(Cl_2) = 2,45$; $D_{N_2}(Cl_2) = 2,54$

5. 1. $V(H_2O) = \dfrac{m(H_2O)}{\rho(H_2O)} = \dfrac{120000000\ г}{1\ г/см^3} = 120000000\ см^3$, или 120000 л

2. 0,002 мг хлора расходуется на 1 л воды
X мг хлора – на 120000 л воды

$X = \dfrac{0,002\ мг \cdot 120000\ л}{1\ л} = 240\ мг$

3. $\nu(Cl_2) = \dfrac{m(Cl_2)}{M(Cl_2)} = \dfrac{0,24\ г}{71\ г/моль} = 0,0034$ моль

4. $V(Cl_2) = V_m \cdot \nu(Cl_2) = 22,4$ л/моль $\cdot$ 0,0034 моль = 0,076 л

Ответ: $V(Cl_2) = 0,076$ л

§ 15. Хлороводород и соляная кислота

1. Хлороводород нельзя получить взаимодействием раствора хлорида натрия с разбавленным раствором серной кислоты, так как эта реакция ионного обмена, не сопровождающаяся образованием малодиссоциирующего, нерастворимого или газообразного вещества.

2. При взаимодействии с металлами соляная кислота проявляет окислительные свойства, что обусловлено атомом водорода в максимальной степени окисления H^{+1}.

$2\overset{+1}{H}Cl + \overset{0}{Zn} = \overset{+2}{Zn}Cl_2 + \overset{0}{H_2}\uparrow$

$2H^{+1} + 2e^- = H_2^0$ (H^{+1} – окислитель, восстановление)
$Zn^0 - 2e^- = Zn^{+2}$ (Zn^0 – восстановитель, окисление)

3. $NaCl \xrightarrow{1} HCl \xrightarrow{2} Cl_2 \xrightarrow{3} MgCl_2 \xrightarrow{4} AgCl$

1. $NaCl_{крист.} + H_2SO_{4\,конц.} = NaHSO_4 + HCl\uparrow$

2. $4\overset{-1}{H}Cl + \overset{+4}{Mn}O_2 \overset{t}{=} \overset{+2}{Mn}Cl_2 + \overset{0}{Cl_2}\uparrow + 2H_2O$

$2Cl^{-1} - 2e^- = Cl_2^0$ (Cl^{-1} – восстановитель, окисление)
$Mn^{+4} + 2e^- = Mn^{+2}$ (Mn^{+4} – окислитель, восстановление)

3. $\overset{0}{Cl_2} + \overset{0}{Mg} = \overset{+2}{Mg}\overset{-1}{Cl_2}$

$Cl_2^0 + 2e^- = 2Cl^{-1}$ (Cl_2^0 – окислитель, восстановление)
$Mg^0 - 2e^- = Mg^{+2}$ (Mg^0 – восстановитель, окисление)

Хлорид-ион проявляет восстановительные свойства во второй реакции.

4. $MgCl_2 + 2AgNO_3 = 2AgCl\downarrow + Mg(NO_3)_2$

$Ag^+ + Cl^- = AgCl\downarrow$

4. 1. $m(HCl) = M(р\text{-}ра) \cdot \omega(HCl) = 600\ г \cdot 0,15 = 90\ г$

2. $\nu(HCl) = \dfrac{m(HCl)}{M(HCl)} = \dfrac{90\ г}{36,5\ г/моль} = 2,465$ моль

3. $Zn + \underset{2\ моль}{\overset{2,465\ моль}{2HCl}} = \underset{1\ моль}{\overset{X\ моль}{ZnCl_2}} + H_2\uparrow$

Из уравнения реакции следует:

$\dfrac{2,465\ моль}{2\ моль} = \dfrac{X\ моль}{1\ моль} \Rightarrow$

$\Rightarrow X = \dfrac{2,465\ моль \cdot 1\ моль}{2\ моль} = 1,232$ моль ($ZnCl_2$)

$m(ZnCl_2) = \nu(ZnCl_2) \cdot M(ZnCl_2) =$
$= 1,232$ моль $\cdot$ 136 г/моль = 167,55 г

Ответ: $m(ZnCl_2) = 167,55$ г

5. 1. $m(HCl) = \omega(HCl) \cdot V \cdot \rho =$
$= 0,03 \cdot 500\ см^3 \cdot 1,018\ г/см^3 = 15,27\ г$

2. $\nu(HCl) = \dfrac{m(HCl)}{M(HCl)} = \dfrac{15,27\ г}{36,5\ г/моль} = 0,42$ моль

3. $V(HCl) = V_m \cdot \nu(HCl) = 0,42$ моль $\cdot$ 22,4 л/моль = 9,4 л

Ответ: $V(HCl) = 9,4$ л

§ 16. Фтор. Бром. Иод

1. Растворы солей натрия – хлорид, бромид, иодид можно распознать раствором нитрата серебра.

1. $NaCl + AgNO_3 = \underset{\text{белый осадок}}{AgCl\downarrow} + NaNO_3$

$$Cl^- + Ag^+ = AgCl\downarrow$$

2. $NaBr + AgNO_3 = \underset{\text{бледно-желтый осадок}}{AgBr\downarrow} + NaNO_3$

$$Br^- + Ag^+ = AgBr\downarrow$$

3. $NaI + AgNO_3 = \underset{\text{желтый осадок}}{AgI\downarrow} + NaNO_3$

$$I^- + Ag^+ = AgI\downarrow$$

2. Приведите самостоятельно примеры из химии галогенов, подтверждающие фразу: «Малые дозы – лекарства, а большие – яд».

3. 20 мг брома содержится в 100 г головного мозга
X мг брома – 1000 г головного мозга

$$X = \frac{0,020\ \text{г} \cdot 1000\ \text{г}}{100\ \text{г}} = 0,2\ \text{г}$$

Ответ: $m(Br_2) = 0,2$ г (при массе головного мозга 1000 г)

4. $m(I_2) = \omega(I_2) \cdot m(\text{щитов. железы}) = 0,0012 \cdot 40\ \text{г} = 0,048\ \text{г}$

Ответ: $m(I_2) = 0,048$ г

§ 17. Вычисление массы (объема, количества вещества) продукта реакции, если одно из реагирующих веществ дано в избытке

1. 1. $\nu(MnO_2) = \dfrac{m(MnO_2)}{M(MnO_2)} = \dfrac{8,7\ \text{г}}{87\ \text{г/моль}} = 0,1$ моль

2. $\nu(HCl) = \dfrac{m(HCl)}{M(HCl)} = \dfrac{21,9\ \text{г}}{36,5\ \text{г/моль}} = 0,6$ моль

3. $\overset{0,1\ \text{моль}}{\underset{1\ \text{моль}}{MnO_2}} + \overset{0,6\ \text{моль}}{\underset{4\ \text{моль}}{4HCl}} \overset{t}{=} MnCl_2 + \overset{X\ \text{моль}}{\underset{1\ \text{моль}}{Cl_2\uparrow}} + 2H_2O$

Из уравнения реакции следует, что
$\nu(MnO_2) : \nu(HCl) = 1 : 4$, тогда как по условиям задачи
$\nu(MnO_2) : \nu(HCl) = 0,1 : 0,6$, следовательно, соляная кислота дана в избытке, поэтому расчет объема хлора проводим по массе оксида марганца(IV).

4. Согласно уравнению реакции
$\nu(MnO_2) = \nu(Cl_2) \Rightarrow \nu(Cl_2) = 0,1$ моль
$V(Cl_2) = \nu(Cl_2) \cdot V_m = 0,1\ \text{моль} \cdot 22,4\ \text{л/моль} = 2,24$ л
Ответ: $V(Cl_2) = 2,24$ л

2. 1. $\nu(H_2) = \dfrac{V(H_2)}{V_m} = \dfrac{33,6\ \text{л}}{22,4\ \text{л/моль}} = 1,5$ моль

2. $\nu(Cl_2) = \dfrac{V(Cl_2)}{V_m} = \dfrac{44,8\ \text{л}}{22,4\ \text{л/моль}} = 2$ моль

3. $\overset{1,5\ \text{моль}}{\underset{1\ \text{моль}}{H_2}} + \overset{2\ \text{моль}}{\underset{1\ \text{моль}}{Cl_2}} = \overset{X\ \text{моль}}{\underset{2\ \text{моль}}{2HCl}}$

Из уравнения реакции следует, что $\nu(H_2) : \nu(Cl_2) = 1 : 1$, а по условию задачи $\nu(H_2) : \nu(Cl_2) = 1,5 : 2$, следовательно, хлор дан в избытке, поэтому расчет объема хлороводорода проводим по объему водорода.

4. Согласно уравнению реакции

$$\frac{1,5\ \text{моль}}{1\ \text{моль}} = \frac{X\ \text{моль}}{2\ \text{моль}} \Rightarrow X = \frac{1,5\ \text{моль} \cdot 2\ \text{моль}}{1\ \text{моль}} = 3\ \text{моль}\ (HCl)$$

$V(HCl) = \nu(HCl) \cdot V_m = 3\ \text{моль} \cdot 22,4\ \text{л/моль} = 67,2$ л

Ответ: $V(HCl) = 67,2$ л

3. 1. $m(AgNO_3) = \omega(AgNO_3) \cdot m(\text{р-ра}) = 0,085 \cdot 200\ \text{г} = 17$ г

$$\nu(AgNO_3) = \frac{m(AgNO_3)}{M(AgNO_3)} = \frac{17\ \text{г}}{170\ \text{г/моль}} = 0,1\ \text{моль}$$

2. $m(KCl) = \omega(KCl) \cdot m(\text{р-ра}) = 0,05 \cdot 200\ \text{г} = 10$ г

$$\nu(KCl) = \frac{m(KCl)}{M(KCl)} = \frac{10\ \text{г}}{74,5\ \text{г/моль}} = 0,13\ \text{моль}$$

3. $\overset{0,1\ \text{моль}}{\underset{1\ \text{моль}}{AgNO_3}} + \overset{0,13\ \text{моль}}{\underset{1\ \text{моль}}{KCl}} = \overset{X\ \text{моль}}{\underset{1\ \text{моль}}{AgCl\downarrow}} + KNO_3$

Из уравнения реакции следует, что
$\nu(AgNO_3) : \nu(KCl) = 1 : 1$, а по условию задачи
$\nu(AgNO_3) : \nu(KCl) = 0,1 : 0,13$, следовательно, хлорид калия дан в избытке, поэтому расчет массы осадка проводим по массе нитрата серебра.

4. Согласно уравнению реакции
$\nu(AgNO_3) = \nu(AgCl) \Rightarrow \nu(AgCl) = 0,1$ моль

$m(AgCl) = \nu(AgCl) \cdot M(AgCl) =$
$= 0{,}1$ моль $\cdot$ 143,5 г/моль = 14,35 г

Ответ: $m(AgCl) = 14{,}35$ г

4. 1. $m(NaI) = \omega(NaI) \cdot m(\text{р-ра}) = 0{,}1 \cdot 300$ г = 30 г

$$\nu(NaI) = \frac{m(NaI)}{M(NaI)} = \frac{30\ \text{г}}{150\ \text{г/моль}} = 0{,}2\ \text{моль}$$

$$2.\ \nu(Cl_2) = \frac{V(Cl_2)}{V_m} = \frac{3{,}36\ \text{л}}{22{,}4\ \text{л/моль}} = 0{,}15\ \text{моль}$$

$$3.\ \underset{2\ \text{моль}}{\overset{0{,}2\ \text{моль}}{2NaI}} + \underset{1\ \text{моль}}{\overset{0{,}15\ \text{моль}}{Cl_2}} = \underset{1\ \text{моль}}{\overset{X\ \text{моль}}{I_2}} + 2NaCl$$

Из уравнения реакции следует, что $\nu(NaI) : \nu(Cl_2) = 2 : 1$, а по условию задачи $\nu(NaI) : \nu(Cl_2) = 0{,}2 : 0{,}15$, следовательно, хлор дан в избытке, поэтому расчет количества вещества иода проводим по массе иодида натрия.

4. Согласно уравнению реакции

$\nu(NaI) : \nu(I_2) = 2 : 1 \Rightarrow \nu(I_2) = 0{,}1$ моль

Ответ: $\nu(I_2) = 0{,}1$ моль

V. СКОРОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

§ 18. Понятие о скорости химических реакций

1. в) KBr(р-р) и $AgNO_3$(р-р)
2. а) Fe и HCl (1%-ный раствор)
3. б) HCl(р-р) и Pb
4. в) разбавлении кислоты

§ 19. Классификация химических реакций

1. а) $CuO + H_2 \overset{t}{=} Cu + H_2O - Q$

Эта реакция:
1) замещения;
2) окислительно-восстановительная;
3) эндотермическая;
4) гетерогенная;
5) необратимая

б) $4NH_3 + 5O_2 \xlongequal{\text{катализатор}} 4NO + 6H_2O + Q$

Эта реакция:
1) окислительно-восстановительная;
2) каталитическая;
3) экзотермическая;
4) гомогенная;
5) необратимая

2. г) $2SO_2 + O_2 \overset{V_2O_5}{\rightleftarrows} 2SO_3 + Q$

3.

А	Б	В	Г
3	1	4	2

4. Реакции соединения, которые:

а) сопровождаются процессами окисления и восстановления:

$2Fe + 3Cl_2 = 2FeCl_3$ $\qquad$ $C + O_2 = CO_2$

б) не сопровождаются процессами окисления и восстановления:

$CaO + H_2O = Ca(OH)_2$ $\qquad$ $MgO + SO_3 = MgSO_4$

VI. ПОДГРУППА КИСЛОРОДА

§ 20. Кислород

1. г) кислород
2. $H_2O_2 \rightarrow O_2 \rightarrow CaO \rightarrow Ca(OH)_2$

1. $2\overset{-1}{H_2O_2} \overset{MnO_2}{=} 2\overset{-2}{H_2O} + \overset{0}{O_2}\uparrow$

$2O^{-1} - 2e^- = O_2^0$ | 1
$2O^{-1} + 2e^- = 2O^{-2}$ | 1

2. $O_2 + 2Ca = 2CaO$

$O_2^0 + 4e^- = 2O^{-2}$ | 1
$Ca^0 - 2e^- = Ca^{+2}$ | 2

3. $CaO + H_2O = Ca(OH)_2$

3. в) 4

4. Предположим, что масса вашего организма равна 50 кг, тогда содержание химического элемента кислорода в вашем организме составляет:

$m(O_2) = \omega(O_2) \cdot m(\text{организма}) = 0{,}65 \cdot 50$ кг = 32,5 кг

Ответ: $m(O_2) = 32{,}5$ кг

5. 1. $\nu(CH_4) = \frac{V(CH_4)}{V_m} = \frac{112\ л}{22,4\ л/моль} = 5$ моль

2. $\overset{5\ моль}{\underset{1\ моль}{CH_4}} + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O + \overset{X\ кДж}{882\ кДж}$

Согласно уравнению реакции

$\frac{5\ моль}{1\ моль} = \frac{X\ кДж}{882\ кДж} \Rightarrow X = \frac{5\ моль \cdot 882\ кДж}{1\ моль} = 4410$ кДж

Ответ: при сгорании 112 л метана выделится 4410 кДж теплоты

§ 21. Озон. Аллотропия

1. б) количественный состав молекулы;
в) относительная плотность по воздуху;
г) способность уничтожать бактерии
2. Кислород — газ без цвета и запаха;
озон, в отличие от кислорода, — газ голубого цвета с характерным специфическим запахом.
3. 1. $D_{H_2}(O_3) = \frac{M(O_3)}{M(H_2)} = \frac{48\ г/моль}{2\ г/моль} = 24$

2. $D_{O_2}(O_3) = \frac{M(O_3)}{M(O_2)} = \frac{48\ г/моль}{32\ г/моль} = 1,5$

Ответ: $D_{H_2}(O_3) = 24$; $D_{O_2}(O_3) = 1,5$

4. 1. $\rho(газа) = \frac{m(газа)}{V(газа)} = \frac{2,143\ г}{1\ л} = 2,143$ г/л

2. $M(газа) = V_m \cdot \rho = 22,4\ л/моль \cdot 2,143\ г/л = 48$ г/моль

Ответ: $M(газа) = 48$ г/моль

§ 22. Сера

Сера как окислитель реагирует:

1. $\overset{0}{S} + \overset{0}{Fe} \overset{t}{=} \overset{+2\ -2}{FeS}$

$S^0 + 2e^- = S^{-2}$ (S^0 – окислитель, восстановление)
$Fe^0 - 2e^- = Fe^{+2}$ (Fe^0 – восстановитель, окисление)

$3\overset{0}{S} + 2\overset{0}{P} \overset{t}{=} \overset{+3\ -2}{P_2S_3}$

$S^0 + 2e^- = S^{-2}$ | 3 (S^0 – окислитель, восстановление)
$2P^0 - 6e^- = 2P^{+3}$ | 1 (P^0 – восстановитель, окисление)

Сера как восстановитель реагирует:

$\overset{0}{S} + \overset{0}{O_2} \overset{t}{=} \overset{+4\ -2}{SO_2}$

$S^0 - 4e^- = S^{+4}$ (S^0 – восстановитель, окисление)
$O_2^0 + 4e^- = 2O^{-2}$ (O_2^0 – окислитель, восстановление)

$\overset{0}{S} + 3\overset{0}{F_2} = \overset{+6\ -1}{SF_6}$

$S^0 - 6e^- = S^{+6}$ | 1 (S^0 – восстановитель, окисление)
$F_2^0 + 2e^- = 2F^{-1}$ | 3 (F_2^0 – окислитель, восстановление)

2. б) при обычных условиях твердое вещество;
в) имеет желтый цвет
3. 1. $\nu(S) = \frac{m(S)}{M(S)} = \frac{16\ г}{32\ г/моль} = 0,5$ моль

2. $\overset{0,5\ моль}{\underset{1\ моль}{S}} + O_2 \overset{t}{=} \overset{X\ моль}{\underset{1\ моль}{SO_2}}$

Согласно уравнению реакции
$\nu(S) = \nu(SO_2) \Rightarrow \nu(SO_2) = 0,5$ моль
$V(SO_2) = \nu(SO_2) \cdot V_m = 0,5\ моль \cdot 22,4\ л/моль = 11,2$ л
Ответ: $V(SO_2) = 11,2$ л

§ 23. Сероводород

1. $ZnS \xrightarrow{1} H_2S \xrightarrow{2} S \xrightarrow{3} H_2S \xrightarrow{4} SO_2$

1. $ZnS + 2HCl = ZnCl_2 + H_2S\uparrow$

2. $\overset{-2}{H_2S} + \overset{0}{Br_2} = 2\overset{-1}{HBr} + \overset{0}{S}\downarrow$

$S^{-2} - 2e^- = S^0$
$Br_2^0 + 2e^- = 2Br^{-1}$

3. $\overset{0}{S} + \overset{0}{H_2} \overset{t}{=} \overset{+1\ -2}{H_2S}$

$S^0 + 2e^- = S^{-2}$
$H_2^0 - 2e^- = 2H^{+1}$

4. $2\overset{-2}{H_2S} + 3\overset{0}{O_2}$ избыток $= 2\overset{+4}{SO_2} + 2\overset{-2}{H_2O}$

$S^{-2} - 6e^- = S^{+4}$ | 2
$O_2^0 + 4e^- = 2O^{-2}$ | 3

2. Для очистки водорода от примесей сероводорода можно использовать растворы: а) гидроксида натрия, в) сульфата меди(II)
а) $2NaOH + H_2S = Na_2S + 2H_2O$
в) $CuSO_4 + H_2S = CuS + H_2SO_4$
3. 1. $m(HCl) = V \cdot \rho \cdot \omega(HCl) =$
$= 190\ см^3 \cdot 1,098\ г/см^3 \cdot 0,17 = 35,5$ г

$$\nu(HCl) = \frac{m(HCl)}{M(HCl)} = \frac{35,5\ г}{36,5\ г/моль} \approx 1\ моль$$

2. $ZnS + \underset{2\ моль}{\overset{1\ моль}{2HCl}} = ZnCl_2 + \underset{1\ моль}{\overset{X\ моль}{H_2S\uparrow}}$

Согласно уравнению реакции

$$\frac{1\ моль}{2\ моль} = \frac{X\ моль}{1\ моль} \Rightarrow X = \frac{1\ моль \cdot 1\ моль}{2\ моль} = 0,5\ моль$$

3. $V(H_2S) = \nu(H_2S) \cdot V_m = 0,5\ моль \cdot 22,4\ л/моль = 11,2\ л$

Ответ: $V(H_2S) = 11,2\ л$

§ 24. Оксид серы(IV). Сернистая кислота

1. $H_2 \xrightarrow{1} H_2S \xrightarrow{2} SO_2 \xrightarrow{3} NaHSO_3$

1. $\overset{0}{H_2} + \overset{0}{S} \overset{t}{=} \overset{+1\ -2}{H_2S}$

2. $2\overset{-2}{H_2S} + 3\overset{0}{O_2}_{избыток} = 2\overset{+4\ -2}{SO_2} + 2\overset{-2}{H_2O}$

$$\begin{array}{l|l} S^{-2} - 6e^- = S^{+4} & 2 \\ O_2^0 + 4e^- = 2O^{-2} & 3 \end{array}$$

3. $SO_2 + NaOH = NaHSO_3$

$SO_2 + \underline{Na}^+ + OH^- = \underline{Na}^+ + HSO_3^-$

$SO_2 + OH^- = HSO_3^-$

2. а) $\nu(SO_2) = \frac{m(SO_2)}{M(SO_2)} = \frac{64\ г}{64\ г/моль} = 1\ моль$

$V(SO_2) = V_m \cdot \nu(SO_2) = 22,4\ л/моль \cdot 1\ моль = 22,4\ л$

б) $V(SO_2) = V_m \cdot \nu(SO_2) = 22,4\ л/моль \cdot 2\ моль = 44,8\ л$

Ответ: а) $V(SO_2) = 22,4\ л$; б) $V(SO_2) = 44,8\ л$.

3. 1. $\nu(SO_2) = \frac{V(SO_2)}{V_m} = \frac{11,2\ л}{22,4\ л/моль} = 0,5\ моль$

$\underset{1\ моль}{\overset{X\ моль}{Na_2SO_3}} + 2H_2SO_4 = 2NaHSO_4 + H_2O + \underset{1\ моль}{\overset{0,5\ моль}{SO_2\uparrow}}$

2. Согласно уравнению реакции

$\nu(SO_2) = \nu(Na_2SO_3) \Rightarrow \nu(Na_2SO_3) = 0,5\ моль$

$m(Na_2SO_3) = \nu(Na_2SO_3) \cdot M(Na_2SO_3) =$
$= 0,5\ моль \cdot 126\ г/моль = 63\ г$

Ответ: $m(Na_2SO_3) = 63\ г$

§ 25. Оксид серы(VI). Серная кислота

1. H_2SO_4 конц. нельзя применять для осушения сероводорода. H_2S^{-2} является активным восстановителем за счет низшей степени окисления атома серы, а концентрированная серная кислота — сильный окислитель за счет высшей степени окисления атома серы, поэтому сероводород будет окисляться концентрированной серной кислотой.
2. Только один продукт (помимо соли) образуется в реакции а
   а) $Mg + H_2SO_4$ разб. $= MgSO_4 + H_2\uparrow$ — реакция замещения, окислительно-восстановительная
   б) $Hg + 2H_2SO_4$ конц. $= Hg_2SO_4 + SO_2\uparrow + 2H_2O$ — окислительно-восстановительная реакция
3. Сульфат-ион — окислитель в реакциях:
   а) $2H_2SO_4 + C = CO_2\uparrow + 2SO_2\uparrow + 2H_2O$
   г) $2H_2SO_4 + Cu = CuSO_4 + SO_2\uparrow + 2H_2O$
4. 1. Находим массу серной кислоты, которая содержится в 5 л (5000 см³) 20%-ного раствора ($\rho = 1,14\ г/см^3$):

$m(H_2SO_4) = V \cdot \rho \cdot \omega(H_2SO_4) =$
$= 5000\ см^3 \cdot 1,14\ г/см^3 \cdot 0,2 = 1140\ г$

2. Вычисляем массу раствора с массовой долей серной кислоты 90%, в котором будет содержаться 1140 г H_2SO_4:

$$m(р\text{-}ра) = \frac{m(H_2SO_4)}{\omega(H_2SO_4)} = \frac{1140\ г}{0,9} = 1267\ г$$

3. Определяем необходимый объем раствора:

$$V(р\text{-}ра) = \frac{m(р\text{-}ра)}{\rho} = \frac{1267\ г}{1,81\ г/см^3} = 700\ см^3$$

Ответ: $V(р\text{-}ра) = 700\ см^3$

§ 26. Вычисление массы или объема продукта реакции по известной массе или объему исходного вещества, содержащего примеси

1. 1. $m_{чист.}(ZnS) = m_{техн.}(ZnS) \cdot \omega(ZnS) =$
$= 500\ г \cdot 0{,}97 = 485\ г$

2. $\nu(ZnS) = \dfrac{m(ZnS)}{M(ZnS)} = \dfrac{485\ г}{97\ г/моль} = 5\ моль$

3. $\underset{1\ моль}{\overset{5\ моль}{ZnS}} + 2HCl = ZnCl_2 + \underset{1\ моль}{\overset{X\ моль}{H_2S\uparrow}}$

Согласно уравнению реакции
$\nu(ZnS) = \nu(H_2S) \Rightarrow \nu(H_2S) = 5\ моль$
$V(H_2S) = \nu(H_2S) \cdot V_m = 5\ моль \cdot 22{,}4\ л/моль = 112\ л$

Ответ: $V(H_2S) = 112\ л$

2. 1. $\omega(Mg) = 100\% - \omega_{(примесей)} = 100\% - 28\% = 72\%$
2. $m_{чист.}(Mg) = m_{техн.}(Mg) \cdot \omega(Mg) = 5\ г \cdot 0{,}72 = 3{,}6\ г$

3. $\nu(Mg) = \dfrac{m(Mg)}{M(Mg)} = \dfrac{3{,}6\ г}{24\ г/моль} = 0{,}15\ моль$

4. $\underset{1\ моль}{\overset{0{,}15\ моль}{Mg}} + H_2SO_4 = MgSO_4 + \underset{1\ моль}{\overset{X\ моль}{H_2\uparrow}}$

Согласно уравнению реакции
$\nu(Mg) = \nu(H_2) \Rightarrow \nu(H_2) = 0{,}15\ моль$
$V(H_2) = \nu(H_2) \cdot V_m = 0{,}15\ моль \cdot 22{,}4\ л/моль = 3{,}36\ л$

Ответ: $V(H_2) = 3{,}36\ л$

3. $\underset{1\ моль}{\overset{2\ моль}{S}} + \underset{1\ моль}{\overset{X\ моль}{O_2}} \overset{t}{=} SO_2$

Согласно уравнению реакции
$\nu(S) = \nu(O_2) \Rightarrow \nu(O_2) = 2\ моль$
$V(O_2) = \nu(O_2) \cdot V_m = 2\ моль \cdot 22{,}4\ л/моль = 44{,}8\ л$

$V_{(возд.)} = \dfrac{V(O_2)}{\varphi(O_2)} = \dfrac{44{,}8\ л}{0{,}21} = 213{,}3\ л$

Ответ: $V_{(возд.)} = 213{,}3\ л$

4. 1. $\nu(Al_2S_3) = \dfrac{m(Al_2S_3)}{M(Al_2S_3)} = \dfrac{105\ г}{150\ г/моль} = 0{,}7\ моль$

2. $2Al + \underset{3\ моль}{\overset{X\ моль}{3S}} \overset{t}{=} \underset{1\ моль}{\overset{0{,}7\ моль}{Al_2S_3}}$

Согласно уравнению реакции

$\dfrac{X\ моль}{3\ моль} = \dfrac{0{,}7\ моль}{1\ моль}$, $X = \dfrac{3\ моль \cdot 0{,}7\ моль}{1\ моль} = 2{,}1\ моль\ (S)$

$m_{чист.}(S) = \nu(S) \cdot M(S) = 2{,}1\ моль \cdot 32\ г/моль = 67{,}2\ г$

3. $m_{(примесей)} = m_{техн.}(S) - m_{чист.}(S) =$
$= 100\ г - 67{,}2\ г = 32{,}8\ г$

$\omega_{(примесей)} = \dfrac{m_{(примесей)}}{m_{техн.}(S)} = \dfrac{32{,}8}{100} = 0{,}328$, или $32{,}8\%$

Ответ: $\omega_{(примесей)} = 32{,}8\%$

VII. ПОДГРУППА АЗОТА

§ 27. Азот

1. $:N \vdots N:$ $\quad N \equiv N$ $\quad :\ddot{O} :: \ddot{O}:$ $\quad O = O$ $\quad :\ddot{F} \cdot\cdot \ddot{F}:$ $\quad F - F$

Число связей между атомами в молекулах N_2–O_2–F_2 уменьшается, длина связи увеличивается, прочность – уменьшается. В связи с этим азот при обычных условиях весьма инертен и на Земле встречается преимущественно в виде простого вещества; фтор же энергично вступает в реакции при обычных условиях и в природе встречается исключительно в виде соединений. Кислород находится между азотом и фтором, в его молекуле две связи между атомами, поэтому он легче азота, но труднее фтора реагирует со многими веществами и вследствие этого на Земле встречается как в виде простого вещества, так и в связанном состоянии.

2. а) $\overset{0}{N}$ атом азота на внешнем энергетическом уровне содержит пять электронов

$\overset{-3}{N}$ атом азота в степени окисления –3 на внешнем энергетическом уровне содержит восемь электронов

$\overset{0}{N}2e^-5e^-$ $\qquad \overset{-3}{N}2e^-8e^-$

б) $\overset{+3}{N}$ атом азота в степени окисления +3 на внешнем энергетическом уровне содержит два электрона

$\overset{+5}{N}$ атом азота в степени окисления +5 на внешнем энергетическом уровне не содержит электроны

$\overset{+3}{N}\ 2e^-2e^-$ $\qquad$ $\overset{+5}{N}\ 2e^-$

3. Промышленный процесс получения азота отражает схема:

в) воздух $\xrightarrow{t,\ P}$

4. 1. $\nu(NO) = \dfrac{V(NO)}{Vm} = \dfrac{5,6\ л}{22,4\ л/моль} = 0,25$ моль

$$N_2 + \underset{1\ моль}{\overset{X\ моль}{O_2}} \overset{t}{=} \underset{2\ моль}{\overset{0,25\ моль}{2NO}}$$

2. Согласно уравнению реакции

$\dfrac{X\ моль}{1\ моль} = \dfrac{0,25\ моль}{2\ моль}$, $X = \dfrac{0,25\ моль \cdot 1\ моль}{2\ моль} = 0,125$ моль

$V(O_2) = \nu(O_2) \cdot Vm = 0,125$ моль $\cdot$ 22,4 л/моль = 2,8 л

3. $V_{(возд.)} = \dfrac{V(O_2)}{\varphi(O_2)} = \dfrac{2,8\ л}{0,21} = 13,3$ л

Ответ: $V_{(возд.)} = 13,3$ л

§ 28. Аммиак. Соли аммония.

1. При нагревании в пробирке кристаллический хлорид аммония возгоняется подобно иоду. Но возгонка иода относится к физическим явлениям ($I_{2тв.} \underset{охлажд.}{\overset{t}{\rightleftarrows}} I_{2пар.}$), а возгонка хлорида аммония – к обратимым химическим реакциям ($NH_4Cl \underset{охлажд.}{\overset{t}{\rightleftarrows}} NH_3 + HCl$)

2. $NH_4HCO_3 \overset{t}{=} NH_3\uparrow + H_2O\uparrow + CO_2\uparrow$

При нагревании гидрокарбонат аммония разлагается с образованием газообразных веществ.

3. Аммиак реагирует с: а) O_2; б) H_3PO_4; г) FeO

$4NH_3 + 3O_2 = 2N_2 + 6H_2O$

$2NH_3 + H_3PO_4 = (NH_4)_2HPO_4$

$3FeO + 2NH_3 \overset{t}{=} 3Fe + N_2 + 3H_2O$

4. $H_2O \xrightarrow{1} H_2 \xrightarrow{2} NH_3 \xrightarrow{3} (NH_4)_2SO_4 \xrightarrow{4} NH_4Cl$

1. $2H_2O + 2Na = 2NaOH + H_2\uparrow$

2. $3\overset{0}{H_2} + \overset{0}{N_2} \overset{Fe,\ t,\ p}{\rightleftarrows} 2\overset{-3\ +1}{NH_3}$

$H_2^0 - 2e^- = 2H^{+1}$ | 3

$N_2^0 + 6e^- = 2N^{-3}$ | 1

3. $2NH_3 + H_2SO_4 = (NH_4)_2SO_4$

4. $(NH_4)_2SO_4 + BaCl_2 = BaSO_4\downarrow + 2NH_4Cl$

$Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4\downarrow$

5. 1. $m(H_2SO_4) = \omega(H_2SO_4) \cdot m(р\text{-}ра) = 0,098 \cdot 200$ г = 19,6 г

2. $\nu(H_2SO_4) = \dfrac{m(H_2SO_4)}{M(H_2SO_4)} = \dfrac{19,6\ г}{98\ г/моль} = 0,2$ моль

3. $\underset{1\ моль}{\overset{X\ моль}{NH_3}} + \underset{1\ моль}{\overset{0,2\ моль}{H_2SO_4}} = NH_4HSO_4$

Согласно уравнению реакции

$\nu(NH_3) = \nu(H_2SO_4) \Rightarrow \nu(NH_3) = 0,2$ моль

$V(NH_3) = \nu(NH_3) \cdot Vm = 0,2$ моль $\cdot$ 22,4 л/моль = 4,48 л

Ответ: $V(NH_3) = 4,48$ л

§ 29. Оксиды азота

1. В воздухе при грозовых разрядах образуется оксид азота(II):

$N_2 + O_2 \overset{эл.\ разряд}{=\!=\!=} 2NO$

Оксид азота(II) легко окисляется кислородом воздуха:

$2NO + O_2 = 2NO_2$

Образовавшийся оксид азота(IV) реагирует с парами воды, при этом образуется две кислоты:

$2NO_2 + H_2O = \underset{азотистая\ кислота}{HNO_2} + \underset{азотная\ кислота}{HNO_3}$

Поэтому дождевая вода после грозы содержит следы азотной кислоты.

2. $N_2 \xrightarrow{1} NH_3 \xrightarrow{2} NO \xrightarrow{3} NO_2 \xrightarrow{4} HNO_3$

1. $N_2 + 3H_2 \xrightleftharpoons{Fe,\ t,\ p} 2NH_3$

2. $4\overset{-3}{N}H_3 + 5\overset{0}{O_2} \xrightarrow{p,\ t,\ кат.} 4\overset{+2\ -2}{NO} + 6\overset{-2}{H_2O}$

$N^{-3} - 5e^- = N^{+2}$ | 4

$O_2^0 + 4e^- = 2O^{-2}$ | 5

3. $2NO + O_2 = 2NO_2$

4. $4\overset{+4}{N}O_2 + \overset{0}{O_2} + 2H_2O = 4\overset{+5\ -2}{HNO_3}$

$N^{+4} - 1e^- = N^{+5}$ | 4

$O_2^0 + 4e^- = 2O^{-2}$ | 1

3. 1. $m(N) = m(оксида) \cdot \omega(N) = 100\ г \cdot 0{,}3684 = 36{,}84\ г$

$m(O) = m(оксида) \cdot \omega(O) = 100\ г \cdot 0{,}6316 = 63{,}16\ г$

2. $\nu(N) = \dfrac{m(N)}{M(N)} = \dfrac{36{,}84\ г}{14\ г/моль} = 2{,}63$ моль

$\nu(O) = \dfrac{m(O)}{M(O)} = \dfrac{63{,}16\ г}{16\ г/моль} = 3{,}95$ моль

3. $\nu(N) : \nu(O) = 2{,}63 : 3{,}95 = 1 : 1{,}5 = 2 : 3$

Следовательно, формула оксида азота – N_2O_3

Ответ: простейшая формула оксида азота – N_2O_3

4. $\underset{4\ моль}{\overset{X_1}{4NO_2}} + \underset{1\ моль}{\overset{X_2}{O_2}} + 2H_2O = \underset{4\ моль}{\overset{1\ моль}{4HNO_3}}$

Согласно уравнению реакции

1. $\dfrac{X_1}{4\ моль} = \dfrac{1\ моль}{4\ моль}$, $X_1 = \dfrac{4\ моль \cdot 1\ моль}{4\ моль} = 1$ моль (NO_2)

$V(NO_2) = \nu(NO_2) \cdot Vm = 1\ моль \cdot 22{,}4\ л/моль = 22{,}4\ л$

2. $\dfrac{X_2}{1\ моль} = \dfrac{1\ моль}{4\ моль}$, $X_2 = \dfrac{1\ моль \cdot 1\ моль}{4\ моль} = 0{,}25$ моль (O_2)

$V(O_2) = \nu(O_2) \cdot Vm = 0{,}25\ моль \cdot 22{,}4\ л/моль = 5{,}6\ л$

Ответ: $V(NO_2) = 22{,}4$ л; $V(O_2) = 5{,}6$ л

§ 30. Азотная кислота

1. HNO_3 разб. реагирует с: б) $Fe(OH)_3$; в) Hg; г) CuO

$Fe(OH)_3 + 3HNO_3 = Fe(NO_3)_3 + 3H_2O$

$3\overset{0}{Hg} + 8\overset{+5}{HNO_3} = 3\overset{+2}{Hg}(NO_3)_2 + 2\overset{+2}{NO}\uparrow + 4H_2O$

$Hg^0 - 2e^- = Hg^{+2}$ | 3

$N^{+5} + 3e^- = N^{+2}$ | 2

$CuO + 2HNO_3 = Cu(NO_3)_2 + H_2O$

2. Ион серебра является реактивом на хлорид-ион:

$Ag^+ + Cl^- = AgCl\downarrow$ (белый осадок)

Ион бария – реактив на сульфат-ион:

$Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4\downarrow$ (белый осадок)

Медь – реактив на нитрат-ион (HNO_3 конц.)

$4HNO_3$ конц. $+ Cu = Cu(NO_3)_2 + 2H_2O + 2NO_2\uparrow$

$4H^+ + 2NO_3^- + Cu = Cu^{2+} + 2H_2O + 2NO_2\uparrow$ (бурый газ)

3. в) Al и Fe

4. $N_2 \rightarrow NH_3 \rightarrow NO \rightarrow NO_2 \rightarrow HNO_3 \rightarrow AgNO_3$

$\overset{0}{N_2} + 3\overset{0}{H_2} \xrightleftharpoons{Fe,\ t,\ p} 2\overset{-3\ +1}{NH_3}$

$N_2^0 + 6e^- = 2N^{-3}$ | 1

$H_2^0 + 2e^- = 2H^+$ | 3

$4NH_3 + 5\overset{0}{O_2} \xrightarrow{кат.} 4\overset{+2\ -2}{NO} + 6\overset{-2}{H_2O}$

$N^{-3} - 5e^- = N^{+2}$ | 4

$O_2^0 + 4e^- = 2O^{-2}$ | 5

$2\overset{+2}{NO} + \overset{0}{O_2} = 2\overset{+4\ -2}{NO_2}$

$N^{+2} - 2e^- = N^{+4}$ | 2

$O_2^0 + 4e^- = 2O^{-2}$ | 1

$4\overset{+4}{NO_2} + 2H_2O + \overset{0}{O_2} = 4\overset{+5\ -2}{HNO_3}$

$N^{+4} - 1e^- = N^{+5}$ | 4

$O_2^0 + 4e^- = 2O^{-2}$ | 1

$4\overset{+5}{HNO_3}$ разб. $+ 3\overset{0}{Ag} = 3\overset{+1}{AgNO_3} + \overset{+2}{NO}\uparrow + 2H_2O$

$N^{+5} + 3e^- = N^{+2}$ | 1

$Ag^0 - 1e^- = Ag^{+1}$ | 3

5. 1. $\nu(Cu) = \dfrac{m(Cu)}{M(Cu)} = \dfrac{120\ г}{64\ г/моль} = 1{,}9$ моль

2. $\underset{8\ моль}{\overset{X\ моль}{8HNO_3}} + \underset{3\ моль}{\overset{1{,}9\ моль}{3Cu}} = 3Cu(NO_3)_2 + 2NO\uparrow + 4H_2O$

Согласно уравнению реакции

$\dfrac{X\ моль}{8\ моль} = \dfrac{1{,}9\ моль}{3\ моль}$, $X = \dfrac{1{,}9\ моль \cdot 8\ моль}{3\ моль} \approx 5$ моль

$m(HNO_3) = \nu(HNO_3) \cdot M(HNO_3) =$

$= 5\ моль \cdot 63\ г/моль = 315\ г$

3. $m(\text{р-ра}) = \dfrac{m(HNO_3)}{\omega(HNO_3)} = \dfrac{315\ \text{г}}{0,2} = 1575\ \text{г}$

Ответ: $m(\text{р-ра}) = 1575$ г

6. $8HNO_3 + \underset{3\ \text{моль}}{\overset{X\ \text{моль}}{3Cu}} = 3Cu(NO_3)_2 + \underset{2\ \text{моль}}{\overset{1,5\ \text{моль}}{2NO\uparrow}} + 4H_2O$

1. Согласно уравнению реакции

$\dfrac{X\ \text{моль}}{3\ \text{моль}} = \dfrac{1,5\ \text{моль}}{2\ \text{моль}}$, $X = \dfrac{3\ \text{моль} \cdot 1,5\ \text{моль}}{2\ \text{моль}} = 2,25$ моль

$m(Cu_{\text{чист.}}) = \nu(Cu) \cdot M(Cu) = 2,25\ \text{моль} \cdot 64\ \text{г/моль} = 144$ г

2. $\omega(Cu_{\text{чист.}}) = 100\% - \omega(\text{примесей}) = 100\% - 4\% = 96\%$

3. $\omega(Cu_{\text{чист.}}) = \dfrac{m(Cu_{\text{чист.}})}{m(Cu_{\text{техн.}})}$, $m(Cu_{\text{техн.}}) = \dfrac{m(Cu_{\text{чист.}})}{\omega(Cu_{\text{чист.}})} = \dfrac{144\ \text{г}}{0,96} = 150$ г

Ответ: $m(Cu_{\text{техн.}}) = 150$ г

§ 31. Круговорот азота в природе

1. На химических заводах атмосферный азот может быть связан:

– синтезом аммиака $N_2 + 3H_2 \xrightleftharpoons{Fe,\ t,\ p} 2NH_3$

– окислением азота $N_2 + O_2 \overset{t}{=} 2NO$

Кальциевую селитру можно получить по следующим реакциям:

$4NH_3 + 5O_2 \overset{\text{кат.}}{=} 4NO + 6H_2O$

$2NO + O_2 = 2NO_2$

$4NO_2 + 2H_2O + O_2 = 4HNO_3$

$2HNO_3 + CaO = Ca(NO_3)_2 + H_2O$

2. 1. $2H_2O \xlongequal{\text{электрич. ток}} 2H_2\uparrow + O_2\uparrow$

2. Фракционной перегонкой жидкого воздуха получить азот и кислород.

3. Синтезом из водорода и азота получить аммиак:

$3H_2 + N_2 \xrightleftharpoons{Fe,\ t,\ p} 2NH_3$

4. При окислении аммиака или азота образуется оксид азота(II):

$4NH_3 + 5O_2 \overset{\text{кат.}}{=} 4NO + 6H_2O$ $\qquad N_2 + O_2 \overset{t}{=} 2NO$

5. Оксид азота(II) окисляется до оксида азота(IV):

$2NO + O_2 = 2NO_2$

6. При растворении оксида азота(IV) в воде в присутствии кислорода образуется азотная кислота:

$4NO + 2H_2O + O_2 = 4HNO_3$

7. При нейтрализации азотной кислоты аммиаком получают нитрат аммония:

$HNO_3 + NH_3 = NH_4NO_3$

§ 32. Фосфор и его соединения

1. $\overset{0}{P}$ атом фосфора на внешнем энергетическом уровне содержит пять электронов

$\overset{+3}{P}$ атом фосфора в степени окисления +3 на внешнем энергетическом уровне содержит два электрона

$\overset{-3}{P}$ атом фосфора в степени окисления –3 на внешнем энергетическом уровне содержит восемь электронов

$\overset{0}{P}\ 2e^-8e^-5e^-$ $\qquad \overset{+3}{P}\ 2e^-8e^-2e^-$ $\qquad \overset{-3}{P}\ 2e^-8e^-8e^-$

2. P_2O_5 реагирует с: а) водой; в) гидроксидом натрия; д) оксидом кальция

$P_2O_5 + 3H_2O \overset{t}{=} 2H_3PO_4$

$P_2O_5 + 6NaOH = 2Na_3PO_4 + 3H_2O$

$P_2O_5 + 3CaO \overset{t}{=} Ca_3(PO_4)_2$

3. Химические свойства ортофосфорной кислоты (общие для кислот): диссоциация в водном растворе; взаимодействие с магнием, гидроксидом кальция, аммиаком, некоторыми солями.

4. $P \xrightarrow{1} P_2O_5 \xrightarrow{2} X \xrightarrow{3} Ca_3(PO_4)_2 \xrightarrow{4} Ca(H_2PO_4)_2$

1. $4\overset{0}{P} + 5\overset{0}{O_2} = 2\overset{+5}{P_2}\overset{-2}{O_5}$ $\qquad$ 2. $P_2O_5 + 3H_2O \overset{t}{=} 2H_3PO_4$

$P^0 - 5e^- = P^{+5}$ | 4

$O_2^0 + 4e^- = 2O^{-2}$ | 5

3. $2H_3PO_4 + 3Ca(OH)_2 = Ca_3(PO_4)_2 + 6H_2O$

4. $Ca_3(PO_4)_2 + 4HNO_{3\ \text{недост.}} = Ca(H_2PO_4)_2 + 2Ca(NO_3)_2$

5. $m(\text{мяса}) = \dfrac{m(\text{фосфора})}{\omega(\text{фосфора})} = \dfrac{1\ \text{г}}{0,00204} = 490\ \text{г}$

$m(\text{яиц}) = \dfrac{m(\text{фосфора})}{\omega(\text{фосфора})} = \dfrac{1\ \text{г}}{0,00224} = 446\ \text{г}$

$m(\text{сыра}) = \dfrac{m(\text{фосфора})}{\omega(\text{фосфора})} = \dfrac{1\ \text{г}}{0,00701} = 143\ \text{г}$

Ответ: $m(\text{мяса}) = 490$ г; $m(\text{яиц}) = 446$ г; $m(\text{сыра}) = 143$ г

6. 1. $m(Ca_3(PO_4)_2\ \text{чист.}) = m(Ca_3(PO_4)_2\ \text{техн.}) \cdot \omega(Ca_3(PO_4)_2\ \text{чист.}) =$
$= 310\ \text{кг} \cdot 0,75 = 232,5\ \text{кг}$

$\nu(Ca_3(PO_4)_2) = \dfrac{m(Ca_3(PO_4)_2)}{M(Ca_3(PO_4)_2)} = \dfrac{232,5\ \text{кг}}{310\ \text{кг/кмоль}} = 0,75\ \text{кмоль}$

2. $\underset{1\ \text{кмоль}}{\overset{0,75\ \text{кмоль}}{Ca_3(PO_4)_2}} + 3H_2SO_4\ (\text{конц.}) \overset{t}{=} 3CaSO_4 + \underset{2\ \text{кмоль}}{\overset{X\ \text{кмоль}}{2H_3PO_4}}$

Согласно уравнению реакции

$\dfrac{0,75\ \text{кмоль}}{1\ \text{кмоль}} = \dfrac{X\ \text{кмоль}}{2\ \text{кмоль}}$, $X = \dfrac{0,75\ \text{кмоль} \cdot 2\ \text{кмоль}}{1\ \text{кмоль}} = 1,5\ \text{кмоль}$

$m(H_3PO_4) = \nu(H_3PO_4) \cdot M(H_3PO_4) =$
$= 1,5\ \text{кмоль} \cdot 98\ \text{кг/кмоль} = 147\ \text{кг}$

Ответ: $m(H_3PO_4) = 147$ кг

VIII. ПОДГРУППА УГЛЕРОДА

§ 33. Углерод

1. При сильном нагревании хлеба, мяса, молока они обугливаются, превращаясь в черную массу — уголь.

2. $\overset{+2\ -4}{Be_2C}$ $\overset{+3\ -4}{Al_4C_3}$ $\overset{+4\ -2}{CS_2}$ $\overset{+4\ -1}{CF_4}$

3. в) $C + FeO \overset{t}{=} Fe + CO$

4. г) $Ca + 2C \overset{t}{=} CaC_2$

5. 1. $m(C) = m(\text{угля}) \cdot \omega(C) = 10000\ \text{г} \cdot 0,9 = 9000\ \text{г}$

2. $\nu(C) = \dfrac{m(C)}{M(C)} = \dfrac{9000\ \text{г}}{12\ \text{г/моль}} = 750\ \text{моль}$

3. $\underset{1\ \text{моль}}{\overset{750\ \text{моль}}{C}} + \underset{1\ \text{моль}}{\overset{X\ \text{моль}}{O_2}} = CO_2$

Из уравнения реакции следует:
$\nu(C) = \nu(O_2) \Rightarrow \nu(O_2) = 750$ моль
$V(O_2) = \nu(O_2) \cdot Vm = 750\ \text{моль} \cdot 22,4\ \text{л/моль} =$
$= 16800$ л, или $16,8\ \text{м}^3$

4. $V(\text{возд.}) = \dfrac{V(O_2)}{\varphi(O_2)} = \dfrac{16,8\ \text{м}^3}{0,21} = 80\ \text{м}^3$

Ответ: $V(O_2) = 16,8\ \text{м}^3$; $V(\text{возд.}) = 80\ \text{м}^3$

§ 34. Кислородные соединения углерода

1. б) известковой водой и оксидом магния

2. $\underset{\text{сода}}{Na_2CO_3} + 2HCl = 2NaCl + H_2O + CO_2\uparrow$

$\underline{2Na^+} + CO_3^{2-} + 2H^+ + \underline{2Cl^-} = \underline{2Na^+} + \underline{2Cl^-} + H_2O + CO_2\uparrow$

$2H^+ + CO_3^{2-} = H_2O + CO_2\uparrow$

$\underset{\text{поташ}}{K_2CO_3} + 2HCl = 2KCl + H_2O + CO_2\uparrow$

$\underline{2K^+} + CO_3^{2-} + 2H^+ + \underline{2Cl^-} = \underline{2K^+} + \underline{2Cl^-} + H_2O + CO_2\uparrow$

$2H^+ + CO_3^{2-} = H_2O + CO_2\uparrow$

$\underset{\text{мел, мрамор, жемчуг}}{CaCO_3} + 2HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2\uparrow$

$CaCO_3 + 2H^+ + \underline{2Cl^-} = Ca^{2+} + \underline{2Cl^-} + H_2O + CO_2\uparrow$

$CaCO_3 + 2H^+ = Ca^{2+} + H_2O + CO_2\uparrow$

3. $CaCO_3 \xrightarrow{1} CaO \xrightarrow{2} Ca(OH)_2 \xrightarrow{3} CaCO_3 \xrightarrow{4} Ca(HCO_3)_2 \xrightarrow{5} CaCO_3$

1. $CaCO_3 \overset{t}{=} CaO + CO_2\uparrow$
2. $CaO + H_2O = Ca(OH)_2$
3. $Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3\downarrow + H_2O$
$Ca^{2+} + 2OH^- + CO_2 = CaCO_3\downarrow + H_2O$
4. $CaCO_3 + H_2O + CO_2 = Ca(HCO_3)_2$
$CaCO_3 + H_2O + CO_2 = Ca^{2+} + 2HCO_3^-$
5. $Ca(HCO_3)_2 \overset{t}{=} CaCO_3\downarrow + H_2O + CO_2\uparrow$

4. 1. $\nu(Ca(HCO_3)_2) = \frac{m(Ca(HCO_3)_2)}{M(Ca(HCO_3)_2)} = \frac{81\ г}{162\ г/моль} = 0,5$ моль

2. $\underset{2\ моль}{\overset{X\ моль}{2CO_2}} + Ca(OH)_2 = \underset{1\ моль}{\overset{0,5\ моль}{Ca(HCO_3)_2}}$

Согласно уравнению реакции

$\frac{X\ моль}{2\ моль} = \frac{0,5\ моль}{1\ моль}$, $X = \frac{2\ моль \cdot 0,5\ моль}{1\ моль} = 1$ моль

3. $V(CO_2) = \nu(CO_2) \cdot Vm = 1$ моль $\cdot$ 22,4 л/моль = 22,4 л

Ответ: $\nu(CO_2) = 1$ моль; $V(CO_2) = 22,4$ л

§ 35. Круговорот углерода в природе

1. а) При извержении вулкана карбонаты металлов разлагаются с образованием оксидов (исключение — карбонаты щелочных металлов).

б) Карбонаты металлов взаимодействуют с азотной кислотой, образовавшейся при грозовых разрядах, например:

$MgCO_3 + 2HNO_3 = Mg(NO_3)_2 + H_2O + CO_2\uparrow$

2. $CaCO_3 + H_2O + CO_2 \underset{t}{\overset{водный\ раствор}{\rightleftarrows}} Ca(HCO_3)_2$

§ 36. Кремний и его соединения

1. $SiO_2 \xrightarrow{1} Si \xrightarrow{2} SiO_2 \xrightarrow{3} Na_2SiO_3 \xrightarrow{4} H_2SiO_3 \xrightarrow{5} SiO_2$

1. $\overset{+4}{Si}O_2 + 2\overset{0}{C} \overset{t}{=} \overset{0}{Si} + 2\overset{+2}{C}O\uparrow$

$Si^{+4} + 4e^- = Si^0$ | 1

$C^0 - 2e^- = C^{+2}$ | 2

2. $Si + O_2 \overset{t}{=} SiO_2$

3. $SiO_2 + 2NaOH \overset{t}{=} Na_2SiO_3 + H_2O$

4. $Na_2SiO_3 + 2HCl = H_2SiO_3\downarrow + 2NaCl$

$2H^+ + SiO_3^{2-} = H_2SiO_3\downarrow$

5. $H_2SiO_3 \overset{t}{=} H_2O + SiO_2$

2. В состав обычного стекла входит оксид кремния(IV), который реагирует со щелочами. В связи с этим выпаривать растворы щелочей в стеклянной посуде нельзя.

3. Перечислите самостоятельно области применения стекла.

4. 1. $\nu(CaCO_3) = \frac{m(CaCO_3)}{M(CaCO_3)} = \frac{108000\ г}{100\ г/моль} = 1080$ моль, или 1,08 кмоль

2. $SiO_2 + \underset{1\ моль}{\overset{1080\ моль}{CaCO_3}} \overset{t}{=} \underset{1\ моль}{\overset{X\ моль}{CaSiO_3}} + CO_2\uparrow$

Согласно уравнению реакции

$\nu(CaCO_3) = \nu(CaSiO_3) \Rightarrow \nu(CaSiO_3) = 1080$ моль, или 1,08 кмоль

3. $m(CaSiO_3) = \nu(CaSiO_3) \cdot M(CaSiO_3) =$

$= 1080$ моль $\cdot$ 116 г/моль = 125280 г, или 125,28 кг

Ответ: $\nu(CaSiO_3) = 1,08$ кмоль; $m(CaSiO_3) = 125,28$ кг

5. в) серной кислоты с силикатом калия.

6. В состав стекла входит оксид кремния(IV), который реагирует с плавиковой кислотой, образуя газообразный фторид кремния SiF_4. В связи с этим плавиковую кислоту нельзя хранить в сосудах из стекла.

§ 37. Сравнение свойств водородных соединений неметаллов IV–VII групп

1. а) в водном растворе кислотные свойства сильнее выражены у H_2Se, HBr, HI, HCl;

б) основные свойства — у NH_3.

2. 1. $\omega(CaCO_3) = 100\% - \omega(примесей) = 100\% - 10\% = 90\%$

2. $m(CaCO_3) = m(известняк) \cdot \omega(CaCO_3) =$

$= 120$ кг $\cdot$ 0,9 = 108 кг

$\nu(CaCO_3) = \frac{m(CaCO_3)}{M(CaCO_3)} = \frac{108000\ г}{100\ г/моль} = 1080$ моль, или 1,08 кмоль

3. $\underset{1\ моль}{\overset{1080\ моль}{CaCO_3}} + SiO_2 \overset{t}{=} \underset{1\ моль}{\overset{X\ моль}{CaSiO_3}} + CO_2\uparrow$

Согласно уравнению реакции

$\nu(CaCO_3) = \nu(CaSiO_3) \Rightarrow \nu(CaSiO_3) =$

$= 1080$ моль, или 1,08 кмоль

4. $m(CaSiO_3) = \nu(CaSiO_3) \cdot M(CaSiO_3) =$
$= 1080$ моль $\cdot$ 116 г/моль = 125280 г, или 125,28

Ответ: $\nu(CaSiO_3) = 1{,}08$ кмоль; $m(CaSiO_3) = 125{,}28$

IX. МЕТАЛЛЫ И ИХ СОЕДИНЕНИЯ

§ 38. Общая характеристика металлов. Получение и физические свойства металлов

1. г) 3
2. а) $2e^-1e^-$
3. Металлы:
   а) самый тяжелый – *осмий*, самый легкий – *литий*;
   б) самый тугоплавкий – *вольфрам*, самый легкоплавкий – *ртуть*;
   в) самый твердый – *хром*, самый мягкий – *франций*.
4. С повышением температуры колебание ионов в узлах решетки усиливается, что затрудняет направленное движение электронов.
5. 1. $\nu(Cl_2) = \dfrac{V(Cl_2)}{V_m} = \dfrac{8{,}96 \text{ л}}{22{,}4 \text{ л/моль}} = 0{,}4$ моль

2. $CaCl_2 \xrightarrow{\text{электрич. ток}} \underset{1\text{ моль}}{\overset{X\text{ моль}}{Ca}} + \underset{1\text{ моль}}{\overset{0{,}4\text{ моль}}{Cl_2\uparrow}}$

Согласно уравнению реакции
$\nu(Cl_2) = \nu(Ca) \Rightarrow \nu(Ca) = 0{,}4$ моль
3. $m(Ca) = \nu(Ca) \cdot M(Ca) = 0{,}4$ моль $\cdot$ 40 г/моль = 16 г

Ответ: $m(Ca) = 16$ г

§ 39. Химические свойства металлов

1. б) $3Mg + N_2 \overset{t}{=} Mg_3N_2$
2. а) Уравнения реакций соединения:

1. $2\overset{0}{Cu} + \overset{0}{O_2} = 2\overset{+2\,-2}{CuO}$

$Cu^0 - 2e^- = Cu^{+2}$ | 2 (Cu^0 – восстановитель, окисление)
$O_2^0 + 4e^- = 2O^{-2}$ | 1 (O_2^0 – окислитель, восстановление)

2. $\overset{0}{Fe} + \overset{0}{S} \overset{t}{=} \overset{+2\,-2}{FeS}$

$Fe^0 - 2e^- = Fe^{+2}$ (Fe^0 – восстановитель, окисление)
$S^0 + 2e^- = S^{-2}$ (S^0 – окислитель, восстановление)

3. $\overset{0}{Mg} + \overset{0}{Br_2} = \overset{+2\,-2}{MgBr_2}$

$Mg^0 - 2e^- = Mg^{+2}$ (Mg^0 – восстановитель, окисление)
$Br_2^0 + 2e^- = 2Br^{-2}$ (Br_2 – окислитель, восстановление)

б) Уравнения реакций замещения:

1. $2\overset{0}{Na} + 2\overset{+1}{H_2O} = 2\overset{+1}{NaOH} + \overset{0}{H_2}\uparrow$

$Na^0 - 1e^- = Na^{+1}$ | 2 (Na^0 – восстановитель, окисление)
$2H^{+1} + 2e^- = H_2^0$ | 1 ($2H^{+1}$ – окислитель, восстановление)

2. $\overset{0}{Zn} + \overset{+2}{CuSO_4} = \overset{0}{Cu} + \overset{+2}{ZnSO_4}$

$Zn^0 - 2e^- = Zn^{+2}$ (Zn^0 – восстановитель, окисление)
$Cu^{+2} + 2e^- = Cu^0$ (Cu^{+2} – окислитель, восстановление)

Цинк:
$Zn + FeCl_2 = Fe + ZnCl_2$
$Zn + CuCl_2 = Cu + ZnCl_2$

Железо:
$Fe + CuCl_2 = Cu + FeCl_2$
Медь не реагирует с названными солями.

б) $3Ag + AuCl_3 = Au + 3AgCl$ (Ag^0 – восстановитель)
в) $Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2\uparrow$ (Zn^0 – восстановитель)
д) $2Al + 3CuSO_4 = 3Cu + Al_2(SO_4)_3$ (Al^0 – восстановитель)

ж) $CuO + C \overset{t}{=} Cu + CO\uparrow$ (C^0 – восстановитель)
з) $Ba + 2H_2O = Ba(OH)_2 + H_2\uparrow$ (Ba^0 – восстановитель)

а) $CuO \xrightarrow{1} Cu \xrightarrow{2} CuCl_2 \xrightarrow{3} Cu(NO_3)_2 \xrightarrow{4} Cu \xrightarrow{5} CuO$

1. $\overset{+2}{Cu}O + \overset{0}{H_2} \overset{t}{=} \overset{0}{Cu} + \overset{+1}{H_2}O$

$Cu^{2+} + 2e^- = Cu^0$
$2H^{+1} + 2e^- = H_2^0$

2. $Cu + Cl_2 \overset{t}{=} CuCl_2$
3. $CuCl_2 + 2AgNO_3 = 2AgCl\downarrow + Cu(NO_3)_2$
$Ag^+ + Cl^- = AgCl\downarrow$

4. $Cu(NO_3)_2 + Mg = Cu + Mg(NO_3)_2$

5. $2Cu + O_2 \overset{t}{=} 2CuO$

6. 1. $m(CuSO_4) = \omega(CuSO_4) \cdot m(\text{р-ра}) = 0{,}08 \cdot 400$ г = 32

$$\nu(CuSO_4) = \frac{m(CuSO_4)}{M(CuSO_4)} = \frac{32\ \text{г}}{160\ \text{г/моль}} = 0{,}2\ \text{моль}$$

2. $\underset{2\ \text{моль}}{\overset{X\ \text{моль}}{2Al}} + \underset{3\ \text{моль}}{\overset{0{,}2\ \text{моль}}{3CuSO_4}} = 3Cu + Al_2(SO_4)_3$

Согласно уравнению реакции

$$\frac{X\ \text{моль}}{2\ \text{моль}} = \frac{0{,}2\ \text{моль}}{3\ \text{моль}},\quad X = \frac{2\ \text{моль} \cdot 0{,}2\ \text{моль}}{3\ \text{моль}} = 0{,}133\ \text{мо}$$

3. $m(Al) = \nu(Al) \cdot M(Al) = 0{,}133$ моль $\cdot$ 27 г/моль = 3,

Ответ: $m(Al) = 3{,}6$ г

§ 40. Определение состава смеси, компоненты которой выборочно взаимодействуют с указанными реагентами

1. 1. $\nu(H_2) = \dfrac{V(H_2)}{V_m} = \dfrac{33{,}6\ \text{л}}{22{,}4\ \text{л/моль}} = 1{,}5$ моль

2. $C + HCl \neq$

$$\underset{1\ \text{моль}}{\overset{X\ \text{моль}}{Fe}} + 2HCl = FeCl_2 + \underset{1\ \text{моль}}{\overset{1{,}5\ \text{моль}}{H_2\uparrow}}$$

Согласно уравнению реакции

$\nu(H_2) = \nu(Fe) \Rightarrow \nu(Fe) = 1{,}5$ моль

$m(Fe) = \nu(Fe) \cdot M(Fe) = 1{,}5$ моль $\cdot$ 56 г/моль = 84 г

3. $\omega(Fe) = \dfrac{m(Fe)}{m(\text{чугуна})} = \dfrac{84\ \text{г}}{90\ \text{г}} \approx 0{,}93$, или 93%

Ответ: $\omega(Fe) \approx 93\%$

2. 1. $\nu(H_2) = \dfrac{V(H_2)}{V_m} = \dfrac{1{,}68\ \text{л}}{22{,}4\ \text{л/моль}} = 0{,}075$ моль

2. Лишь один из компонентов смеси (Ca) взаимодейств ет с водой, выделяя водород:

$CaO + H_2O = Ca(OH)_2$;

$$\underset{1\ \text{моль}}{\overset{X\ \text{моль}}{Ca}} + 2H_2O = Ca(OH)_2 + \underset{1\ \text{моль}}{\overset{0{,}075\ \text{моль}}{H_2\uparrow}}$$

Согласно уравнению реакции

$\nu(H_2) = \nu(Ca) \Rightarrow \nu(Ca) = 0{,}075$ моль

$m(Ca) = \nu(Ca) \cdot M(Ca) = 0{,}075$ моль $\cdot$ 40 г/моль = 3 г

3. $m(CaO) = m(\text{смеси}) - m(Ca) = 5\ \text{г} - 3\ \text{г} = 2$ г

$$\omega(CaO) = \frac{m(CaO)}{m(\text{смеси})} = \frac{2\ \text{г}}{5\ \text{г}} = 0{,}4,\ \text{или}\ 40\%$$

Ответ: $\omega(CaO) = 40\%$

3. $m(Cu) = \omega(Cu) \cdot m(\text{бронзы}) = 0{,}85 \cdot 1000$ г = 850 г

$m(Sn) = \omega(Sn) \cdot m(\text{бронзы}) = 0{,}12 \cdot 1000$ г = 120 г

$m(Zn) = \omega(Zn) \cdot m(\text{бронзы}) = 0{,}03 \cdot 1000$ г = 30 г

Из трех металлов, входящих в состав бронзы, с раствором серной кислоты реагируют олово и цинк:

$$\underset{1\ \text{моль}}{Sn} + H_2SO_4 = SnSO_4 + \underset{1\ \text{моль}}{\overset{X_1\ \text{моль}}{H_2\uparrow}} \quad (I)$$

$$\underset{1\ \text{моль}}{\overset{0{,}46\ \text{моль}}{Zn}} + H_2SO_4 = ZnSO_4 + \underset{1\ \text{моль}}{\overset{X_2\ \text{моль}}{H_2\uparrow}} \quad (II)$$

1. $\nu(Sn) = \dfrac{m(Sn)}{M(Sn)} = \dfrac{120\ \text{г}}{119\ \text{г/моль}} \approx 1$ моль

Согласно уравнению реакции I

$\nu(Sn) = \nu(H_2) \Rightarrow \nu(H_2) = 1$ моль

$V_1(H_2) = \nu_1(H_2) \cdot V_m = 1$ моль $\cdot$ 22,4 л/моль = 22,4 л

2. $\nu(Zn) = \dfrac{m(Zn)}{M(Zn)} = \dfrac{30\ \text{г}}{65\ \text{г/моль}} = 0{,}46$ моль

Согласно уравнению реакции II

$\nu(Zn) = \nu(H_2) \Rightarrow \nu(H_2) = 0{,}46$ моль

$V_2(H_2) = \nu_2(H_2) \cdot V_m = 0{,}46$ моль $\cdot$ 22,4 л/моль = 10,3 л

3. $V_{\text{общ.}}(H_2) = V_1(H_2) + V_2(H_2) = 22{,}4$ л + 10,3 л = 32,7 л

Ответ: $V_{\text{общ.}}(H_2) = 32{,}7$ л

§ 41. Алюминий

1. Ион Al^{3+} $2e^-8e^-$ сходен по электронному строению с атомом неона Ne $2e^-8e^-$

2. а) алюминий не поддается пайке на воздухе, так как на воздухе он мгновенно покрывается оксидной пленкой Al_2O_3

б) алюминий покрыт устойчивой, плотной оксидной пленкой, которая предохраняет его от контакта с водой; поэтому алюминиевая посуда не разрушается кипящей водой

3. а) при определенных условиях все реакции возможны:

$2Al + 3Cl_2 \overset{t}{=} 2AlCl_3$ $\qquad$ $2Al + N_2 \overset{t}{=} 2AlN$

$2Al + 3S \overset{t}{=} Al_2S_3$ $\qquad$ $4Al + 3C \overset{t}{=} Al_4C_3$

$2Al + 6HCl = 2AlCl_3 + 3H_2\uparrow$

$2Al + 2NaOH + 2H_2O \overset{t}{=} 2NaAlO_2 + 3H_2\uparrow$

$2Al + Cr_2O_3 \overset{t}{=} 2Cr + Al_2O_3$

$2Al + 6H_2O \overset{t}{=} 2Al(OH)_3 + 3H_2\uparrow$

4. $Al_2O_3 \xrightarrow{1} Al \xrightarrow{2} Al_2(SO_4)_3 \xrightarrow{3} Al(OH)_3 \xrightarrow{4} Al_2O_3$

1. $2Al_2O_3 \xlongequal{\text{электрич. ток}} 4Al + 3O_2$

2. $2\overset{0}{Al} + 3\overset{+1}{H_2}SO_{4\,\text{разб.}} = \overset{+3}{Al_2}(SO_4)_3 + 3\overset{0}{H_2}\uparrow$

$2Al^0 - 6e^- = 2Al^{+3}$ | 1

$2H^{+1} + 2e^- = H_2^0$ | 3

3. $Al_2(SO_4)_3 + 6NaOH = 2Al(OH)_3\downarrow + 3Na_2SO_4$

$2Al^{3+} + \underline{3SO_4^{2-}} + \underline{6Na^+} + 6OH^- = 2Al(OH)_3\downarrow + \underline{6Na^+} + \underline{3SO_4^{2-}}$

$Al^{3+} + 3OH^- = Al(OH)_3\downarrow$

4. $2Al(OH)_3 \overset{t}{=} Al_2O_3 + 3H_2O$

5. 1. $\nu(Al) = \dfrac{m(Al)}{M(Al)} = \dfrac{5,4\ г}{27\ г/моль} = 0,2$ моль

2. $\underset{2\ моль}{\overset{0,2\ моль}{2\,Al}} + \underset{6\ моль}{\overset{X\ моль}{6HCl}} = 2AlCl_3 + 3H_2\uparrow$

Согласно уравнению реакции

$\dfrac{0,2\ моль}{2\ моль} = \dfrac{X\ моль}{6\ моль}$, $X = \dfrac{0,2\ моль \cdot 6\ моль}{2\ моль} = 0,6$ моль

3. $m(HCl) = \nu(HCl) \cdot M(HCl) =$

$= 0,6\ моль \cdot 36,5\ г/моль = 21,9\ г$

4. $\omega(HCl) = \dfrac{m(HCl)}{m(р\text{-}ра)} = \dfrac{21,9\ г}{400\ г} = 0,055$, или 5,5%

Ответ: $\omega(HCl) = 5,5\%$

6. Из двух металлов Al и Cu на холоде с концентрированной азотной кислотой реагирует только Cu:

$Al + HNO_{3\,конц.} \neq$

$\underset{1\ моль}{\overset{X\ моль}{Cu}} + 4HNO_{3\,конц.} = Cu(NO_3)_2 + \underset{2\ моль}{\overset{0,2\ моль}{2NO_2\uparrow}} + 2H_2O$

1. $\nu(NO_2) = \dfrac{V(NO_2)}{V_m} = \dfrac{4,48\ л}{22,4\ л/моль} = 0,2$ моль

2. Согласно уравнению реакции

$\dfrac{X\ моль}{1\ моль} = \dfrac{0,2\ моль}{2\ моль}$, $X = \dfrac{0,2\ моль \cdot 1\ моль}{2\ моль} = 0,1$ моль (Cu)

$m(Cu) = \nu(Cu) \cdot M(Cu) = 0,1\ моль \cdot 64\ г/моль = 6,4\ г$

3. $m(Al) = m(смеси) - m(Cu) = 10\ г - 6,4\ г = 3,6\ г$

4. $\omega(Cu) = \dfrac{m(Cu)}{m(смеси)} = \dfrac{6,4\ г}{10\ г} = 0,64$, или 64%

$\omega(Al) = \dfrac{m(Al)}{m(смеси)} = \dfrac{3,6\ г}{10\ г} = 0,36$, или 36%

Ответ: $\omega(Cu) = 64\%$; $\omega(Al) = 36\%$

7. Из двух металлов Al и Mg с раствором щелочи взаимодействует только Al:

$\underset{2\ моль}{\overset{X\ моль}{2Al}} + 2NaOH + 2H_2O = 2NaAlO_2 + \underset{3\ моль}{\overset{0,05\ моль}{3H_2\uparrow}}$

1. $\nu(H_2) = \dfrac{V(H_2)}{V_m} = \dfrac{1,12\ л}{22,4\ л/моль} = 0,05$ моль

2. Согласно уравнению реакции

$\dfrac{X\ моль}{2\ моль} = \dfrac{0,05\ моль}{3\ моль}$, $X = \dfrac{2\ моль \cdot 0,05\ моль}{3\ моль} = 0,033$ моль (Al)

$m(Al) = \nu(Al) \cdot M(Al) = 0,033\ моль \cdot 27\ г/моль = 0,9\ г$

3. $\omega(Al) = \dfrac{m(Al)}{m(смеси)} = \dfrac{0,9\ г}{2,1\ г} = 0,43$, или 43%

Ответ: $\omega(Al) = 43\%$

§ 42. Магний и кальций

1. Некоторые почвы содержат известняк, доломит, поэтому при действии на них соляной кислотой они «вскипают»:
$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2\uparrow$
2. При обработке материалов, состоящих из карбоната кальция, раствором уксусной кислоты, происходит выделение оксида углерода(IV):
$CaCO_3 + 2CH_3COOH = Ca(CH_3COO)_2 + H_2O + CO_2\uparrow$
3. MgO и $Mg(OH)_2$, обладая основными свойствами, реагируют с кислотами:
$MgO + H_2SO_4 = MgSO_4 + H_2O$
$Mg(OH)_2 + 2HCl = MgCl_2 + 2H_2O$
4. $CaCO_3 \xrightarrow{1} CaCl_2 \xrightarrow{2} Ca \xrightarrow{3} CaO \xrightarrow{4} Ca(OH)_2 \xrightarrow{5}$
$\rightarrow CaCO_3 \xrightarrow{6} Ca(HCO_3)_2 \xrightarrow{7} CaCO_3$
1. $CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2\uparrow$
$CaCO_3 + 2H^+ + \underline{2Cl^-} = Ca^{2+} + \underline{2Cl^-} + H_2O + CO_2\uparrow$
$CaCO_3 + 2H^+ = Ca^{2+} + H_2O + CO_2\uparrow$
2. $CaCl_2 \xlongequal{\text{электрич. ток}} Ca + Cl_2\uparrow$
3. $2\overset{0}{Ca} + \overset{0}{O_2} = 2\overset{+2\ -2}{CaO}$
$Ca^0 - 2e^- = Ca^{+2}$ | 2
$O_2^0 + 4e^- = 2O^{-2}$ | 1
4. $CaO + H_2O = Ca(OH)_2$
5. $Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3\downarrow + H_2O$
6. $CaCO_3 + H_2O + CO_2 = Ca(HCO_3)_2$
7. $Ca(HCO_3)_2 \overset{t}{=} CaCO_3\downarrow + H_2O + CO_2\uparrow$
5. $\omega(Ca) = \dfrac{m(Ca)}{m(\text{молока})}$, отсюда $m(\text{молока}) = \dfrac{m(Ca)}{\omega(Ca)} = \dfrac{0,7\ \text{г}}{0,0013} = 538,5\ \text{г}$
Ответ: $m(\text{молока}) = 538,5$ г

§ 43. Жесткость воды и ее устранение

1. Постоянная жесткость воды обусловлена присутствием: б) $CaCl_2$
2. в) фильтрованием

3. Для устранения жесткости воды иногда применяют ортофосфат натрия, который переводит ионы Mg^{2+} и Ca^{2+} в осадок:
$3CaCl_2 + 2Na_3PO_4 = Ca_3(PO_4)_2\downarrow + 6NaCl$
$3Ca^{2+} + 2PO_4^{3-} = Ca_3(PO_4)_2\downarrow$
$3MgSO_4 + 2Na_3PO_4 = Mg_3(PO_4)_2\downarrow + 3Na_2SO_4$
$3Mg^{2+} + 2PO_4^{3-} = Mg_3(PO_4)_2\downarrow$
4. 1. $m(MgCl_2) = 237$ мг/л $\cdot$ 500 л = 118500 мг, или 118,5 г
2. $\nu(MgCl_2) = \dfrac{m(MgCl_2)}{M(MgCl_2)} = \dfrac{118,5\ \text{г}}{95\ \text{г/моль}} = 1,247$ моль
3. $\underset{1\ \text{моль}}{\overset{1,247\ \text{моль}}{MgCl_2}} + \underset{1\ \text{моль}}{\overset{X\ \text{моль}}{Na_2CO_3}} = MgCO_3\downarrow + 2NaCl$
Согласно уравнению реакции
$\nu(MgCl_2) = \nu(Na_2CO_3) \Rightarrow \nu(Na_2CO_3) = 1,247$ моль
4. $m(Na_2CO_3) = \nu(Na_2CO_3) \cdot M(Na_2CO_3) =$
$= 1,247$ моль $\cdot$ 106 г/моль = 132,2 г
Ответ: $m(Na_2CO_3) = 132,2$ г
5. 1. $m(Ca(HCO_3)_2) = 200$ мг/л $\cdot$ 0,25 л = 50 мг
2. $\nu(Ca(HCO_3)_2) = \dfrac{m(Ca(HCO_3)_2)}{M(Ca(HCO_3)_2)} = \dfrac{50\ \text{мг}}{162\ \text{мг/ммоль}} = 0,3086$ ммоль
3. $\underset{1\ \text{ммоль}}{\overset{0,3086\ \text{ммоль}}{Ca(HCO_3)_2}} \overset{t}{=} \underset{1\ \text{ммоль}}{\overset{X\ \text{ммоль}}{CaCO_3\downarrow}} + H_2O + CO_2\uparrow$
Согласно уравнению реакции
$\nu(Ca(HCO_3)_2) = \nu(CaCO_3) \Rightarrow \nu(CaCO_3) = 0,3086$ ммоль
4. $m(CaCO_3) = \nu(CaCO_3) \cdot M(CaCO_3) =$
$= 0,3086$ ммоль $\cdot$ 100 мг/ммоль = 30,86 мг
Ответ: $m(CaCO_3) = 30,86$ мг

§ 44. Щелочные металлы

1. 1. $2Na + O_2 = Na_2O_2$
2. $2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2\uparrow$
3. $2Na + H_2O + CO_2 = Na_2CO_3 + H_2\uparrow$
4. $2Na + 2H_2O + 2CO_2\,(\text{избыток}) = 2NaHCO_3 + H_2\uparrow$
5. $2NaOH + CO_2 = Na_2CO_3 + H_2O$

2. $Na \xrightarrow{1} Na_2O_2 \xrightarrow{2} Na_2O \xrightarrow{3} NaOH \xrightarrow{4} Na_2SO_4 \xrightarrow{5} NaCl \xrightarrow{6} Na$

1. $2Na + O_2 = Na_2O_2$

2. $\overset{+1\ -1}{Na_2O_2} + 2\overset{0}{Na} = 2\overset{+1\ -2}{Na_2O}$

$Na^0 - 1e^- = Na^{+1}$ | 2

$2O^{-1} + 2e^- = 2O^{-2}$ | 1

3. $Na_2O + H_2O = 2NaOH$

4. $2NaOH + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2H_2O$

5. $Na_2SO_4 + BaCl_2 = BaSO_4\downarrow + 2NaCl$

$Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4\downarrow$

6. $2NaCl_{(расплав)} \xlongequal{электрич.\ ток} 2Na + Cl_2\uparrow$

3. 1. $\nu(H_2) = \dfrac{V(H_2)}{V_m} = \dfrac{2,8\ л}{22,4\ л/моль} = 0,125$ моль

2. $\underset{2\ моль}{\overset{X\ моль}{2Na}} + 2H_2O = 2NaOH + \underset{1\ моль}{\overset{0,125\ моль}{H_2\uparrow}}$

Согласно уравнению реакции

$\dfrac{X\ моль}{2\ моль} = \dfrac{0,125\ моль}{1\ моль}$, $X = \dfrac{2\ моль \cdot 0,125\ моль}{1\ моль} = 0,25$ моль

3. $m(Na) = \nu(Na) \cdot M(Na) = 0,25$ моль $\cdot$ 23 г/моль = 5,75 г

Ответ: $\nu(Na) = 0,25$ моль; $m(Na) = 5,75$ г

4. 1. $\nu(K_2O) = \dfrac{m(K_2O)}{M(K_2O)} = \dfrac{23,5\ г}{94\ г/моль} = 0,25$ моль

2. $\underset{1\ моль}{\overset{0,25\ моль}{K_2O}} + H_2O = \underset{2\ моль}{\overset{X\ моль}{2KOH}}$

Согласно уравнению реакции

$\dfrac{0,25\ моль}{1\ моль} = \dfrac{X\ моль}{2\ моль}$, $X = \dfrac{0,25\ моль \cdot 2\ моль}{1\ моль} = 0,5$ моль

3. $m(KOH) = \nu(KOH) \cdot M(KOH) = 0,5$ моль $\cdot$ 56 г/моль = 28 г

4. $m(H_2O) = V(H_2O) \cdot \rho(H_2O) = 150\ см^3 \cdot 1\ г/см^3 = 150$ г

5. $m(р\text{-}ра) = m(H_2O) + m(K_2O) = 150\ г + 23,5\ г = 173,5$ г

6. $\omega(KOH) = \dfrac{m(KOH)}{m(р\text{-}ра)} = \dfrac{28\ г}{173,5\ г} = 0,1614$, или 16,14%

7. $\underset{2\ моль}{\overset{0,5\ моль}{2KOH}} + 2Al + 2H_2O \xlongequal{t} 2KAlO_2 + \underset{3\ моль}{\overset{X\ моль}{3H_2\uparrow}}$

Согласно уравнению реакции

$\dfrac{0,5\ моль}{2\ моль} = \dfrac{X\ моль}{3\ моль}$, $X = \dfrac{0,5\ моль \cdot 3\ моль}{2\ моль} = 0,75$ моль

8. $V(H_2) = \nu(H_2) \cdot V_m = 0,75$ моль $\cdot$ 22,4 л/моль = 16,8 л

Ответ: $\omega(KOH) = 16,14\%$; $V(H_2) = 16,8$ л

§ 45. Железо

1. Fe^0 $2e^-$ $8e^-$ $14e^-$ $2e^-$ Fe^{2+} $2e^-$ $8e^-$ $14e^-$ Fe^{3+} $2e^-$ $8e^-$ $13e^-$

2. Схеме превращения $Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3}$ соответствует химическое уравнение:

$4Fe(OH)_2 + O_2 + 2H_2O = 4Fe(OH)_3$

3. Раствор медного купороса нельзя готовить и хранить в железном ведре, так как медный купорос будет реагировать с железом ведра, разрушая последнее:

$CuSO_4 + Fe = Cu + FeSO_4$

4. г) 1, 3, 4, 6, 7

5. 1. $\nu(Fe) = \dfrac{m(Fe)}{M(Fe)} = \dfrac{7\ г}{56\ г/моль} = 0,125$ моль

2. $\underset{2\ моль}{\overset{0,125\ моль}{2Fe}} + 3Cl_2 = \underset{2\ моль}{\overset{X\ моль}{2FeCl_3}}$

Согласно уравнению реакции

$\nu(Fe) = \nu(FeCl_3) \Rightarrow \nu(FeCl_3) = 0,125$ моль

3. $m(FeCl_3) = \nu(FeCl_3) \cdot M(FeCl_3) =$

$= 0,125$ моль $\cdot$ 162,5 г/моль = 20,3 г

4. $m(р\text{-}ра) = m(H_2O) + m(FeCl_3) = 200\ г + 20,3\ г = 220,3$ г

5. $\omega(FeCl_3) = \dfrac{m(FeCl_3)}{m(р\text{-}ра)} = \dfrac{20,3\ г}{220,3\ г} = 0,092$, или 9,2%

Ответ: $\omega(FeCl_3) = 9,2\%$

§ 46. Соединения и сплавы железа

1. $Fe \xrightarrow{1} Fe_3O_4 \xrightarrow{2} Fe \xrightarrow{3} FeSO_4 \xrightarrow{4} Fe(OH)_2 \xrightarrow{5} Fe(OH)_3$

1. $3Fe + 2O_2 \xlongequal{t} Fe_3O_4$

2. $Fe_3O_4 + 4CO \overset{t}{=} 3Fe + 4CO_2$

3. $Fe + H_2SO_{4\,разб.} = FeSO_4 + H_2\uparrow$ (реакция замещения)

4. $FeSO_4 + 2NaOH = Fe(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$

5. $4\overset{+2}{Fe}(OH)_2 + \overset{0}{O_2} + 2H_2O = 4\overset{+3}{Fe}(OH)_3^{-2}$

$Fe^{+2} - 1e^- = Fe^{+3}$ | 4

$O_2 + 4e^- = 2O^{-2}$ | 1

2. Распознать растворы хлоридов магния, железа(II) и железа(III) можно действием раствора щелочи:

$Mg^{2+} + 2OH^- = Mg(OH)_2\downarrow$ (белый осадок)

$Fe^{2+} + 2OH^- = Fe(OH)_2\downarrow$ (белый осадок, на воздухе зеленеет, затем буреет)

$Fe^{3+} + 3OH^- = Fe(OH)_3\downarrow$ (бурый осадок)

3. 1. $\nu(CO_2) = \dfrac{V(CO_2)}{Vm} = \dfrac{33,6\ л}{22,4\ л/моль} = 1,5$ моль

2. $\underset{1\ моль}{\overset{X\ моль}{C}} + O_2 = \underset{1\ моль}{\overset{1,5\ моль}{CO_2}}$

Согласно уравнению реакции

$\nu(CO_2) = \nu(C) \Rightarrow \nu(C) = 1,5$ моль

3. $m(C) = 1,5$ моль $\cdot$ 12 г/моль = 18 г

4. $m(Fe) = m(чугуна) - m(C) = 300$ г $-$ 18 г = 282 г

5. $\omega(Fe) = \dfrac{m(Fe)}{m(чугуна)} = \dfrac{282\ г}{300\ г} = 0,94$, или 94%

Ответ: $\omega(Fe) = 94\%$

4. 1. $\nu(H_2) = \dfrac{V(H_2)}{Vm} = \dfrac{0,448\ л}{22,4\ л/моль} = 0,02$ моль

2. Лишь один из компонентов смеси (Fe) взаимодействует с раствором соляной кислоты, выделяя водород:

$\underset{1\ моль}{\overset{X\ моль}{Fe}} + 2HCl = FeCl_2 + \underset{1\ моль}{\overset{0,02\ моль}{H_2\uparrow}}$

$Fe_2O_3 + 6HCl = 2FeCl_3 + 3H_2O$

Согласно уравнению реакции

$\nu(H_2) = \nu(Fe) \Rightarrow \nu(Fe) = 0,02$ моль

$m(Fe) = \nu(Fe) \cdot M(Fe) = 0,02$ моль $\cdot$ 56 г/моль = 1,12 г

3. $m(Fe_2O_3) = m(смеси) - m(Fe) = 2,82$ г $-$ 1,12 г = 1,7 г

$\omega(Fe_2O_3) = \dfrac{m(Fe_2O_3)}{m(смеси)} = \dfrac{1,7\ г}{2,82\ г} = 0,6$, или 60%

Ответ: $\omega(Fe_2O_3) = 60\%$

§ 47. Коррозия металлов

1. Большинство металлов находятся в природе в виде соединений. Получают металлы путем восстановления их ионов $Me^{+n} + ne^- = Me^0$. Свободное состояние для таких металлов не характерно, поэтому они вступают в реакции с окружающей средой и переходят в те соединения, в которых они находились в природе (оксиды, сульфиды и др.)

$Me^0 - ne^- = Me^{+n}$. Например, состав природного соединения железа – минерал лимонит $Fe_2O_3 \cdot n\,H_2O$ – близок по составу к ржавчине $Fe_2O_3 \cdot n\,H_2O$.

2. Интенсивность коррозии металлов зависит от:

– состава и свойств агрессивной среды, так в кислой среде скорость коррозии выше, чем в нейтральной; в отсутствие кислорода железо в воде практически не корродирует;

– температуры. С повышением температуры скорость коррозии, как правило, возрастает.

К замедлению коррозии приводят следующие факторы:

– понижение температуры;

– понижение агрессивных свойств среды, например, удаление из раствора растворенного кислорода, добавление в раствор ингибиторов;

– легирование металлов;

– применение различных покрытий и др.

3. В качестве легирующих добавок применяют такие металлы, как хром, никель, кобальт и неметалл кремний. Эти добавки устойчивы к коррозии и с железом образуют однородные структуры, повышая его коррозионную стойкость.

4. В первую очередь разрушаться будут листы более активного металла (магния, цинка).

5. При нарушении целостности покрытия ржавчина образуется на железной пластинке, которая покрыта медью:

$4Fe + 3O_2 + 6H_2O = 4Fe(OH)_3$

При высыхании продуктов коррозии происходит частичная дегидратация гидрокида железа(III), в результате образуется ржавчина $Fe_2O_3 \cdot n\ H_2O$

X. ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

§ 48. Взаимосвязь неорганических и органических веществ

1. г) углерод
2. б) молекулярной
3. 1. $m(C) = m(в\text{-}ва) \cdot \omega(C) = 100\ г \cdot 0{,}75 = 75\ г$

$m(H) = m(в\text{-}ва) \cdot \omega(H) = 100\ г \cdot 0{,}25 = 25\ г$

2. $\nu(C) = \dfrac{m(C)}{M(C)} = \dfrac{75\ г}{12\ г/моль} = 6{,}25$ моль

$\nu(H) = \dfrac{m(H)}{M(H)} = \dfrac{25\ г}{1\ г/моль} = 25$ моль

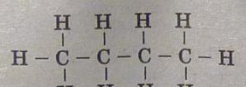
3. $\nu(C) : \nu(H) = 6{,}25 : 25 = 1 : 4$

Следовательно, формула органического вещества CH_4

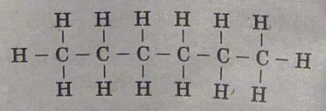
Ответ: простейшая формула соединения CH_4

§ 49. Углеводороды. Предельные углеводороды – алканы

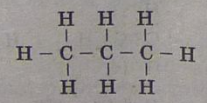
1. C_4H_{10} бутан



C_6H_{14} гексан



C_3H_8 пропан



2. $CH_4 + Br_2 \xrightarrow{h\nu} HBr + \underset{бромметан}{CH_3Br}$

$CH_3Br + Br_2 \xrightarrow{h\nu} HBr + \underset{дибромметан}{CH_2Br_2}$

$CH_2Br_2 + Br_2 \xrightarrow{h\nu} HBr + \underset{трибромметан}{CHBr_3}$

$CHBr_3 + Br_2 \xrightarrow{h\nu} HBr + \underset{тетрабромметан}{CBr_4}$

3. а) $2C_2H_6 + 7O_2 \rightarrow 4CO_2 + 6H_2O$ – реакция горения

б) $C_3H_8 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} C_3H_7Cl + HCl$ – реакция замещения

4. 1. $\nu(CH_4) = \dfrac{V(CH_4)}{Vm} = \dfrac{6{,}72\ л}{22{,}4\ л/моль} = 0{,}3$ моль

2. $\overset{0{,}3\ моль}{\underset{1\ моль}{CH_4}} + \overset{X_2\ моль}{\underset{2\ моль}{2O_2}} \rightarrow CO_2 + 2H_2O + \overset{X_1\ кДж}{880\ кДж}$

Согласно уравнению реакции

$\dfrac{0{,}3\ моль}{1\ моль} = \dfrac{X_1\ кДж}{880\ кДж}$, $X_1 = \dfrac{880\ кДж \cdot 0{,}3\ моль}{1\ моль} = 264$ кДж

б) $\dfrac{X_2\ моль}{2\ моль} = \dfrac{0{,}3\ моль}{1\ моль}$, $X_2 = \dfrac{2\ моль \cdot 0{,}3\ моль}{1\ моль} = 0{,}6$ моль

$V(O_2) = Vm \cdot \nu(O_2) = 22{,}4\ л/моль \cdot 0{,}6\ моль = 13{,}44\ л$

3. $V_{(возд.)} = \dfrac{V(O_2)}{\varphi(O_2)} = \dfrac{13{,}44\ л}{0{,}21} = 64\ л$

Ответ: при сгорании 6,72 л метана выделится 264 кДж теплоты. $V_{(возд.)} = 64$ л

§ 50 Непредельные углеводороды – алкены

1. C_5H_{10}

$H_2\underset{IV}{C} = \underset{IV}{CH}–\underset{IV}{CH_2}–\underset{IV}{CH_2}–\underset{IV}{CH_3}$

C_4H_8

$H_2\underset{IV}{C} = \underset{IV}{CH}–\underset{IV}{CH_2}–\underset{IV}{CH_3}$

2. а) $\underset{пропан}{C_3H_8} + Br_2 \xrightarrow{h\nu} \underset{бромпропан}{C_3H_7Br} + HBr$ – реакция замещения

б) $H_2C = CH - CH_3 + Br_2 \rightarrow$

пропилен

$$\rightarrow \overset{1}{H_2C}(Br) - \overset{2}{CH}(Br) - \overset{3}{CH_3}$$ — реакция присоединения

1,2 дибромпропан

3. б) горения: $C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$

в) полимеризации: $nH_2C = CH_2 \xrightarrow{\text{кат., } p,\ t} (-H_2C - CH_2-)_n$

4. 1. Масса склянки с бромной водой увеличилась за счет присоединения этилена; следовательно, в реакцию вступил этилен массой 14 г

$$\nu(C_2H_4) = \frac{m(C_2H_4)}{M(C_2H_4)} = \frac{14\ \text{г}}{28\ \text{г/моль}} = 0,5\ \text{моль}$$

$$V(C_2H_4) = V_m \cdot \nu(C_2H_4) = 22,4\ \text{л/моль} \cdot 0,5\ \text{моль} = 11,2\ \text{л}$$

$$\underset{1\ \text{моль}}{\overset{0,5\ \text{моль}}{C_2H_4}} + Br_2 \rightarrow \underset{1\ \text{моль}}{\overset{X\ \text{моль}}{C_2H_4Br_2}}$$

2. Согласно уравнению реакции

$\nu(C_2H_4) = \nu(C_2H_4Br_2) \Rightarrow \nu(C_2H_4Br_2) = 0,5$ моль

$m(C_2H_4Br_2) = M(C_2H_4Br_2) \cdot \nu(C_2H_4Br_2) =$
$= 188\ \text{г/моль} \cdot 0,5\ \text{моль} = 94\ \text{г}$

Ответ: $V(C_2H_4) = 11,2$ л; $m(C_2H_4Br_2) = 94$ г

§ 51. Природные источники углеводородов

1. Нефть представляет собой смесь углеводородов, поэтому ее состав невозможно выразить одной молекулярной формулой.
2. В основе разделения нефти на фракции лежит различие в температурах кипения углеводородов, входящих в состав нефти.
3. Самостоятельно назовите важнейшие нефтепродукты и укажите области их применения.

§ 52. Кислородсодержащие органические соединения. Спирты

1. C_3H_7OH, $C_3H_5(OH)_3$

Эти формулы веществ относятся к спиртам, так как они являются производными углеводородов, в молекулах которых один C_3H_7OH или несколько $C_3H_5(OH)_3$ атомов водорода замещены на гидроксильную группу –OH

. 1. $m(CH_3OH) = V(CH_3OH) \cdot \rho(CH_3OH) =$
$= 500\ \text{см}^3 \cdot 0,8\ \text{г/см}^3 = 400\ \text{г}$

2. $\nu(CH_3OH) = \dfrac{m(CH_3OH)}{M(CH_3OH)} = \dfrac{400\ \text{г}}{32\ \text{г/моль}} = 12,5$ моль

3. $\underset{2\ \text{моль}}{\overset{12,5\ \text{моль}}{2CH_3OH}} + \underset{3\ \text{моль}}{\overset{X\ \text{моль}}{3O_2}} \rightarrow 2CO_2 + 4H_2O$

Согласно уравнению реакции

$$\frac{12,5\ \text{моль}}{2\ \text{моль}} = \frac{X\ \text{моль}}{3\ \text{моль}},\quad X = \frac{3\ \text{моль} \cdot 12,5\ \text{моль}}{2\ \text{моль}} = 18,75\ \text{моль}$$

$V(O_2) = V_m \cdot \nu(O_2) = 22,4\ \text{л/моль} \cdot 18,75\ \text{моль} = 420\ \text{л}$

4. $V_{(\text{возд.})} = \dfrac{V(O_2)}{\varphi(O_2)} = \dfrac{420\ \text{л}}{0,21} = 2000\ \text{л}$

Ответ: $V_{(\text{возд.})} = 2000$ л

§ 53. Уксусная кислота

1. CH_3COOH и $HCOOH$

Эти формулы веществ относятся к карбоновым кислотам, так как они представляют собой производные углеводородов, содержащие карбоксильную группу –COOH.

2. а) $2CH_3COOH + Zn \rightarrow Zn(CH_3COO)_2 + H_2\uparrow$

$2CH_3COOH + Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2CH_3COO^- + H_2$

б) $2CH_3COOH + Zn(OH)_2 \rightarrow Zn(CH_3COO)_2 + 2H_2O$

$2CH_3COOH + Zn(OH)_2 \rightarrow Zn^{2+} + 2CH_3COO^- + 2H_2O$

в) $2CH_3COOH + ZnO \rightarrow Zn(CH_3COO)_2 + H_2O$

$2CH_3COOH + ZnO \rightarrow Zn^{2+} + 2CH_3COO^- + H_2O$

г) $Na_2CO_3 + 2CH_3COOH \rightarrow 2CH_3COONa + H_2O + CO_2\uparrow$

$2Na^+ + CO_3^{2-} + 2CH_3COOH \rightarrow 2CH_3COO^+ + 2Na^+ + H_2O + CO_2\uparrow$

$2CH_3COOH + CO_3^{2-} \rightarrow 2CH_3COO^- + H_2O + CO_2$

3. $m_{\text{стол(р-ра)}} = V_{\text{стол(р-ра)}} \cdot \rho_{\text{стол(р-ра)}} =$
$= 50\ \text{см}^3 \cdot 1,007\ \text{г/см}^3 = 50,35\ \text{г}$

$m(CH_3COOH) = m_{\text{стол(р-ра)}} \cdot \omega_{\text{стол}}(CH_3COOH) =$
$= 50,35\ \text{г} \cdot 0,06 = 3,02\ \text{г}$

$$m(\text{укс. эссен.}) = \frac{m(CH_3COOH)}{\omega(CH_3COOH)} = \frac{3,02\ \text{г}}{0,8} = 3,77\ \text{г}$$

$$V(\text{укс. эссен.}) = \frac{m(\text{укс. эссен.})}{\rho(\text{укс. эссен.})} = \frac{3,77\ \text{г}}{1,07\ \text{г/см}^3} = 3,52\ \text{см}^3$$

Ответ: $V(\text{уксус. эссен.}) = 3,52\ \text{см}^3$

4. 1. $m(CH_3COOH) = \omega(CH_3COOH) \cdot V \cdot \rho =$
$= 0,5 \cdot 227\ \text{см}^3 \cdot 1,058\ \text{г/см}^3 \approx 120$ г

2. $\nu(CH_3COOH) = \frac{m(CH_3COOH)}{M(CH_3COOH)} = \frac{120\ \text{г}}{60\ \text{г/моль}} = 2$ моль

3. $\underset{1\ \text{моль}}{\overset{2\ \text{моль}}{CH_3COOH}} + \underset{1\ \text{моль}}{\overset{3\ \text{моль}}{C_2H_5OH}} \xrightleftharpoons{H_2SO_4,\ t} \underset{1\ \text{моль}}{\overset{X}{CH_3COOC_2H_5}} + H_2O$

Из уравнения реакции следует, что
$\nu(CH_3COOH) : \nu(C_2H_5OH) = 1 : 1$, тогда как по условию задачи $\nu(CH_3COOH) : \nu(C_2H_5OH) = 2 : 3$. Следовательно, уксусная кислота дана в недостатке.
Согласно уравнению реакции
$\nu(CH_3COOH) = \nu(CH_3COOC_2H_5) \Rightarrow \nu(CH_3COOC_2H_5) = 2$ моль
$m(CH_3COOC_2H_5) = M(CH_3COOC_2H_5) \cdot \nu(CH_3COOC_2H_5) =$
$= 88\ \text{г/моль} \cdot 2\ \text{моль} = 176$ г

Ответ: $m(CH_3COOC_2H_5) = 176$ г

§ 54. Жиры

1. Самостоятельно укажите различие в составе твердых и жидких жиров.
2. 1. За сутки при окислении 106 г жиров в организме человека выделяется теплоты:
1 г жира – 38,9 кДж теплоты
106 г жира – X кДж теплоты

$$X = \frac{106\ \text{г} \cdot 38,9\ \text{кДж}}{1\ \text{г}} = 4123,4\ \text{кДж}$$

2. За месяц соответственно: 4123,4 кДж · 30 =
= 123702 кДж

Ответ: за месяц при суточной норме 106 г жира в организме человека образуется 123702 кДж теплоты

§ 55. Углеводы

1. 1. $\nu(CO_2) = \frac{m(CO_2)}{M(CO_2)} = \frac{50\ \text{г}}{44\ \text{г/моль}} = 1,14$ моль

2. $\underset{6\ \text{моль}}{\overset{1,14\ \text{моль}}{6CO_2}} + 6H_2O \xrightarrow{\text{фотосинтез}} \underset{1\ \text{моль}}{\overset{X_1\ \text{моль}}{C_6H_{12}O_6}} + \underset{6\ \text{моль}}{\overset{X_2\ \text{моль}}{6O_2\uparrow}}$

Согласно уравнению реакции

а) $\frac{1,14\ \text{моль}}{6\ \text{моль}} = \frac{X_1\ \text{моль}}{1\ \text{моль}}$, $X_1 = \frac{1,14\ \text{моль} \cdot 1\ \text{моль}}{6\ \text{моль}} = 0,19$ моль $(C_6H_{12}O_6)$

$m(C_6H_{12}O_6) = \nu(C_6H_{12}O_6) \cdot M(C_6H_{12}O_6) =$
$= 0,19\ \text{моль} \cdot 180\ \text{г/моль} = 34,2$ г

б) $\nu(CO_2) = \nu(O_2) \Rightarrow \nu(O_2) = 1,14$ моль

Ответ: $m(C_6H_{12}O_6) = 34,2$ г; $\nu(O_2) = 1,14$ моль

2. 1. $\nu(C_6H_{12}O_6) = \frac{m(C_6H_{12}O_6)}{M(C_6H_{12}O_6)} = \frac{10\ \text{г}}{180\ \text{г/моль}} = 0,056$ моль

2. $\underset{1\ \text{моль}}{\overset{0,056\ \text{моль}}{C_6H_{12}O_6}} + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \overset{X\ \text{кДж}}{2816\ \text{кДж}}$

Согласно уравнению реакции

$\frac{0,056\ \text{моль}}{1\ \text{моль}} = \frac{X\ \text{кДж}}{2816\ \text{кДж}}$, $X = \frac{0,056\ \text{моль} \cdot 2816\ \text{кДж}}{1\ \text{моль}} = 157,7$ кДж

Ответ: при сгорании 10 г глюкозы выделится 157,7 кДж теплоты

. Оксид углерода(IV) $\xrightarrow{1}$ глюкоза $\xrightarrow{2}$ сахароза $\xrightarrow{3}$ оксид углерода(IV)

1. $6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{фотосинтез}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2\uparrow$
2. $2C_6H_{12}O_6 \rightarrow C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$
3. $C_{12}H_{22}O_{11} + 12O_2 = 12CO_2 + 11H_2O$

. Взять кусочек белого хлеба или картофеля. Нанести на него каплю иода. Наблюдать появление синего окрашивания.

§ 56. Азотсодержащие соединения

. Белки, в отличие от жиров и углеводов, в составе молекулы содержат азот; они построены из остатков ами-

нокислот. Белковую пищу нельзя заменить на про-
жительное время жирами или углеводами, так к
последние не содержат в своем составе аминокислот
которые необходимы организму для построения с
ственных белков; кроме этого, все реакции в органи
протекают под действием ферментов, которые по св
природе являются белками.

2. $\left(\begin{array}{c} -\underset{\underset{O}{\|}}{C}-\underset{\underset{H}{|}}{N}- \end{array} \right)$ – пептидная группа

3. а) Разделить содержимое каждой пробирки на две
сти.

б) В первую пару пробирок добавить раствор иода.
В пробирке с крахмалом появляется синее окраш
ние.

в) Во вторую пару пробирок добавить концентриров
ный раствор азотной кислоты.
В пробирке с раствором белка появляется желтое о
рашивание.

4. m(казеина) = m(люпина) · ω(казеина) = 200 кг · 0,35 = 70 к

Ответ: m(казеина) = 70 кг