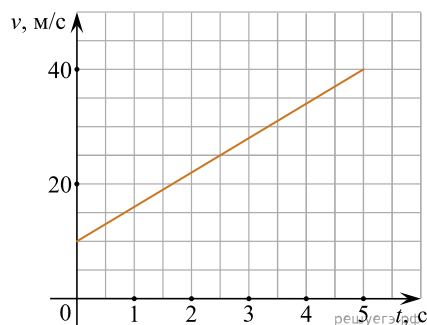


Вариант 13

№ 1.

На графике приведена зависимость скорости тела от времени при прямолинейном движении. Определите по графику ускорение тела. (Ответ дайте в метрах в секунду в квадрате.)



№ 2.

Санки массой 5 кг скользят по горизонтальной дороге. Сила трения скольжения их полозьев о дорогу 6 Н. Каков коэффициент трения скольжения саночных полозьев о дорогу? Ускорение свободного падения считать равным 10 м/с^2 .

№ 3.

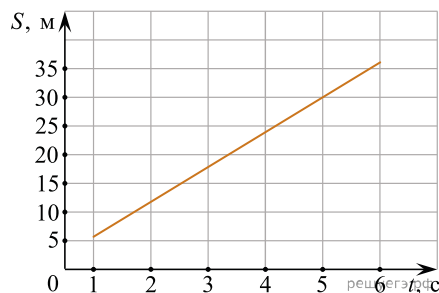
Пластилинный шарик массой 100 г, движущийся со скоростью 2 м/с, сталкивается с таким же шариком, движущимся навстречу с такой же по модулю скоростью. Чему будет равен модуль скорости этих шариков после их абсолютно неупругого столкновения, если центры шариков двигались вдоль одной прямой? Ответ запишите в метрах за секунду.

№ 4.

Саксофон (бас) издает звуки в диапазоне от $\nu_1 = 80 \text{ Гц}$ до $\nu_2 = 8000 \text{ Гц}$. Каково отношение граничных длин звуковых волн $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ этого диапазона?

№ 5.

При проведении эксперимента исследовалась зависимость пройденного телом пути S от времени t . График полученной зависимости приведен на рисунке.



Выберите все утверждения, соответствующие результатам этих измерений.

1. Скорость тела равна 6 м/с .
2. Ускорение тела равно 2 м/с^2 .
3. Тело движется равномерно.
4. За вторую секунду пройден путь 6 м .
5. За пятую секунду пройден путь 30 м .

№ 6.

В результате перехода спутника Земли с одной круговой орбиты на другую его центростремительное ускорение уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода радиус его орбиты и период обращения вокруг Земли?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

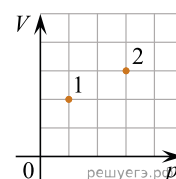
1. Увеличится.
2. Уменьшится.
3. Не изменится.

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

Радиус орбиты	Период обращения вокруг Земли

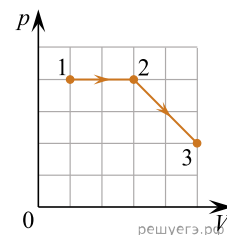
№ 7.

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



№ 8.

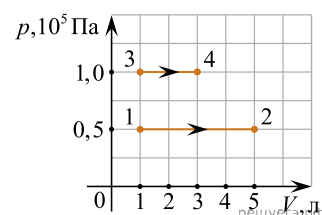
На рисунке показано, как меняется давление идеального газа в зависимости от его объёма при переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. В ходе процесса 2–3 газ совершил работу 600 Дж. Чему равна работа газа в процессе 1–2? Ответ дайте в джоулях.



№ 9.

На pV -диаграмме показаны два процесса, проведенные с одним и тем же количеством разреженного газообразного гелия.

Из приведенного ниже списка выберите все верные утверждения, характеризующие процессы на графике.



1. В процессе 1–2 внутренняя энергия гелия увеличилась в 5 раз.
2. В процессе 3–4 абсолютная температура гелия изобарно увеличилась в 3 раза.
3. В состоянии 2 абсолютная температура гелия в 2 раза выше, чем в состоянии 3.
4. Работа, совершенная гелием, в процессе 1–2 меньше, чем в процессе 3–4.
5. В процессе 1–2 гелий совершил работу 100 Дж.

№ 10.

В закрытом сосуде с жесткими стенками находится 0,2 моля гелия. Из сосуда выпускают половину газа и накачивают в сосуд взамен 0,1 моля аргона, поддерживая температуру неизменной.

Определите, как в результате этого изменяются следующие физические величины: давление в сосуде, удельная теплоемкость содержимого сосуда. Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

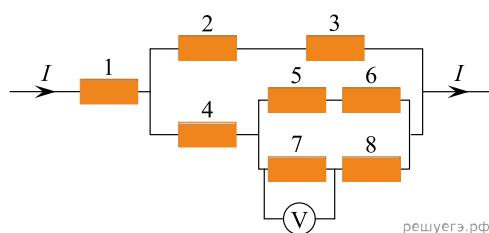
1. Увеличивается.
2. Уменьшается.
3. Не изменяется.

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

Давление в сосуде	Удельная теплоемкость содержимого сосуда

№ 11.

На схеме показано соединение проводников с одинаковым сопротивлением $R=10\text{м}$. Сила тока в неразветвленной части цепи равна $I=4\text{А}$. Каковы показания идеального вольтметра? Ответ дайте в вольтах.

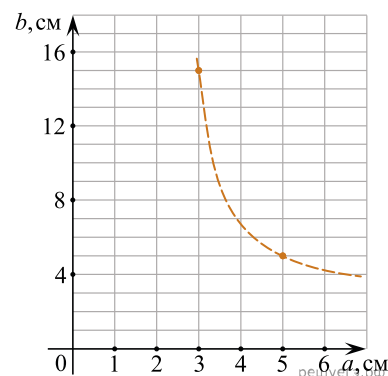


№ 12.

Линии индукции однородного магнитного поля пронизывают рамку площадью $0,5\text{м}^2$ под углом 30° к ее поверхности, создавая магнитный поток, равный $0,25\text{Вб}$. Чему равен модуль вектора индукции магнитного поля? (Ответ дать в теслах.)

№ 13.

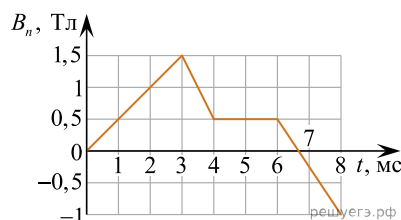
Точечный источник света располагается на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии a от линзы. Действительное изображение этого источника в данной линзе находится на расстоянии b от нее. На рисунке изображен график зависимости b от a . Определите оптическую силу этой линзы. Ответ запишите в диоптриях.



№ 14.

Проволочная рамка площадью 80см^2 помещена в однородное магнитное поле так, что плоскость рамки перпендикулярна вектору магнитной индукции $\vec{B}$. Проекция B_n вектора магнитной индукции поля на нормаль к плоскости рамки изменяется с течением времени t согласно графику на рисунке.

Из приведенного ниже списка выберите все правильные утверждения о процессах, происходящих в рамке.



1. Модуль ЭДС индукции, возникающей в рамке в промежутке времени от 3мс до 4мс, равен 8В.
2. Направления индукционного тока в рамке в промежутках времени от 0мс до 3мс и от 6мс до 8мс совпадают.
3. Модуль изменения магнитного потока в рамке максимален в промежутке времени от 4мс до 6мс.
4. Индукционный ток в рамке максимален по модулю в промежутке времени от 3мс до 4мс.
5. ЭДС индукции в рамке была отлична от 0 в течение всего времени наблюдения.

№ 15.

α -частица движется по окружности в однородном магнитном поле между полюсами магнита под действием силы Лоренца. После замены магнита по таким же траекториям стали двигаться протоны, обладающие той же скоростью. Как изменились индукция магнитного поля и модуль силы Лоренца?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

1. Увеличилась.
2. Уменьшилась.
3. Не изменилась.

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

Индукция магнитного поля	Модуль силы Лоренца

№ 16.

Ядро бора может захватить нейтрон, в результате чего происходит ядерная реакция ${}^{10}_5\text{B} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^A_Z\text{X} + {}^4_2\text{He}$ с образованием ядра химического элемента ${}^A_Z\text{X}$. Каковы заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда) и его массовое число A ?

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A

№ 17.

Для проведения опытов по наблюдению фотоэффекта взяли пластину из металла с работой выхода $3,4 \cdot 10^{-19}$ Дж и стали освещать ее светом частотой $6 \cdot 10^{14}$ Гц. Как изменится сила фототока насыщения I_{max} и работа выхода электронов с поверхности металла $A_{\text{вых}}$, если увеличить интенсивность падающего света, не изменяя его частоту?

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.

Сила фототока насыщения I_{max}	Работа выхода электронов с поверхности металла $A_{\text{вых}}$

№ 18.

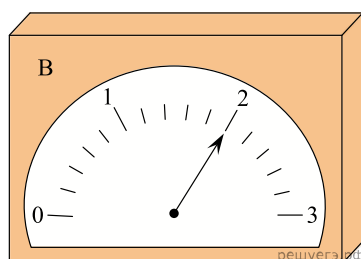
Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Резонанс — это явление резкого возрастания частоты вынужденных колебаний.
- 2) Давление идеального газа в изотермическом процессе возрастает при увеличении концентрации газа.
- 3) При уменьшении силы тока в резисторе тепловая мощность, выделяемая в нём, увеличивается.
- 4) При преломлении электромагнитных волн на границе двух сред частота волны остаётся неизменной величиной.
- 5) В опыте Резерфорда α -частицы рассеиваются электростатическим полем ядер атомов.

№ 19.

Для контроля силы постоянного тока, текущего в участке цепи, часто применяют следующий способ. В участок цепи последовательно включают резистор, сопротивление которого известно с высокой точностью (такой резистор называют калиброванным), и измеряют напряжение на этом резисторе.

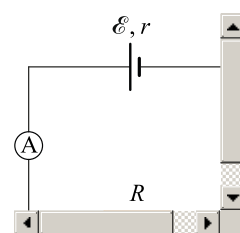
На рисунке показано изображение шкалы вольтметра, при помощи которого измеряют напряжение на калиброванном резисторе сопротивлением 50 м.



Считая, что погрешность прямого измерения напряжения равна половине цены деления прибора, определите силу тока в участке цепи. В ответе запишите значение и погрешность слитно без пробела.

№ 20.

Ученик изучает законы постоянного тока. В его распоряжении имеется пять аналогичных электрических цепей (см. рис.) с различными источниками и внешними сопротивлениями, характеристики которых указаны в таблице. Какие две цепи необходимо взять ученику для того, чтобы на опыте исследовать зависимость силы тока, протекающего в цепи, от внутреннего сопротивления источника?



№ цепи	ЭДС источника $\mathcal{E}$, В	Внутреннее сопротивление источника r , Ом	Внешнее сопротивление R , Ом
1	9	1	15
2	12	2	5
3	6	2	10
4	9	1	10
5	6	1	10

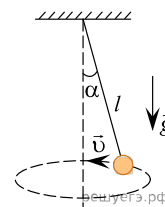
В ответ запишите номера выбранных установок.

№ 21.

К колебательному контуру подсоединили источник тока, на клеммах которого напряжение гармонически меняется с частотой ν . Электроемкость C конденсатора колебательного контура можно плавно менять от минимального значения $C_{\min}$ до максимального $C_{\max}$, а индуктивность его катушки постоянна. Ученик постепенно увеличивал емкость конденсатора от минимального значения до максимального и обнаружил, что амплитуда силы тока в контуре все время возрастала. Опираясь на свои знания по электродинамике, объясните наблюдения ученика.

№ 22.

Небольшой груз, прикрепленный к нити длиной $l=15\text{ см}$, вращается вокруг вертикальной оси так, что нить отклоняется от вертикали на угол $\alpha=60^\circ$. С какой скоростью движется груз?



№ 23.

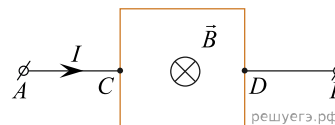
В однородном магнитном поле с индукцией $B=1\text{ Тл}$ находится круглый плоский виток радиусом $r=10\text{ см}$, изготовленный из тонкого проводника с сопротивлением $R=10\text{ Ом}$, причем плоскость витка перпендикулярна направлению вектора индукции магнитного поля. Этот виток деформируют, превращая из круглого в квадратный. Во время деформации виток все время остается плоским, его длина при этом не изменяется, плоскость витка остается перпендикулярной направлению вектора индукции магнитного поля. Какой заряд q протечет по этому проводнику в процессе его трансформации?

№ 24.

Школьный класс имеет размеры пола $8\text{ м} \times 12\text{ м}$ и высоту потолка $4,5\text{ м}$. Осенью при атмосферном давлении 740 мм рт. ст. температура в классе равнялась 18°C , а зимой, после похолодания и включения отопления температура повысилась до 24°C при давлении 765 мм рт. ст. На сколько изменилось число молекул азота в классе? В воздухе содержится 78% азота по объему. Молярная масса воздуха равна 29 кг/кмоль , объемом учителя, учеников, мебели и учебных пособий можно пренебречь.

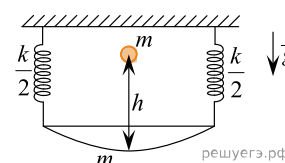
№ 25.

Квадратная рамка со стороной $l=10\text{ см}$ подключена к источнику постоянного тока серединами своих сторон так, как показано на рисунке. На участке AC течет ток $I=2\text{ А}$. Сопротивление всех сторон рамки одинаково. В однородном магнитном поле, вектор индукции которого направлен перпендикулярно плоскости рамки, результирующая сила Ампера, действующая на рамку, $F=80\text{ мН}$. Определите модуль вектора индукции магнитного поля B . Сделайте рисунок с указанием сил Ампера, действующих на все стороны рамки.



№ 26.

К потолку на двух одинаковых легких пружинах общей жесткостью $k=400\text{ Н/м}$ подвешена чашка массой $m=500\text{ г}$. С высоты $h=10\text{ см}$ в чашку падает и прилипает к ней груз такой же массой m (см. рис.). На какое максимальное расстояние H после этого опустится чашка относительно своего исходного положения? Потерями механической энергии пренебречь.



Какие законы Вы используете для описания движения груза и его взаимодействия с чашей? Обоснуйте их применение к данному случаю.

Номер	Задание	Ответ
1	4514	6
2	338	0.12
3	46112	0
4	6886	100
5	6595	134
6	6725	11
7	1211	4.5
8	45482	800
9	25027	12
10	10642	32
11	25368	1
12	6200	0.8
13	25247	40
14	37151	14
15	7862	22
16	11562	37
17	27955	13
18	46127	245 254 425 452 524 542
19	9749	0.400.02
20	38722	35

№ 21.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведен правильный ответ и представлено полное верное объяснение с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: явление резонанса).	3
Дан правильный ответ и приведено объяснение, но в решении имеются следующие недостатки. В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.) ИЛИ Объяснения представлены не в полном объеме, или в них содержится один логический недочет.	2

Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нем не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
<i>Максимальный балл</i>	3

Решение. В колебательном контуре источником тока возбуждаются вынужденные колебания. Частота этих колебаний равна частоте источника ν . Амплитуда же зависит от соотношения между внешней частотой и частотой собственных электромагнитных колебаний $\nu_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$. По мере увеличения емкости конденсатора уменьшается частота собственных колебаний в колебательном контуре. Амплитуда колебаний достигает максимума при резонансе, когда $\nu = \nu_0$. После этого амплитуда начинает убывать. В данном случае, ученик меняет не внешнюю частоту, а частоту собственных электромагнитных колебаний. При плавном увеличении емкости контура от минимального значения $C_{\min}$ до максимального $C_{\max}$, частота уменьшается от $\nu_{0,\max} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_{\min}}}$ до $\nu_{0,\min} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_{\max}}}$. Из того факта, что амплитуда все время увеличивалась, можем сделать вывод, что частота ν_0 все время приближалась к частоте источника тока, при этом $\nu < \nu_{0,\min}$.

№ 22.

Критерии оценивания выполнения задания	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 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); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2

Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

Решение. Изобразим силы, действующие на грузик. По второму закону Ньютона в ИСО:

$$\vec{T} + m\vec{g} = m\vec{a},$$

где m — масса грузика, T — сила натяжения нити.

В проекциях на координатные оси получаем:

$$Ox: T \sin \alpha = ma,$$

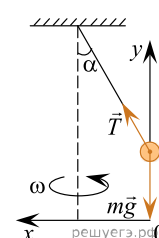
$$Oy: T \cos \alpha = mg.$$

Тогда центростремительное ускорение грузика $a = g \operatorname{tg} \alpha$.

При равномерном движении по окружности со скоростью v по окружности радиусом $R = l \sin \alpha$ грузик имеет центростремительное ускорение $a = \frac{v^2}{R}$. Тогда скорость, с которой движется грузик, равна:

$$v = \sqrt{\frac{gl \sin^2 \alpha}{\cos \alpha}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 0,15 \cdot 3}{4 \cdot 0,5}} = 1,5 \text{ м/с}.$$

Ответ: $v = 1,5 \text{ м/с}$.



№ 23.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: определение потока вектора магнитной индукции, закон электромагнитной индукции Фарадея и закон Ома для полной (замкнутой) цепи); 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); III) представлены необходимые математические преобразования и расчеты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	2

Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачеркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV или в нем допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины).	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла.	0
Максимальный балл	2

Решение. 1. Во время трансформации витка меняется его площадь S и возникает ЭДС индукции при изменении потока Φ вектора магнитной индукции через виток. По закону электромагнитной индукции Фарадея эта ЭДС равна:

$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}.$$

2. В однородном магнитном поле с индукцией B , направленной перпендикулярно плоскости витка, $\Phi = BS$, и эта ЭДС по модулю равна:

$$\mathcal{E} = \frac{B\Delta S}{\Delta t}.$$

3. Наличие в витке этой ЭДС вызывает в нем, по закону Ома для полной цепи, ток силой $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$ который за малый промежуток времени Δt переносит по цепи заряд:

$$\Delta q = I\Delta t = \left(\frac{\mathcal{E}}{R}\right)\Delta t = \frac{\Delta\Phi}{R} = \frac{B\Delta S}{R}.$$

4. Таким образом, за полное время трансформации витка по нему протечет заряд:

$$q = \frac{B|S_2 - S_1|}{R}.$$

По условию $S_1 = \pi r^2$, а длина окружности витка, равная $2\pi r$, складывается из длин четырех сторон a квадрата. Отсюда:

$$a = \frac{2\pi r}{4} = \frac{\pi r}{2}, \text{ или } S_2 = a^2 = \frac{\pi^2 r^2}{4}.$$

5. Получаем выражение для модуля заряда:

$$q = \frac{B|S_2 - S_1|}{R} = \frac{B\pi r^2 \left(1 - \frac{\pi}{4}\right)}{R}.$$

Подставляя численные данные из условия, получаем:

$$q = \frac{1 \cdot 3,14 \cdot 0,1^2 \left(1 - \frac{3,14}{4}\right)}{10} \approx 675 \text{ мкКл.}$$

Ответ: $q \approx 675 \text{ мкКл.}$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
I. Записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: уравнение Менделеева — Клапейрона и формулы для пересчета давления жидкости из мм.рт.ст. в Па, температуры из °С в К и объемных процентов в массовые). 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). III. Проведены необходимые математические преобразования и расчеты, 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, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. 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. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные 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.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. 1. Вначале найдем объем класса $V = 8 \cdot 12 \cdot 4,5 = 432 \text{ м}^3$ и пересчитаем давление осенью p_o и зимой p_z из ммрт.ст. в паскали, учитывая, что 1ммрт.ст.=

$gh = 13600 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 136 \text{ Па}$; $p_o = 740 \cdot 136 = 100640 \text{ Па}$; $p_3 = 765 \cdot 136 = 104040 \text{ Па}$. Температуры при этом будут 291 К и 297 К .

2. Затем определим, какая масса воздуха находится в классе при давлении p и температуре T , для чего используем уравнение состояния Менделеева—Клапейрона $pV = \frac{MRT}{\mu}$:

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

3. Получаем для масс воздуха в классе осенью и зимой:

$$M_o = 0,029 \cdot 100640 \cdot \frac{432}{(8,31 \cdot 291)} \approx 521,38 \text{ кг},$$

$$M_3 = 0,029 \cdot 104040 \cdot \frac{432}{(8,31 \cdot 297)} \approx 528,11 \text{ кг}.$$

4. Изменение массы воздуха равно $\Delta M = M_3 - M_o \approx 6,73 \text{ кг}$.

5. Пересчитаем объемный процент содержания азота в воздухе в массовый процент: поскольку

$$p = nkT = kT \frac{N}{V} = kT \cdot \frac{N_{\text{аз}}}{V_{\text{аз}}},$$

то число молекул $N_{\text{аз}}$ относится к полному числу молекул N так же, как и объемы: $\frac{N_{\text{аз}}}{N} = \frac{V_{\text{аз}}}{V} = 0,78$. Отношение масс кислорода и воздуха равно ($m_{\text{аз}}$ и m — массы молекул):

$$N_{\text{аз}} \frac{m_{\text{аз}}}{Nm} = N_{\text{аз}} \frac{\mu_{\text{аз}}}{N\mu} = 0,78 \cdot \frac{0,028}{0,029} \approx 0,753.$$

6. Таким образом, зимой число молекул азота в классе увеличилось на:

$$\begin{aligned} \Delta N_{\text{аз}} &= 0,753 \cdot \frac{\Delta M}{m_{\text{аз}}} = 0,753 \cdot \Delta M \cdot \frac{N_A}{\mu_{\text{аз}}} = 0,753 \cdot 6,73 \cdot \frac{6 \cdot 10^{23}}{0,028} \approx 1,09 \cdot 10^{26}. \quad \Delta N_{\text{аз}} = 0,753 \cdot \frac{\Delta M}{m_{\text{аз}}} = 0,753 \cdot \Delta M \cdot \frac{N_A}{\mu_{\text{аз}}} = \\ &= 0,753 \cdot 6,73 \cdot \frac{6 \cdot 10^{23}}{0,028} \approx 1,09 \cdot 10^{26}. \end{aligned}$$

Ответ: зимой число молекул азота в классе увеличилось на $\approx 1,09 \cdot 10^{26}$ штук.

Примечание.

Правильнее свести результаты в общую формулу, а не вычислять по шагам. Этим можно не только избежать накопления ошибок при округлении промежуточных вычислений, но и заметить, что в общую формулу не входят молярные массы:

$$\Delta N_a = \frac{0,78V}{k} \left(\frac{p_3}{T_3} - \frac{p_o}{T_o} \right).$$

№ 25.

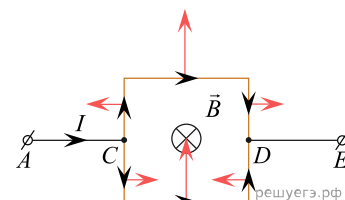
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: формула для силы Ампера, формула для токов, верно указаны силы на рисунке); 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); III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, 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, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка.	2
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. ИЛИ 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. ИЛИ 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.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. Сопротивления верхней и нижней частей рамки равны, поэтому ток в них одинаков и равен половине тока на участке AC . Для того чтобы найти направление сил Ампера, воспользуемся правилом левой руки. Изобразим все токи и действующие на рамку силы Ампера, токи изображены черным цветом, силы Ампера — красным (см. рис.).

Силы Ампера, действующие на боковые части рамки, компенсируются. На верхнюю часть рамки действует сила $F_{A1} = B I_1 l = B \frac{I}{2} l$. На ниж-

нюю: $F_{A2} = B I_2 l = B \frac{I}{2} l$. Равнодействующая всех сил равна сумме этих двух сил Ампера: $F_A = B I l$, откуда $B = \frac{F_A}{I l} = \frac{80 \cdot 10^{-3} \text{ Н}}{2 \text{ А} \cdot 0,1 \text{ м}} = 0,4 \text{ Тл}$.



Ответ: 0,4Тл.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей).	1
В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует.	0
Критерий 2	
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>выражение для скорости груза при свободном падении с определенной высоты, закон сохранения импульса при абсолютно неупругом ударе груза о чашку, условие равновесия чашки до удара, а также закон сохранения механической энергии системы после удара</i>); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, 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, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины).	2

Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.	
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.	
ИЛИ	
В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
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	4

Решение. Обоснование

Систему отсчета, связанную с Землей, будем считать инерциальной. Тело движется поступательно, поэтому его можно принять за материальную точку. При движении тела до удара на него действует только потенциальная сила тяжести (сила сопротивления воздуха пренебрежимо мала), поэтому работа всех непотенциальных сил равна нулю. Значит, в ИСО можно применить закон сохранения энергии при движении груза до соударения с чашей.

Удар абсолютно неупругий. При соударении на тела действует внутренняя сила взаимодействия, которая является довольно большой, поскольку промежуток времени взаимодействия мал, а импульс тел изменяется на конечную величину. Поэтому действием силы тяжести по сравнению с ней можно пренебречь. Следовательно, в ИСО применим закон сохранения импульса.

Далее систему «тело—чаша—пружины» можно считать замкнутой при отсутствии силы трения и сопротивления (поскольку силы тяжести и упругости пружин являются потенциальными), поэтому применим закон сохранения энергии.

Перейдем к решению.

Груз, падая с высоты h на чашку, в свободном падении приобретает скорость $v_1 = \sqrt{2gh}$. После абсолютно неупругого столкновения с чашкой той же массы, по закону сохранения импульса $mv_1 = 2mv_2$ находим начальную скорость чашки с прилипшим к ней грузом:

$$v_2 = \frac{v_1}{2} = \sqrt{\frac{gh}{2}}.$$

При дальнейшем движении чашки полная механическая энергия системы сохраняется. В нее в начальном состоянии входят кинетическая энергия чашки, потенциальная энергия чашки (относительно ее наинизшего положения), а также энергия упругой деформации пружин, а в конечном состоянии — только упругая энергия пружин:

$$\frac{2m \cdot v_2^2}{2} + 2m \cdot gH + \frac{kh_0^2}{2} = \frac{k(h_0 + H)^2}{2}.$$

Начальное растяжение h_0 пружин находим из условия равновесия чашки до падения в нее груза: $mg = kh_0$, откуда:

$$h_0 = \frac{mg}{k}.$$

Подставляя в записанное выше соотношение выражения для скорости v_2 и величины h_0 , получаем квадратное уравнение для определения искомой величины H :

$$kH^2 - 2mgH - mgh = 0.$$

Откуда, с учетом положительности корня, для H имеем:

$$H = \frac{mg}{k} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{kh}{mg}} \right) = \frac{0,5 \cdot 10}{400} \cdot \left(1 + \sqrt{1 + \frac{400 \cdot 0,1}{0,5 \cdot 10}} \right) = 5 \text{ см.}$$

Ответ: 5 см.

