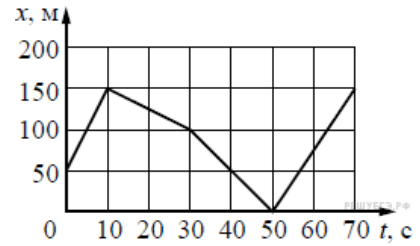


Решения

↑ Задание 1 № 8343 тип 1

На рисунке представлен график зависимости координаты x велосипедиста от времени t . Чему равен наибольший модуль проекции скорости велосипедиста на ось Ox ? Ответ выразите в м/с.



Решение.

Из графика видно, что координата на каждом отдельном интервале времени изменяется линейно, следовательно, движение на каждом участке происходит с постоянной скоростью. Проекцию скорости велосипедиста на ось x на каждом интервале времени можно определить разделив разность координат в начале и в конце интервала на длительность интервала времени.

$$\text{Интервал от 0 до 10 с: } v_x = \frac{150 - 50}{10} = 10 \text{ м/с.}$$

$$\text{Интервал от 10 до 30 с: } v_x = \frac{100 - 150}{20} = -2,5 \text{ м/с.}$$

$$\text{Интервал от 30 до 50 с: } v_x = \frac{0 - 100}{20} = -5 \text{ м/с.}$$

$$\text{Интервал от 50 до 70 с: } v_x = \frac{150 - 0}{20} = 7,5 \text{ м/с.}$$

Наибольший модуль скорости составляет 10 м/с.

Ответ: 10.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 10

↑ Задание 2 № 6948 тип 2

Модуль силы гравитационного взаимодействия двух точечных тел, расположенных на расстоянии трёх метров друг от друга, равен 5 Н. Каков будет модуль силы гравитационного взаимодействия этих тел, если расстояние между ними уменьшить на 1 м? (Ответ дайте в ньютонах.)

Решение.

Согласно закону всемирного тяготения сила притяжения между двумя материальными точками прямо пропорциональна произведению их масс и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{R_{12}^2}.$$

Отношение сил гравитационного взаимодействия в первом и во втором случае $\frac{F_1}{F_2} = \frac{R_2^2}{R_1^2}$. Получаем

$$\text{формулу для } F_2 = \frac{F_1 \cdot R_1^2}{R_2^2} = \frac{5 \text{ Н} \cdot (3 \text{ м})^2}{(2 \text{ м})^2} = 11,25 \text{ Н.}$$

Ответ: 11,25.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 11,25

↑ Задание 3 № 545 тип 3

Под действием силы тяги в 1 000 Н автомобиль движется с постоянной скоростью 72 км/ч. Какова мощность двигателя? (Ответ дайте в кВт.)

Решение.

Переведем скорость в систему СИ: $72 \text{ км/ч} = 20 \text{ м/с}$. Мощность двигателя связана со скоростью движения и силой тяги соотношением

$$N = F \cdot v = 1\,000 \text{ Н} \cdot 20 \text{ м/с} = 20 \text{ кВт}.$$

Ответ: 20.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 20

↑ **Задание 4 № 10978 тип 4**

В сосуд налито 3 л воды. В этой воде в равновесии плавает тело, объём погружённой части которого равен 110 см^3 . В сосуд доливают ещё 3 л жидкости плотностью 1200 кг/м^3 и перемешивают их. Чему после этого будет равен объём погружённой части тела (в см^3) при плавании в равновесии? В обоих случаях плавающее тело не касается стенок и дна сосуда. Обе жидкости хорошо смешиваются, и при смешивании их суммарный объём сохраняется.

Решение.

Так как жидкости хорошо смешиваются, то плотность смеси будет составлять $\frac{1000 + 1200}{2} = 1100 \text{ кг/м}^3$.

Тело плавает, значит, по второму закону Ньютона, сила тяжести будет уравновешиваться силой Архимеда

$$mg = g\rho V_T.$$

Приравняем выталкивающую силу в первом и во втором случае

$$g\rho_1 V_{T1} = g\rho_2 V_{T2}.$$

Отсюда после смешивания жидкостей тело будет погружено на

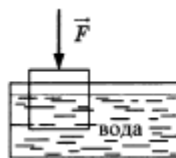
$$V_{T2} = \frac{\rho_1 V_{T1}}{\rho_2} = 100 \text{ см}^3.$$

Ответ: 100.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 100

↑ **Задание 5 № 8175 тип 5**

Деревянный кубик с ребром 10 см плавает частично погруженный в воду. Его начинают медленно погружать, действуя силой, направленной вертикально вниз. В таблице приведены значения модуля силы, под действием которой кубик находится в равновесии частично или полностью погруженный в воду. Погрешность измерения силы составила 0,1 Н. Выберите два верных утверждения на основании данных, приведенных в таблице.



№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8
Модуль силы, F , Н	0,2	0,8	1,8	3,0	4,0	5,0	5,0	5,0

- 1) В опыте № 6 сила Архимеда, действующая на кубик, меньше, чем в опыте № 2.
- 2) В опыте № 7 кубик погружен в воду полностью.
- 3) Масса кубика равна 0,5 кг.
- 4) В опыте № 4 кубик погружен в воду на половину своего объема.
- 5) Плотность кубика равна 400 кг/м^3 .

Решение.

Введём обозначения: m — масса кубика, l — длина его ребра, h — погружённая в воду высота кубика, ρ — плотность воды.

В равновесии силы, действующие на кубик, компенсируют друг друга:

$$F_A = F + mg$$

или

$$\rho gl^2 h = F + mg.$$

- 1) В опыте № 6 сила F больше, чем в опыте № 2, значит, и сила Архимеда тоже больше.
- 2) После опыта № 6 сила F перестала меняться, сила Архимеда тоже, значит, кубик полностью погрузился в воду.
- 3) Установим массу кубика из опыта, с полностью погруженным кубиком:

$$m = \frac{\rho gl^3 - F}{g} = \frac{1000 \cdot 10 \cdot 0,1^3 - 5}{10} = 0,5 \text{ кг.}$$

- 4) В опыте № 4 глубина погружения была

$$h = \frac{F + mg}{\rho gl^2} = \frac{3 + 0,5 \cdot 10}{1000 \cdot 10 \cdot 0,1^2} = 0,08 \text{ м} = 8 \text{ см.}$$

- 5) Плотность кубика равна $\frac{m}{l^3} = \frac{0,5}{0,1^3} = 500 \text{ кг/м}^3$.

Верными являются второе и третье утверждения.

Ответ: 23.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 23

↑ Задание 6 № 2701 тип 6

В результате перехода с одной круговой орбиты на другую центростремительное ускорение спутника Земли увеличивается. Как изменяются в результате этого перехода радиус орбиты спутника, скорость его движения по орбите и период обращения вокруг Земли?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась;
- 2) уменьшилась;
- 3) не изменилась.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус орбиты	Скорость движения по орбите	Период обращения вокруг Земли

Решение.

На спутник действует только сила притяжения со стороны Земли. Второй закон Ньютона приобретает вид: $ma_{ц} = \frac{GM_{Земли}m}{R^2}$. Отсюда видно, что если центростремительное ускорение увеличивается, то радиус орбиты уменьшается. Подставляя во второй закон Ньютона выражение для центростремительного ускорения $a_{ц} = \frac{v^2}{R}$, имеем: $v^2 = \frac{GM_{Земли}}{R}$. Следовательно, в результате перехода на новую орбиту скорость движения спутника по орбите увеличивается. Период обращения спутника связан с радиусом орбиты и скоростью движения соотношением $T = \frac{2\pi R}{v}$. Так как радиус уменьшается, а скорость возрастает, получаем, что период обращения спутника вокруг Земли уменьшается.

Ответ: 212.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 212

↑ Задание 7 № 10066 тип 7

Материальная точка движется по окружности радиусом R с постоянной линейной скоростью v .

Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими движение точки, и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) частота обращения
Б) угловая скорость движения

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{v}{2\pi R}$
2) $\frac{v^2}{R}$
3) $\frac{2\pi R}{v}$
4) $\frac{v}{R}$

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б

Решение.

Частота обращения материальной точки может быть найдена как

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{v}{2\pi R}.$$

Для угловой скорости справедливо следующее

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{v}{R}.$$

Ответ: 14.

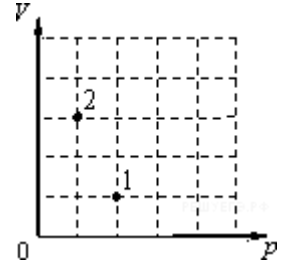
Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 14

↑ Задание 8 № 1215 тип 8

В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Во сколько раз изменится температура газа, если он перейдет из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?

Решение.

Согласно уравнению Клапейрона — Менделеева, при любых процессах с фиксированным количеством идеального газа величина $\frac{pV}{T}$ остаётся постоянной. Из диаграммы видно, что $p_2 = \frac{1}{2}p_1$, а $V_2 = 3V_1$. Следовательно,



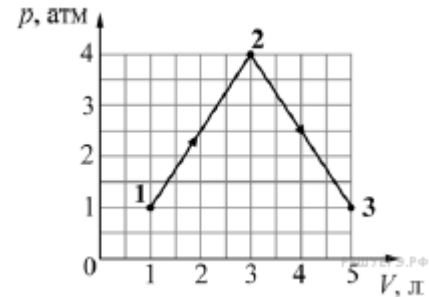
$$T_2 = T_1 \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = T_1 \frac{\frac{1}{2} p_1 \cdot 3 V_1}{p_1 V_1} = \frac{3}{2} T_1.$$

Ответ: 1,5.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 1,5

↑ Задание 9 № 7729 тип 9

Идеальный газ медленно переводят из состояния 1 в состояние 3. Процесс 1–2–3 представлен на графике зависимости давления газа p от его объёма V (см. рисунок). Считая, что 1 атм. = 10^5 Па, найдите, какую работу совершает газ в процессе 1–2–3. Ответ выразите в кДж.



Решение.

Работа идеального газа на диаграмме pV — это площадь фигуры под графиком процесса. Найдём, чему равна эта площадь, разбив фигуру на треугольник и прямоугольник и учитывая, что $1 \text{ л} = 10^{-3} \text{ м}^3$.

$$A = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 10^5 \cdot 4 \cdot 10^{-3} + 1 \cdot 10^5 \cdot 4 \cdot 10^{-3} = 1 \text{ кДж}.$$

Ответ: 1.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 1

↑ Задание 10 № 7141 тип 10

Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 70 %. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объём в два раза. Какова стала относительная влажность воздуха? (Ответ дайте в процентах.)

Решение.

Относительной влажностью называют отношение давления пара к давлению насыщенного пара при той же температуре. В силу того, что пар можно описывать при помощи уравнения для идеального газа: $p = nkT$. Для относительной влажности имеем:

$$\varphi = \frac{p}{p_{\text{нп}}} \cdot 100\% = \frac{nkT}{n_{\text{нп}}kT} \cdot 100\% = \frac{n}{n_{\text{нп}}} \cdot 100\%.$$

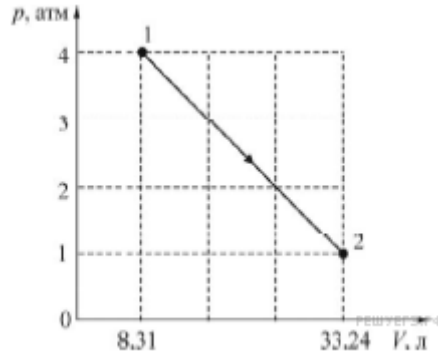
Если объём газа уменьшить в 2 раза, его концентрация возрастет в 2 раза. Следовательно, относительная влажность также увеличится в 2 раза. Но, при достижении относительной влажности в 100 %, изменение объёма никак не влияет на значение этой относительной влажности. Строго говоря, относительная влажность не может быть больше 100 % (из условий задачи — $70\% \cdot 2 = 140\%$).

Ответ: 100.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 100

↑ **Задание 11 № 9055 тип 11**

Один моль идеального одноатомного газа переходит из состояния 1 в состояние 2 так, как показано на pV -диаграмме. На основании анализа этого графика выберите два верных утверждения.



- 1) В процессе 1–2 температура газа всё время увеличивается.
- 2) В состоянии, соответствующем точке 1, температура газа равна 400 К.
- 3) В процессе 1–2 внутренняя энергия газа всё время уменьшается.
- 4) В процессе 1–2 газ совершает работу 6232,5 Дж.
- 5) В состоянии, соответствующем точке 2, плотность газа достигает максимального значения в течение процесса 1–2.

Решение.

Точки 1 и 2 лежат на одной изотерме, значит, температуры газа $T_1 = T_2$, при этом процесс 1–2 не является изотермическим. Температура газа в ходе этого процесса сначала увеличивалась, а затем уменьшалась (утверждение 1 неверно).

Состояние идеального газа описывается уравнением Клапейрона — Менделеева:

$$pV = \frac{m}{M}RT.$$

Найдем отсюда температуру газ в точке 1:

$$T = \frac{pV}{\nu R} = \frac{4 \cdot 10^5 \cdot 8,31 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 8,31} = 400 \text{ К},$$

откуда следует, что утверждение 2 верно.

Внутренняя энергия является функцией температуры газа, а значит, она сначала увеличивается, а затем уменьшается (утверждение 3 неверно)

Работа газа на pV -диаграмме равна площади фигуры под графиком:

$$A = \frac{(4+1) \cdot 10^5}{2} \cdot (33,24 - 8,31) \cdot 10^{-3} = 6232,5 \text{ Дж},$$

откуда следует, что утверждение 4 верно.

В состоянии 2 объём газа максимален, значит, его плотность $\rho = \frac{m}{V}$ минимальна (утверждение 5 неверно).

Ответ: 24.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 24

↑ **Задание 12 № 6708 тип 12**

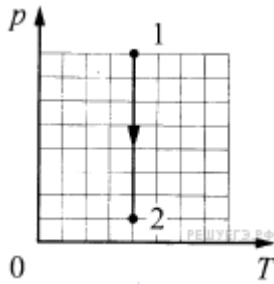
На рисунках приведены графики А и Б двух процессов: 1—2 и 3—4, происходящих с 1 моль неона. Графики построены в координатах $p—T$ и $V—T$, где p — давление, V — объём и T — абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими

изображённые на графиках процессы. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца.

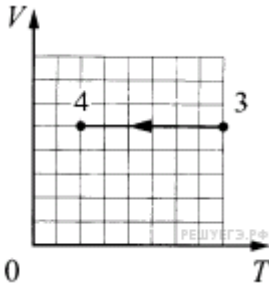
ГРАФИКИ

УТВЕРЖДЕНИЯ

А)



Б)



- 1) Над газом совершают работу, при этом его внутренняя энергия увеличивается.
- 2) Газ получает положительное количество теплоты, при этом его внутренняя энергия увеличивается.
- 3) Газ получает положительное количество теплоты и совершает работу.
- 4) Внутренняя энергия газа уменьшается, при этом газ отдаёт положительное количество теплоты.

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б

Решение.

В процессе 1—2 происходит изотермическое уменьшение давления. Внутренняя энергия газа зависит только от его температуры, следовательно, внутренняя энергия не изменяется. По первому закону термодинамики $Q = \Delta U + A$. Процесс — изотермический, следовательно, $pV = const$, значит, при уменьшении давления газ расширяется, то есть совершает положительную работу, следовательно, получает положительное количество теплоты.

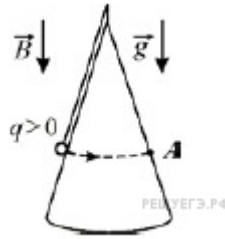
В процессе 3—4 происходит изохорическое охлаждение. В таком процессе внутренняя энергия тела убывает, и над газом не совершается работа. По первому закону термодинамики $Q = \Delta U + A$, где Q — количество теплоты, переданное газу, ΔU — изменение его внутренней энергии, A — работа, совершаемая газом. Из первого закона термодинамики ясно, что в процессе 3—4 газ отдаёт положительное количество теплоты.

Ответ: 34.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 34

↑ **Задание 13 № 10987 тип 13**

Маленький шарик с зарядом $q > 0$, закреплённый на невесомой нерастяжимой непроводящей нити, равномерно вращается, двигаясь в горизонтальной плоскости по гладкой поверхности диэлектрического конуса (см. рисунок).



Как направлена относительно рисунка (вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя) сила Лоренца, действующая на этот заряженный шарик в момент его нахождения в точке А? Ответ запишите словом (словами).

Решение.

Направление силы Лоренца для положительно заряженных частиц определяется по правилу левой руки. Нужно расположить ладонь так, чтобы четыре пальца указывали направление скорости частицы, магнитные линии входили в ладонь, тогда отставленный большой палец укажет направление силы Лоренца. Если частица имеет отрицательный заряд сила Лоренца будет направлена в противоположную сторону. Таким образом, сила Лоренца в точке А будет направлена влево.

Ответ: влево.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: влево

↑ **Задание 14 № 10472 тип 14**

Расстояние между двумя точечными электрическими зарядами уменьшили в 3 раза, каждый из зарядов увеличили в 3 раза. Во сколько раз увеличился модуль сил электростатического взаимодействия между ними?

Решение.

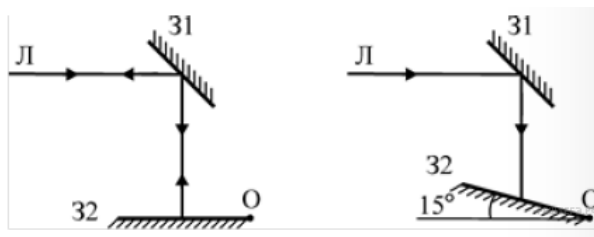
Сила взаимодействия двух точечных электрических зарядов равна $F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$. При уменьшении расстояния в 3 раза и увеличении зарядов в 3 раза сила взаимодействия увеличится в 81 раз.

Ответ: 81.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 81

↑ **Задание 15 № 9774 тип 15**

На рисунке слева изображены два плоских зеркала (31 и 32) и луч, горизонтально падающий на зеркало 1. Зеркало 2 поворачивают относительно горизонтальной оси, проходящей через точку О, на угол 15° (рисунок справа). Чему равен угол между лучами, отражёнными от зеркала 1 и от зеркала 2?

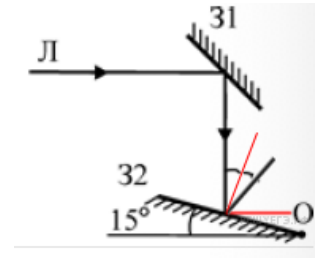


Решение.

Поворот второго зеркала приведёт к тому, что угол падения будет составлять 15° . Согласно закону отражения угол падения равен углу отражения. Из построения следует, что угол между лучами, отражёнными от зеркала 1 и от зеркала 2 будет составлять 30° .

Ответ: 30.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 30



↑ **Задание 16 № 8998 тип 16**

Идеальный колебательный контур состоит из катушки индуктивности и конденсатора, емкость которого можно изменять. В таблице представлены результаты измерения зависимости периода T свободных электромагнитных колебаний в контуре от емкости C конденсатора. Выберите **два** верных утверждения на основании данных, приведённых в таблице.

C , мкФ	1	4	9	16	25
T , мкс	125,6	251,2	376,8	502,4	628

- 1) Индуктивность катушки во всех проведённых измерениях была различной.
- 2) Частота свободных электромагнитных колебаний в контуре уменьшается с ростом ёмкости конденсатора.
- 3) Индуктивность катушки во всех проведённых измерениях была равна $\approx 0,4$ мГн.
- 4) Индуктивность катушки во всех проведённых измерениях была равна 400 Гн.
- 5) При ёмкости конденсатора 16 мкФ энергия конденсатора достигает своего максимального значения примерно 1990 раз за каждую секунду.

Решение.

Период колебаний в колебательном контуре равен $T = 2\pi\sqrt{LC}$. Отсюда индуктивность катушки равна $L = \frac{T^2}{4\pi^2 C} \approx 0,4$ мГн во всех измерениях (утверждение 1 и 4 неверно, утверждение 3 верно).

Частота — это обратная к периоду величина и так как с ростом емкости конденсатора период увеличивался, то частота электромагнитных колебаний в контуре уменьшалась (утверждение 2 верно).

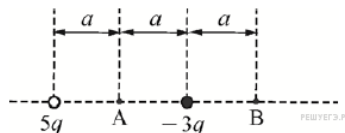
Энергия конденсатора имеет вид $E = \frac{CU^2}{2}$ и за один период колебаний она достигает своего максимального значения дважды. При емкости конденсатор 16 мкФ за одну секунду это произойдет $2 \cdot \frac{1 \text{ с}}{502,4 \text{ мкс}} \approx 3980$ раз (утверждение 5 неверно).

Ответ: 23.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 23

↑ **Задание 17 № 9776 тип 17**

Два маленьких заряженных металлических шарика одинакового радиуса расположены так, что расстояние между их центрами равно $2a$ (см. рисунок).



Шарики приводят в соприкосновение и затем разводят на прежнее расстояние. Как изменятся при этом физические величины, указанные в таблице? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится;
- 2) уменьшится;
- 3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Потенциал точки А	Модуль напряжённости электростатического поля в точке В

Решение.

Потенциал электростатического поля — скалярная величина, равная отношению потенциальной энергии заряда в поле к этому заряду: $\varphi = \frac{W}{r} = \frac{kQ}{r}$.

После соприкосновения оба шарика будут обладать одинаковыми зарядами равными $+q$. Таким образом, найдем значение потенциала точки А в двух случаях:

$$\varphi_1 = -\frac{3kq}{a} + \frac{5kq}{a} = \frac{2kq}{a},$$

$$\varphi_2 = \frac{kq}{a} + \frac{kq}{a} = \frac{2kq}{a},$$

то есть значение потенциала точки А не изменится.

По принципу суперпозиции, напряженность поля в точке В есть сумма напряженностей полей, создаваемых всеми зарядами по отдельности. Поле отрицательного точечного заряда направлено к заряду, а поле, создаваемое положительным зарядом, — от заряда. Поле точечного заряда пропорционально величине заряда и ослабевает с расстоянием как

$$E = \frac{Q}{r^2}.$$

Найдем чему равна напряженность электрического поля в точке В в двух случаях:

$$E_1 = -\frac{3q}{a^2} + \frac{5q}{(3a)^2} = -\frac{22q}{9a^2}.$$

$$E_2 = \frac{q}{a^2} + \frac{q}{(3a)^2} = \frac{10q}{9a^2}.$$

После соприкосновения модуль напряжённости электростатического поля в точке В уменьшится.

Ответ: 32.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 32

↑ **Задание 18 № 11012 тип 18**

Протон движется в вакууме со скоростью $0,65c$.

Установите соответствие между физическими величинами их значениями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) Полная энергия протона
Б) Энергия покоя протона

ЗНАЧЕНИЕ (В СИ)

- 1) $2,5 \cdot 10^{-10}$
2) $2,0 \cdot 10^{-10}$
3) $1,5 \cdot 10^{-10}$

4) $0,5 \cdot 10^{-10}$

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б

Решение.

Полная энергия движущейся частицы может быть найдена по формуле

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \approx 2 \cdot 10^{-10} \text{ Дж.}$$

Энергия покоя протона не зависит от его скорости и вычисляется по формуле Эйнштейна

$$E_0 = mc^2 \approx 1,5 \cdot 10^{-10} \text{ Дж.}$$

Ответ: 23.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 23

↑ **Задание 19 № 6238 тип 19**

На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д. И. Менделеева.

	I	II	III
1	1 H 1,00797 Водород		
2	3 Li 6,939 Литий	4 Be 9,0122 Бериллий	5 B 10,811 Бор
3	11 Na 22,9898 Натрий	12 Mg 24,312 Магний	13 Al 26,9815 Алюминий

Укажите число электронов в атоме алюминия Al.

Решение.

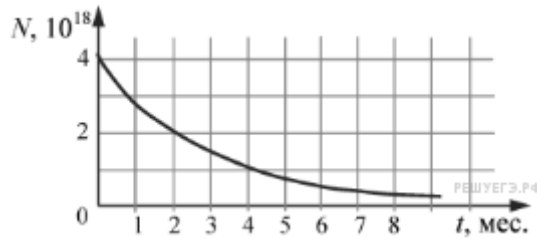
Количество электронов в атоме равно числу протонов. Порядковый номер вещества в таблице Менделеева указывает заряд ядра атома или, что то же самое, число протонов. Таким образом, в атоме алюминия 13 электронов.

Ответ: 13.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 13

↑ **Задание 20 № 5441 тип 20**

Дан график изменения числа ядер находящегося в пробирке радиоактивного изотопа с течением времени.



Каков период полураспада этого изотопа? (Ответ дать в месяцах.)

Решение.

Период полураспада — это время, за которое распадается половина имеющихся ядер. На графике это время равно двум месяцам.

Ответ: 2.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 2

↑ Задание 21 № 7635 тип 21

В пробирке находится ν молей атомов β -радиоактивного вещества с периодом полураспада T . Экспериментатор отмеряет время $10T$. Потом он берёт другую пробирку с тем же количеством атомов другого радиоактивного вещества с периодом полураспада $5T$, и отмеряет то же самое время $10T$. Известно, что продуктами распада обоих веществ являются стабильные изотопы.

Как для второй пробирки по сравнению с первой через время $10T$ изменятся следующие физические величины: количество вещества в пробирке; количество нерадиоактивных атомов в пробирке?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится;
- 2) уменьшится;
- 3) не изменится.

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем таблице:

Количество вещества в пробирке	Количество нерадиоактивных атомов в пробирке

Решение.

При β -распаде ядро не распадается на два или более ядер, а также не происходит слияние нескольких ядер в одно, следовательно количество вещества (количество атомов) в пробирке останется неизменным.

Период полураспада — это время, в течение которого распадается половина наличного числа радиоактивных атомов. Для второй пробирки период полураспада больше, а значит радиоактивное вещество в ней будет распадаться медленнее и по прошествии времени $10T$ в ней останется больше радиоактивных атомов и меньше нерадиоактивных.

Ответ: 32.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 32

↑ Задание 22 № 3125 тип 22

Толщина пачки из 200 листов бумаги равна (20 ± 1) мм. Чему равна толщина одного листа бумаги? (Ответ дайте в мм, значение и погрешность запишите слитно без пробела.)

Решение.

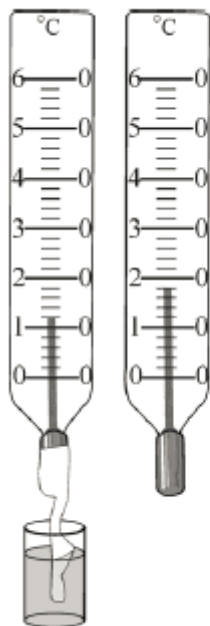
Погрешность измерения толщины пачки бумаги делится поровну между погрешностями толщин отдельных листов: $1 \text{ мм} : 200 = 0,005 \text{ мм}$. Таким образом, толщина одного листа бумаги равна $(0,100 \pm 0,005) \text{ мм}$.

Ответ: 0,1000,005.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 0,1000,005

↑ **Задание 23 № 9514 тип 23**

Используя данные рисунка (показания влажного и сухого термометров) и психрометрическую таблицу, определите температуру и относительную влажность воздуха в помещении, где установлены данные термометры (запишите два числа подряд, не разделяя их знаками; сначала укажите температуру).



Температура сухого термометра, °C	Разность показаний сухого и влажного термометров, °C			
	3	4	5	6
15	71	61	52	44
16	71	62	54	45
17	72	64	55	47
18	73	64	56	48
19	74	65	58	50
20	74	66	59	51
21	75	67	60	52
22	76	68	61	54
23	76	69	61	55
24	77	69	62	56
25	77	70	63	57

Решение.

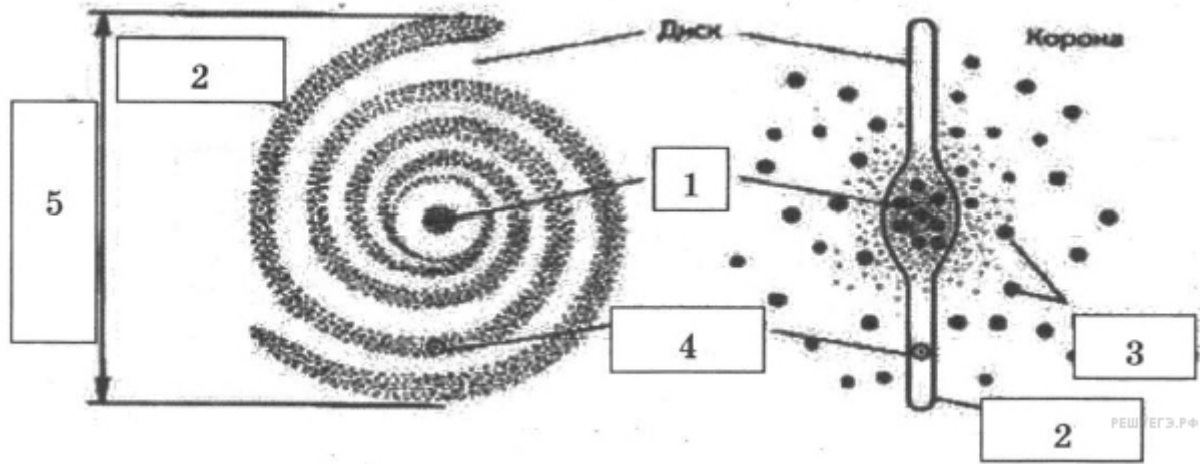
Из рисунка видно, что температура сухого термометра (температура воздуха в помещении) составляет 18°C , влажного — 12°C . По таблице находим, что относительная влажность при этом равна 48%.

Ответ: 1848.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 1848

↑ **Задание 24 № 9439 тип 24**

Рассмотрите схему строения нашей спиральной Галактики (виды плашмя и с ребра).

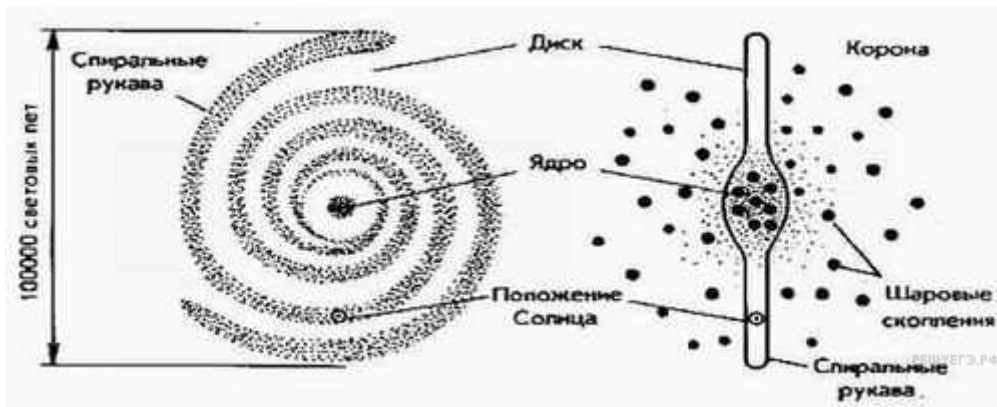


Выберите **два** утверждения, которые соответствуют элементам, обозначенным цифрами 1-5.

- 1) Цифра 1 — ядро Галактики.
- 2) Цифра 2 — скопления белых карликов на краю Галактики.
- 3) Цифра 3 — шаровые скопления.
- 4) Цифра 4 — положение созвездия Телец в спиральном рукаве.
- 5) Цифра 5 — 10 000 световых лет.

Решение.

На рисунке цифрами подписаны:



Таким образом, верными являются утверждения 1 и 3.

Ответ: 13

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 13

↑ Задание 25 № 4638 тип 25

Дом стоит на краю поля. С балкона с высоты 5 м мальчик бросил камешек в горизонтальном направлении. Начальная скорость камешка 7 м/с. На какой высоте будет находиться камешек через 2 с после броска? (Ответ дать в метрах.)

Решение.

Поскольку камешек брошен горизонтально, начальная скорость не имеет вертикальной составляющей. Следовательно расстояние до земли камешек преодолет за время:

$$5 \text{ м} = \frac{gt^2}{2} \Leftrightarrow t = \sqrt{\frac{2 \cdot 5 \text{ м}}{10 \text{ м/с}^2}} = 1 \text{ с.}$$

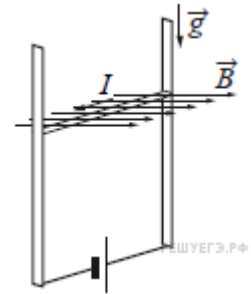
Так как камешек попадет в мягкую землю, то отскакивать он не будет (а если и отскочит, то невысоко). Следовательно, через 2 с после броска он будет находиться на земле, то есть на высоте 0 м.

Ответ: 0.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 0

↑ **Задание 26 № 7197 тип 26**

В однородном магнитном поле по вертикальным направляющим без трения скользит прямой горизонтальный проводник массой 0,2 кг, по которому течёт ток 2 А. Вектор магнитной индукции направлен горизонтально перпендикулярно проводнику (см. рисунок), $B = 2$ Тл. Чему равна длина проводника, если известно, что ускорение проводника направлено вниз и равно 2 м/с^2 ?



Ответ выразите в метрах.

Решение.

Ток в цепи течёт от «+» к «-». Значит, в движущемся проводнике ток течёт справа налево. На проводник действует сила тяжести и сила Ампера. Мнемоническое правило левой руки: если левую руку расположить так, чтобы вектор магнитной индукции входил в ладонь, а вытянутые четыре пальца были направлены вдоль тока, то отведённый на 90° большой палец укажет направление действия силы Ампера.

Тогда по второму закону Ньютона имеем $ma = mg - IBl$. Выражаем отсюда длину проводника:

$$l = \frac{mg - ma}{IB} = \frac{0,2 \cdot (10 - 2)}{2 \cdot 2} = 0,4 \text{ м.}$$

Ответ: 0,4.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 0,4

↑ **Задание 27 № 10960 тип 27**

Сопротивление одного резистора в 4 раза больше, чем сопротивление другого. В первый раз эти резисторы соединяют параллельно, а во второй раз — последовательно. Чему равно отношение сопротивлений цепей в первом и во втором случаях?

Решение.

Сопротивление участка с параллельным соединением проводов равно

$$R_1 = \frac{R \cdot 4R}{R + 4R} = 0,8R.$$

При последовательном соединении сопротивления резисторов складываются и тогда $R_2 = R + 4R = 5R$.

Отношение сопротивлений цепей в первом и во втором случаях равно 0,16.

Ответ: 0,16.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 0,16

Проверка части с развернутым ответом

Пожалуйста, оцените решения заданий части с развернутым ответом самостоятельно, руководствуясь указанными критериями.

Задание 28 (С1) № 6360

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае п. 1–2) и исчерпывающие верные рассуждения с указанием наблюдаемых явлений и закономерностей</p> <p>(в данном случае — упоминание фазовых переходов — плавления и отвердевания воды на границах снежинок при колебаниях температуры воздуха вблизи 0 °С и образования жёсткой пространственной ледяной структуры внутри снега при многократном повторении этих процессов).</p>	3
<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются следующие недостатки.</p> <p>В объяснении не указано одно из физических явлений, свойств, определений или не назван один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено указанием на соответствующий закон, свойство, явление, определение и т. п.)</p> <p>ИЛИ</p> <p>Объяснения представлены не в полном объёме, или в них содержится один логический недочёт.</p>	2
<p>Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев.</p> <p>Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0
<p><i>Максимальный балл</i></p>	3

В этом году в Подмоскowie зима была тёплая и малоснежная. После нескольких небольших снегопадов в январе были длительные оттепели, сменявшиеся морозами, в феврале такая погода продолжилась, и пушистый снег постепенно превратился в жёсткую массу, по которой можно было ходить, не проваливаясь.

Опишите, основываясь на известных физических законах и закономерностях, процессы, происходившие в снегу и приведшие к его затвердеванию.

Решение.

1) Свежевыпавший снег представляет собой рыхлую массу, где разные снежинки разделены воздушными промежутками и не связаны друг с другом.

2) Во время оттепели тёплый воздух проникает вглубь снега, и начинается фазовый переход — плавление снежинок. Теплота плавления у льда очень велика, и за время повышения температуры воздуха успевают подтаять только края снежинок.

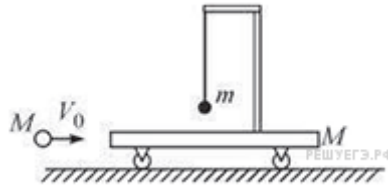
3) Ночью, когда температура воздуха опускается ниже 0 °С, происходит обратный переход, при котором вода, образовавшаяся при подтаивании снежинок, снова затвердевает. Из-за этого образуется пространственный каркас, уже обладающий некоторой жёсткостью.

4) Периодическое повторение этих процессов приводит к превращению всего выпавшего снега в лёгкую и твёрдую смёрзшуюся массу из ледяных кристаллов с воздухом между ними, так что снег выдерживает идущего по нему человека.

Задание 29 (С2) № 4216

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае - законы сохранения импульса и механической энергии, и правильно обосновано их применение на разных этапах движения данной системы тел);</p> <p>II) описаны все вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется один из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие одному или всем пунктам: II и III, - представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При полном правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0
<p><i>Максимальный балл</i></p>	3

На тележке массой $M = 400$ г, которая может кататься без трения по горизонтальной плоскости, имеется лёгкий кронштейн, на котором подвешен на нити маленький шарик массой $m = 100$ г. На тележку по горизонтали налетает и абсолютно упруго сталкивается с ней шар массой M , летящий со скоростью $V_0 = 2$ м/с (см. рисунок). Чему будет равен модуль скорости тележки в тот момент, когда нить, на которой подвешен шарик, отклонится на максимальный угол от вертикали? Длительность столкновения шара с тележкой считать очень малой.

**Решение.**

Согласно условию, за время столкновения тележка практически не сместится, а нить останется вертикальной. В силу этого горизонтальная проекция силы натяжения нити во время столкновения отсутствует, и горизонтальная проекция импульса системы «шар + тележка» сохраняется: $MV_0 = Mu_1 + Mu_2$, где u_1 и u_2 — модули скоростей шара и тележки после столкновения. При абсолютно упругом столкновении шара и тележки сохраняется и их механическая энергия: $\frac{MV_0^2}{2} = \frac{Mu_1^2}{2} + \frac{Mu_2^2}{2}$. Отсюда следует, что шар и тележка «обмениваются» скоростями: после столкновения шар останавливается и падает на плоскость, а тележка приобретает скорость V_0 .

При дальнейшем движении тележка «уезжает» из-под подвешенного шарика, и нить начинает отклоняться от вертикали, постепенно тормозя тележку. В момент максимального отклонения нити от вертикали скорости V тележки и шарика будут одинаковы, так как в противном случае, при скорости тележки большей, чем у шарика, отклонение нити будет продолжаться. В данном процессе сохраняется горизонтальная проекция импульса системы «шарик + тележка»:

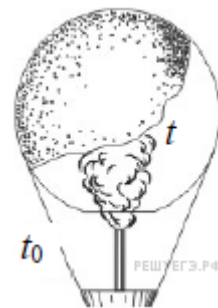
$$MV_0 = (M + m)V. \text{ Отсюда } V = \frac{MV_0}{M + m} = 1,6 \text{ м/с.}$$

Задание 30 (С3) № 10488

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом;</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные</p>	1

преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	3

Воздушный шар, оболочка которого имеет массу $M = 145$ кг и объём $V = 230$ м³, наполняется при нормальном атмосферном давлении горячим воздухом, нагретым до температуры $t = 265$ °С. Определите максимальную температуру t_0 окружающего воздуха, при которой шар начнёт подниматься. Оболочка шара нерастяжима и имеет в нижней части небольшое отверстие.



Решение.

Условие, соответствующее подъёму шара: $F_{\text{Арх}} \geq Mg + mg$, где M — масса оболочки, m — масса воздуха внутри оболочки, или

$$\rho_0 g V \geq Mg + \rho g V \Leftrightarrow \rho_0 V \geq M + \rho V,$$

где ρ_0 — плотность окружающего воздуха, ρ — плотность воздуха внутри оболочки, V — объём шара.

Для воздуха внутри шара $\frac{pV}{T} = \frac{m}{\mu}R$, или $\frac{m}{V} = \frac{p\mu}{RT} = \rho$, где p — атмосферное давление, T — температура воздуха внутри шара. Соответственно, плотность воздуха снаружи $\rho_0 = \frac{\mu p}{RT_0}$, где T_0 — температура окружающего воздуха.

$$\frac{\rho\mu V}{RT_0} \geq M + \frac{\rho\mu V}{RT} \Leftrightarrow \frac{\rho\mu V}{RT} = \frac{\rho\mu V}{RT_{0\text{max}}} - M \Leftrightarrow \frac{1}{T_{0\text{max}}} = \frac{1}{T} + \frac{MR}{\rho\mu V}$$

$$T_{0\text{max}} = \frac{\mu p V T}{\mu V p + M R T} = \frac{29 \cdot 10^{-3} \cdot 230 \cdot 10^5 \cdot 230 \cdot 538}{29 \cdot 10^{-3} \cdot 230 \cdot 10^5 + 145 \cdot 8,31 \cdot 538} \approx 273 \text{ К} = 0 \text{ °С}.$$

Ответ: $T_{0\text{max}} \approx 273 \text{ К} = 0 \text{ °С}$.

Задание 31 (С4) № 3012

Критерии оценивания ответа на задание С4	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории,	2

<p>физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>		
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	1	
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0	
Максимальное количество баллов	3	

При коротком замыкании выводов гальванического элемента сила тока в цепи равна 2 А. При подключении к выводам гальванического элемента электрической лампы электрическим сопротивлением 3 Ом сила тока в цепи равна 0,5 А. По результатам этих экспериментов определите ЭДС гальванического элемента.

Решение.

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	По закону Ома для полной цепи при коротком замыкании выводов аккумулятора $R = 0$ Ом, сила тока в цепи равна: Отсюда внутреннее сопротивление r аккумулятора равно:	$I_1 = \frac{\varepsilon}{R + r};$ $I_0 = \frac{\varepsilon}{r} = 2 \text{ А.}$ $r = \frac{\varepsilon}{2} \text{ Ом.}$	1
2	При подключении к выводам аккумулятора электрической лампы электрическим сопротивлением 3 Ом сила тока в цепи равна:	$I = \frac{\varepsilon}{r + R} = \frac{\varepsilon}{3 + 0,5\varepsilon} = 0,5 \text{ А.}$	1
3	Отсюда получаем:	$4\varepsilon = 6 + \varepsilon,$	1

	$\varepsilon = 2 \text{ В.}$	
Максимальный балл		3

Задание 32 (С5) № 5458

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае — выражение для энергии фотона через его частоту, выражение для энергии переходов в атоме);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу;</p> <p>IV) представлен правильный ответ.</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует одна из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В одной из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0
Максимальный балл	3

Электрон, движущийся со скоростью $v = 2 \cdot 10^6 \text{ м/с}$, сталкивается с покоящимся протоном, образуя атом водорода в состоянии с энергией E_n ($n = 2$). В процессе образования атома излучается фотон. Найдите частоту ν этого фотона, пренебрегая кинетической энергией атома. Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ эВ}$, где $n = 1, 2, 3, \dots$.

Решение.

Поскольку кинетической энергией атома пренебрегаем, то вся кинетическая энергия электрона $E_0 = \frac{m_e v^2}{2}$ перейдёт в энергию атома $E_2 = \frac{-13,6}{2^2} \text{ эВ}$ и энергию фотона.

Таким образом, по закону сохранения энергии энергия фотона равна

$$E_{\text{фот}} = E_0 - E_2 = \frac{m_e v^2}{2} + \frac{13,6}{2^2} = h\nu.$$

Отсюда находим частоту фотона:

$$\nu = \frac{m_e v^2/2 + 13,6/2^2}{h}$$

Тогда

$$\nu = \frac{\frac{4}{2} \cdot 10^{12} \text{ м}^2/\text{с}^2 \cdot \text{Дж} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} + 13,6/4 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж/эВ} \cdot \text{эВ}}{6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}} = 3,57 \cdot 10^{15} \text{ Гц.}$$

Ответ: $\nu = 3,57 \cdot 10^{15} \text{ Гц.}$