

Диагностическая работа по ФИЗИКЕ

7 декабря 2010 года

11 класс

Вариант № 1

Район _____

Город (населенный пункт) _____

Школа _____

Класс _____

Фамилия _____

Имя _____

Отчество _____

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 4 часа (240 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 35 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (В1–В4), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

Часть 3 состоит из 6 задач (С1–С6), для которых требуется дать развернутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санти	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Масса частиц

электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м^3
воды	1000 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	ртути	13600 кг/м^3

Удельная теплоемкость

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	алюминия	$900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	меди	$380 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
железа	$640 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	чугуна	$500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
свинца	$130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		

Удельная теплота

парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$

Нормальные условия давление 10^5 Па , температура 0°С

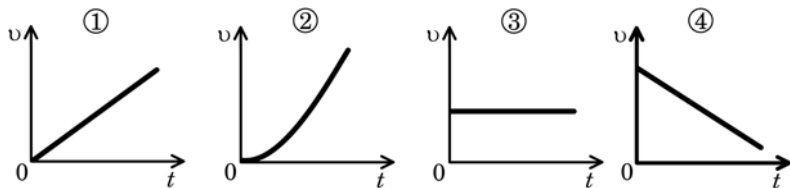
Молярная масса

азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	молибдена	$96 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1 – A25) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1 Материальная точка движется прямолинейно. На рисунке изображены графики зависимости модуля скорости материальной точки от времени. Какой из приведенных графиков соответствует равномерному движению?

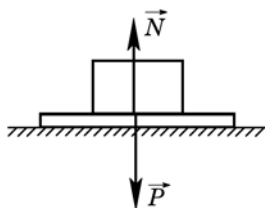


- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

A2 Тело бросили вертикально вверх с начальной скоростью V_0 . В верхней точке траектории ускорение этого тела

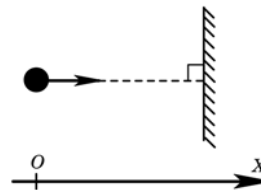
- 1) направлено вверх
- 2) направлено вниз
- 3) равно нулю
- 4) может быть направлено как вверх, так и вниз – в зависимости от модуля V_0

A3 Брусок покоится на горизонтальной поверхности доски. Изображенные на рисунке сила реакции доски \vec{N} и вес бруска \vec{P} равны по модулю согласно



- 1) первому закону Ньютона
- 2) второму закону Ньютона
- 3) третьему закону Ньютона
- 4) закону всемирного тяготения

A4 Мячик массой 1 кг движется вдоль оси Ox со скоростью 5 м/с перпендикулярно закрепленной стенке. После абсолютно упругого удара о стенку мячик отскакивает в противоположном направлении. Изменение проекции импульса мячика на ось Ox в результате такого соударения равно

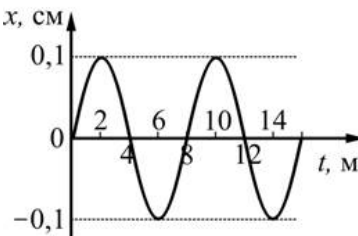


- 1) $-5 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$
- 2) $5 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$
- 3) $10 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$
- 4) $-10 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$

A5 Кинетическая энергия тела может превращаться

- 1) только в потенциальную энергию
- 2) только во внутреннюю энергию
- 3) и в потенциальную, и во внутреннюю энергию
- 4) только в кинетическую энергию

A6 На рисунке изображен график зависимости координаты x тела, совершающего гармонические колебания, от времени t . Определите частоту этих колебаний



- 1) 0,2 Гц 2) 0,1 Гц 3) 250 Гц 4) 125 Гц

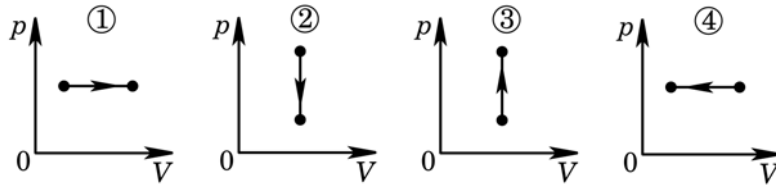
A7 Брусок массой 1,8 кг движется со скоростью 2 м/с вдоль гладкой горизонтальной плоскости. Навстречу бруску летит пуля массой 9 г со скоростью 900 м/с. Пуля мгновенно пробивает брусок насквозь, при этом брусок останавливается. Скорость, с которой пуля вылетает из бруска, равна

- 1) 900 м/с 2) 500 м/с 3) 400 м/с 4) 200 м/с

A8 При неизменной концентрации молекул давление идеального газа уменьшилось в 3 раза. В результате температура этого газа, измеренная в градусах Кельвина

- 1) увеличилась в 3 раза
- 2) уменьшилась в 3 раза
- 3) уменьшилась в 9 раз
- 4) не изменилась

A9 На рисунке изображены графики процессов, производимых над идеальным газом. Какие из них соответствуют увеличению внутренней энергии газа?



- 1) 1 и 4
- 2) 1 и 3
- 3) 2 и 3
- 4) 2 и 4

A10 Жидкость заполняет половину объема закрытого сосуда. Как изменяется концентрация молекул жидкости в пространстве над ней при увеличении температуры?

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется
- 4) может как увеличиваться, так и уменьшаться

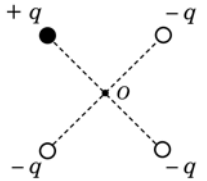
A11 При увеличении температуры нагревателя и неизменной температуре холодильника КПД идеальной тепловой машины

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется
- 4) может и увеличиться, и уменьшиться

A12 Газ, находившийся при атмосферном давлении, сжимают изотермически до объема 10 м^3 . При этом давление газа изменилось на 40 кПа. Чему был равен начальный объем газа?

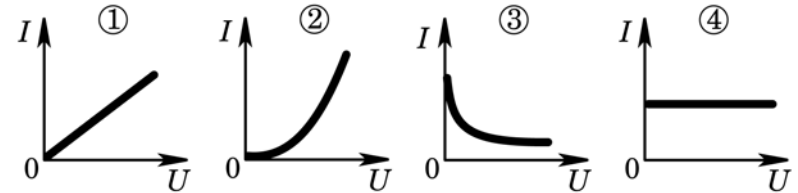
- 1) 60 м^3
- 2) 35 м^3
- 3) 14 м^3
- 4) 12 м^3

A13 В вершинах квадрата расположены точечные заряды, равные по модулю, но различные по знаку. Заряд $+q$ создает в точке O электрическое поле, модуль напряженности которого равен E_0 . Модуль напряженности электрического поля, которое создают в точке O все четыре заряда, равен



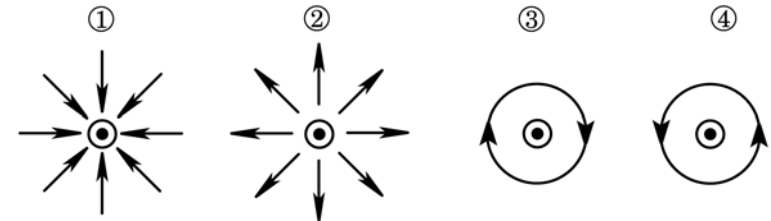
- 1) $4E_0$
- 2) $2E_0$
- 3) $2\sqrt{2} \cdot E_0$
- 4) 0

A14 Постоянный ток протекает через резистор, имеющий неизменное сопротивление. Какой из графиков правильно отражает зависимость силы тока I от напряжения U на контактах резистора?



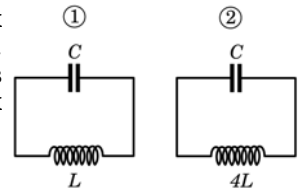
- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

A15 На каком из рисунков правильно изображены линии магнитной индукции для тонкого очень длинного прямого провода, по которому течет постоянный ток, направленный перпендикулярно плоскости рисунка «на нас» (\odot)?



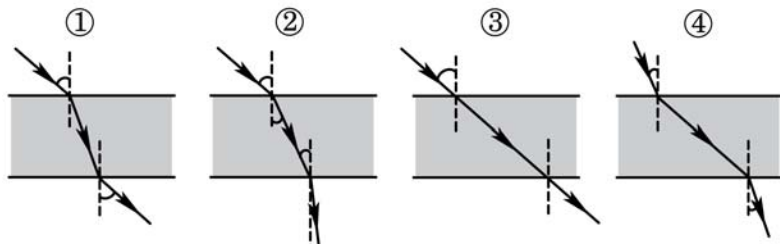
- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

A16 На рисунке изображены схемы двух электрических колебательных контуров. Отношение частоты собственных колебаний в первом контуре к частоте собственных колебаний во втором контуре равно



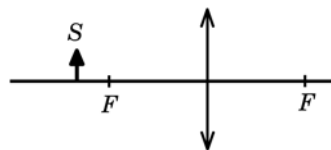
- 1) $\frac{\omega_1}{\omega_2} = 2$
- 2) $\frac{\omega_1}{\omega_2} = 4$
- 3) $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{1}{2}$
- 4) $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{1}{4}$

A17 Луч света падает из воздуха на поверхность прозрачной плоскопараллельной стеклянной пластинки и проходит сквозь нее. На каком рисунке правильно показан ход луча?



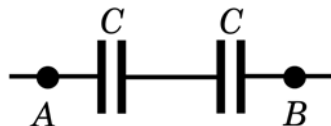
- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

A18 На рисунке изображена собирающая линза, показаны ее фокусы F и предмет S . Изображение предмета будет



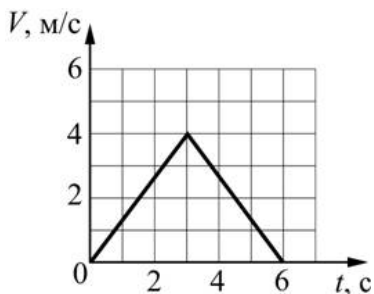
- 1) действительным
 2) перевернутым
 3) увеличенным
 4) действительным, перевернутым и увеличенным

A19 Два одинаковых конденсатора соединены последовательно. При разности потенциалов между точками A и B равной 500 В, суммарная энергия конденсаторов составляет 0,5 Дж. Емкость C каждого конденсатора равна



- 1) 2 мкФ 2) 8 мкФ 3) 2 мФ 4) 4 мФ

A20 Материальная точка движется прямолинейно. На рисунке показана зависимость модуля ее скорости V от времени t . Какой путь проходит материальная точка за первые 6 секунд движения?



- 1) 12 м 2) 24 м 3) 0 м 4) 6 м

A21 В результате некоторого атмосферного процесса плотность водяных паров, содержащихся в воздухе, уменьшается при постоянной температуре. При этом парциальное давление водяных паров

- 1) не изменяется
 2) уменьшается
 3) увеличивается
 4) может как увеличиваться, так и уменьшаться

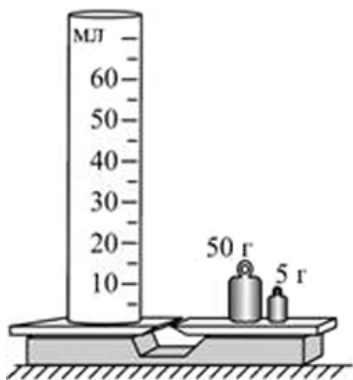
A22 Постоянный ток силой I протекает через проводник. За время t в нем выделяется количество теплоты Q . Чему равно сопротивление этого проводника?

- 1) $R = \sqrt{\frac{Qt}{I}}$ 2) $R = \sqrt{\frac{Q}{It}}$ 3) $R = \frac{Q}{I^2 t}$ 4) $R = \frac{Qt}{I^2}$

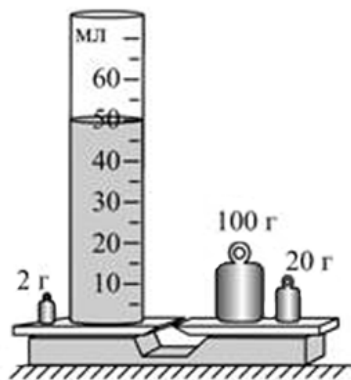
A23 Температура нагревателя идеальной тепловой машины равна 237 °С. За один цикл рабочее тело машины получает от нагревателя количество теплоты, равное 1600 Дж, и отдает холодильнику 800 Дж теплоты. Температура холодильника этой тепловой машины равна

- 1) 225 °С 2) 18 °С 3) -118,5 °С 4) -18 °С

A24 | Стекланную мензурку уравновешивают на весах с помощью набора гирь (рисунок а). Затем в мензурку наливают неизвестную жидкость, и опять уравновешивают ее на весах (рисунок б). Чему равна плотность налитой в мензурку жидкости?



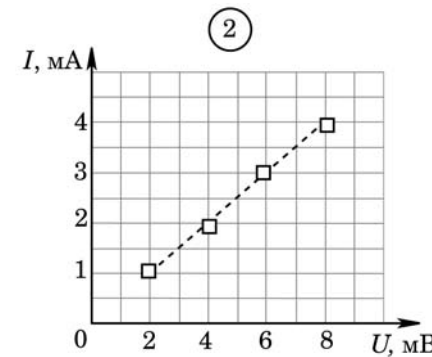
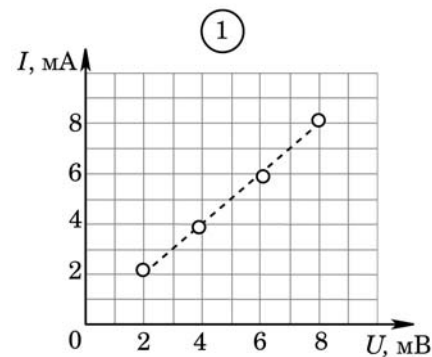
а



б

- 1) 1260 кг/м³
- 2) 2182 кг/м³
- 3) 2360 кг/м³
- 4) 5900 кг/м³

A25 | Для экспериментального изучения закона Ома для участка цепи были проведены измерения силы постоянного тока I , текущего по двум различным участкам цепи, и напряжения U на этих участках. По результатам измерений были построены графики зависимостей $I(U)$.



Какое(-ие) из утверждений соответствует(-ют) результатам эксперимента?

- А. В первом случае сопротивление участка цепи $R_1 = 1$ Ом, во втором случае – сопротивление участка цепи $R_2 = 2$ Ом.
- Б. На участке цепи, сопротивление которого больше, сила тока при увеличении напряжения возрастает медленнее.

- 1) только А
- 2) только Б
- 3) и А, и Б
- 4) ни А, ни Б

Часть 2

Ответом к каждому из заданий В1 – В4 будет некоторая последовательность цифр. Эту последовательность надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания без пробелов и каких-либо символов начиная с первой клеточки. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами.

В1 Маленький шарик подвешен на нити к потолку. Шарик немного отклоняют от его положения равновесия и опускают без начальной скорости. Шарик начинает совершать гармонические колебания. Как изменяются за вторую четверть периода этих колебаний следующие физические величины: кинетическая энергия шарика, потенциальная энергия шарика, полная энергия шарика?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

<u>ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ</u>	<u>ИХ ИЗМЕНЕНИЕ</u>
-----------------------------------	----------------------------

- | | |
|---------------------------------|------------------|
| А) кинетическая энергия шарика | 1) увеличивается |
| Б) потенциальная энергия шарика | 2) уменьшается |
| В) полная энергия шарика | 3) не изменяется |

Ответ:

А	Б	В

В2 Санки соскальзывают с горки и попадают на ровную горизонтальную поверхность, после чего, из-за наличия сухого трения, движутся равнозамедленно до полной остановки. Как изменятся следующие физические величины: модуль ускорения санок, длина пройденного санками до остановки пути, модуль работы силы трения, если коэффициент трения между поверхностью и полозьями санок будет в 2 раза больше? В обоих случаях санки соскальзывают с одной и той же высоты.

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.

<u>ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ</u>	<u>ИХ ИЗМЕНЕНИЕ</u>
-----------------------------------	----------------------------

- | | |
|--|-----------------|
| А) модуль ускорения санок | 1) увеличится |
| Б) длина пройденного санками до остановки пути | 2) уменьшится |
| В) модуль работы силы трения | 3) не изменится |

Ответ:

А	Б	В

В3 Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью C и катушки индуктивностью L . При электромагнитных колебаниях, происходящих в этом контуре, максимальный заряд конденсатора равен q . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) энергия, запасенная в колебательном контуре
- Б) максимальная сила тока, протекающего через катушку

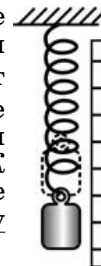
ФОРМУЛЫ

- 1) $q\sqrt{\frac{C}{L}}$
- 2) $\frac{q^2}{2C}$
- 3) $\frac{Cq^2}{2}$
- 4) $\frac{q}{\sqrt{LC}}$

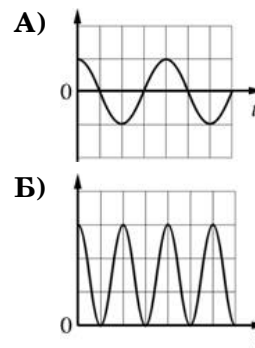
Ответ:

А	Б
□	□

В4 Груз пружинного маятника отклоняют на небольшое расстояние вертикально вниз от положения равновесия и отпускают. Принимая за начало колебаний ($t = 0$) момент времени, в который груз отпускают, установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) координата груза
- 2) скорость груза
- 3) кинетическая энергия груза
- 4) потенциальная энергия пружины

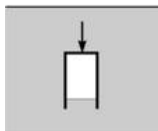
Ответ:

А	Б
□	□

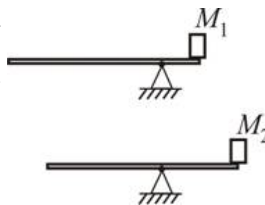
Часть 3

Задания С1 – С6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи.

- С1** Пустой тонкостенный цилиндрический стакан переворачивают верх дном и медленно погружают в глубокий водоем, удерживая ось стакана в вертикальном положении. Над поверхностью водоема находится воздух, температура которого равна температуре воды. Опираясь на законы механики и молекулярной физики, объясните, как при погружении стакана от поверхности воды вглубь водоема будет изменяться модуль выталкивающей силы, действующей на стакан.



- С2** Тонкую тяжелую рейку уравнивают на опоре грузами, закрепленными на краю рейки (см. рисунок). В первом случае рейка уравновешена грузом массой M_1 . Во втором случае – грузом массой $M_2 = M_1 / 4$, при этом расстояния от опоры до точки крепления грузов отличаются в два раза. Определите, какая часть длины рейки находилась правее опоры в первом случае.



- С3** Среднеквадратичная скорость молекул идеального одноатомного газа, заполняющего закрытый сосуд, равна $\bar{v} = 450$ м/с. Как и на сколько изменится среднеквадратичная скорость молекул этого газа, если давление в сосуде вследствие охлаждения газа уменьшить на 19%?

- С4** Электрическая цепь состоит из источника тока и подключенной к нему внешней нагрузки. Выделяющаяся на внешней нагрузке мощность составляет $\eta = 20\%$ от мощности, выделяющейся во всей электрической цепи (то есть КПД цепи равен $\eta = 20\%$). Определите отношение внутреннего сопротивления источника к сопротивлению внешней нагрузки. Сопротивлением соединительных проводов можно пренебречь

- С5** Небольшое тело совершает вращение по окружности с постоянной по модулю скоростью $u = 0,1$ м/с вокруг оси, совпадающей с главной оптической осью собирающей линзы. Расстояние от тела до линзы постоянно и равно 15 см. Фокусное расстояние линзы $F = 10$ см. С какой скоростью V движется изображение этого тела?

- С6** В цилиндрическом сосуде под поршнем находится водяной пар в количестве $\nu = 2$ моля при комнатной температуре. Известно, что давление насыщенного водяного пара в 2 раза больше, чем давление пара в сосуде. Поршень медленно вдвигают в сосуд, уменьшая занимаемый паром объем в 6 раз при постоянной температуре. Определите массу водяного пара, оставшегося под поршнем. Пар считать идеальным газом.

Диагностическая работа по ФИЗИКЕ

7 декабря 2010 года

11 класс

Вариант № 2

Район _____

Город (населенный пункт) _____

Школа _____

Класс _____

Фамилия _____

Имя _____

Отчество _____

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 4 часа (240 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 35 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (В1–В4), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

Часть 3 состоит из 6 задач (С1–С6), для которых требуется дать развернутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санти	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Масса частиц

электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м^3
воды	1000 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	ртути	13600 кг/м^3

Удельная теплоемкость

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	алюминия	$900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	меди	$380 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
железа	$640 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	чугуна	$500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
свинца	$130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		

Удельная теплота

парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$

Нормальные условия давление 10^5 Па , температура 0°С

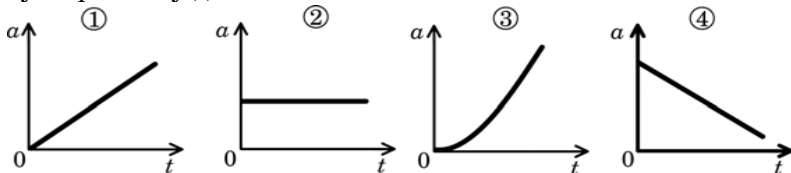
Молярная масса

азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	молибдена	$96 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1 – A25) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1 Материальная точка движется прямолинейно. На рисунке изображены графики зависимости модуля ускорения материальной точки от времени. Какой из приведенных графиков соответствует равноускоренному движению?

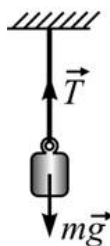


- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

A2 Тело свободно падает вертикально вниз. В течение времени падения ускорение этого тела

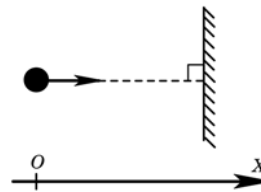
- 1) всё время возрастает по модулю
- 2) всё время убывает по модулю
- 3) постоянно по модулю и направлено вниз
- 4) постоянно по модулю и направлено вверх

A3 Гирия подвешена к потолку на нити. Изображенные на рисунке сила натяжения нити \vec{T} и сила тяжести $m\vec{g}$ равны по модулю согласно



- 1) первому закону Ньютона
- 2) второму закону Ньютона
- 3) третьему закону Ньютона
- 4) закону всемирного тяготения

A4 Мячик массой 1 кг движется вдоль оси Ox со скоростью 5 м/с перпендикулярно закрепленной стенке. После абсолютно упругого удара о стенку мячик отскакивает в противоположном направлении. В результате такого соударения мячик передает стенке импульс, модуль которого равен

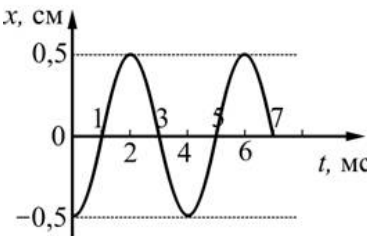


- 1) $-5 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$
- 2) $5 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$
- 3) $10 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$
- 4) $-10 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$

A5 Потенциальная энергия тела может превращаться

- 1) только в кинетическую энергию
- 2) только во внутреннюю энергию
- 3) и в кинетическую, и во внутреннюю энергию
- 4) только в потенциальную энергию

A6 На рисунке изображен график зависимости координаты x тела, совершающего гармонические колебания, от времени t . Определите частоту этих колебаний.



- 1) 250 Гц 2) 50 Гц 3) 0,5 Гц 4) 1 Гц

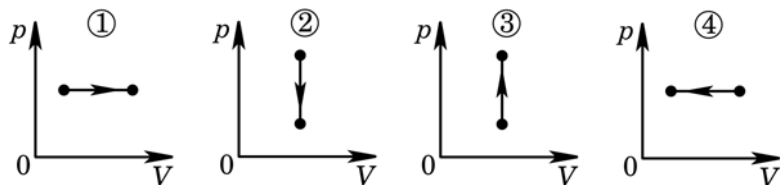
A7 Брусок массой 1,8 кг движется со скоростью 2 м/с вдоль гладкой горизонтальной плоскости. Навстречу бруску летит пуля массой 9 г. Пуля мгновенно пробивает брусок насквозь и вылетает из него со скоростью 500 м/с. При этом брусок останавливается. Чему равна начальная скорость пули?

- 1) 500 м/с 2) 600 м/с 3) 750 м/с 4) 900 м/с

A8 При неизменной концентрации молекул идеального газа его абсолютная температура увеличилась в 2 раза. В результате давление этого газа

- 1) увеличилось в 2 раза
- 2) уменьшилось в 2 раза
- 3) уменьшилось в 4 раза
- 4) не изменилось

A9 На рисунке изображены графики процессов, производимых над идеальным газом. В каких процессах газ совершал положительную работу?



- 1) 1 и 3
- 2) 1 и 4
- 3) только 1
- 4) только 4

A10 Молекулы жидкости покидают ее поверхность

- 1) только при температуре кипения
- 2) при температуре выше температуры кипения
- 3) при температуре большей, чем температура окружающего воздуха
- 4) при любой температуре

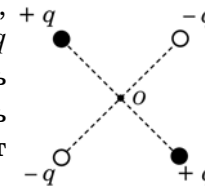
A11 При увеличении температуры холодильника и неизменной температуре нагревателя КПД идеальной тепловой машины

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется
- 4) может и увеличиться, и уменьшиться

A12 Объем некоторого газа изотермически уменьшают в 2 раза. При этом давление газа изменяется на 60 кПа. Чему было равно начальное давление газа?

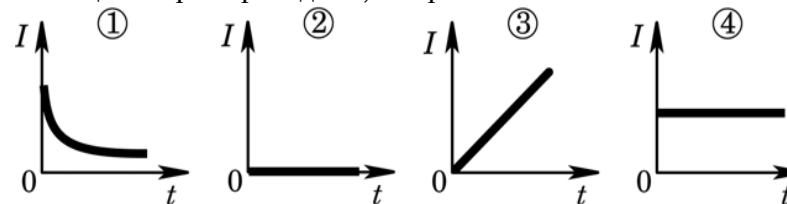
- 1) 120 кПа
- 2) 60 кПа
- 3) 30 кПа
- 4) 50 кПа

A13 В вершинах квадрата расположены точечные заряды, равные по модулю, но различные по знаку. Заряд $+q$ создает в точке O электрическое поле, модуль напряженности которого равен E_0 . Модуль напряженности электрического поля, которое создают в точке O все четыре заряда, равен



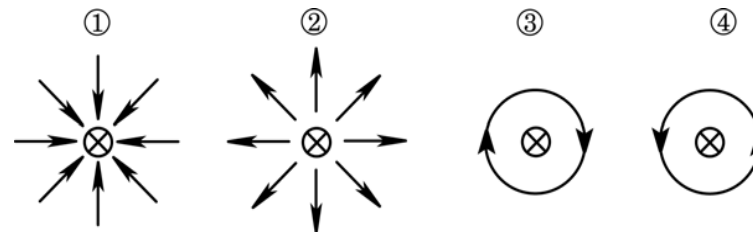
- 1) $4E_0$
- 2) $2E_0$
- 3) $2\sqrt{2} \cdot E_0$
- 4) 0

A14 Два металлических шара, имеющих одинаковые радиусы и несущих одинаковые электрические заряды, соединяют проводником. Какой из графиков правильно отражает зависимость силы тока I , протекающего через проводник, от времени t ?



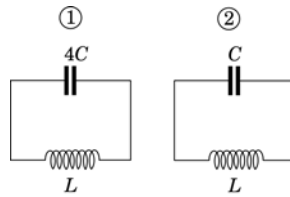
- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

A15 На каком из рисунков правильно изображены линии магнитной индукции для тонкого очень длинного прямого провода, по которому течет постоянный ток, направленный перпендикулярно плоскости рисунка «от нас» (\otimes)?



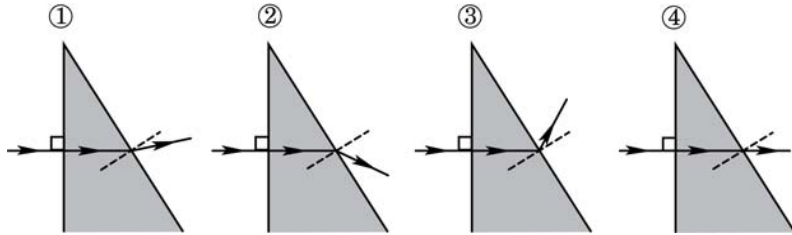
- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

A16 На рисунке изображены схемы двух электрических колебательных контуров. Отношение частоты собственных колебаний в первом контуре к частоте собственных колебаний во втором контуре равно



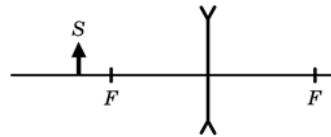
- 1) $\frac{\omega_1}{\omega_2} = 2$ 2) $\frac{\omega_1}{\omega_2} = 4$ 3) $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{1}{2}$ 4) $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{1}{4}$

A17 Луч света падает из воздуха на поверхность прозрачного стеклянного клина и проходит сквозь него. На каком рисунке правильно показан ход луча?



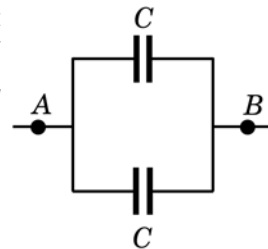
- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

A18 На рисунке изображена рассеивающая линза, показаны ее фокусы F и предмет S . Изображение предмета будет



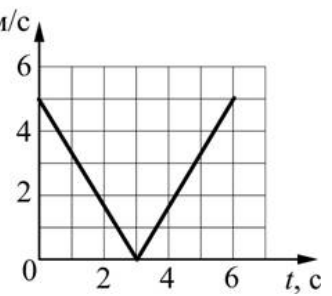
- 1) мнимым
2) перевернутым
3) увеличенным
4) мнимым, перевернутым и увеличенным

A19 Два одинаковых конденсатора соединены параллельно. При разности потенциалов между точками A и B , равной 500 В, суммарная энергия конденсаторов составляет 0,5 Дж. Емкость C каждого конденсатора равна



- 1) 2 мкФ 2) 8 мкФ 3) 2 мФ 4) 4 мФ

A20 Материальная точка движется прямолинейно. На рисунке показана зависимость модуля ее скорости V от времени t . Какой путь проходит материальная точка за первые 6 секунд движения?



- 1) 7,5 м 2) 30 м 3) 0 м 4) 15 м

A21 В результате некоторого атмосферного процесса плотность водяных паров, содержащихся в воздухе, увеличивается при постоянной температуре. При этом относительная влажность воздуха

- 1) не изменяется
2) уменьшается
3) увеличивается
4) может как увеличиться, так и уменьшиться

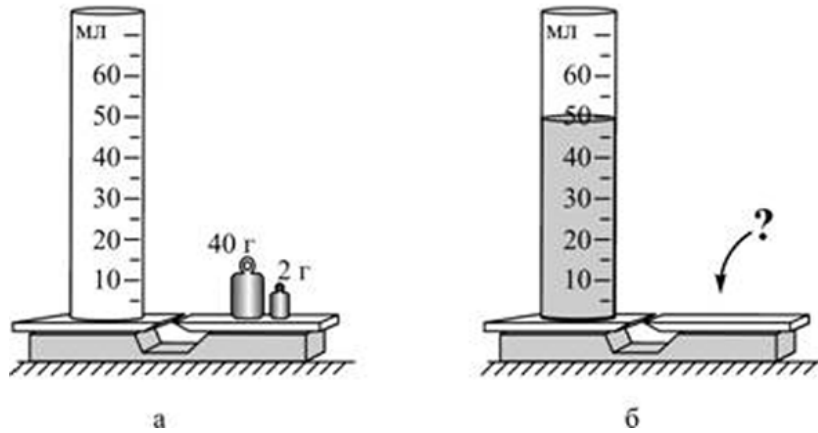
A22 Мощность электронагревательной батареи, питаемой постоянным током, равна N , а напряжение на ее клеммах U . Чему равно сопротивление этой батареи?

- 1) $R = \frac{U^2}{N}$ 2) $R = \frac{U}{N^2}$ 3) $R = \sqrt{\frac{N}{U}}$ 4) $R = \frac{\sqrt{N}}{U}$

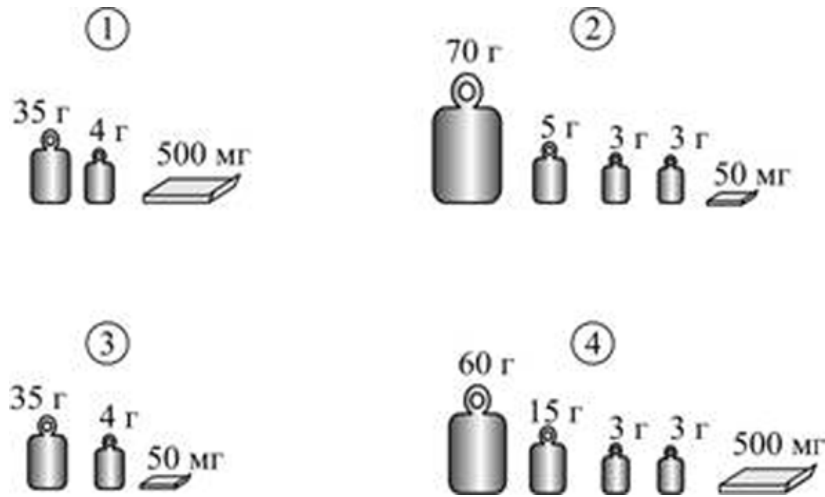
A23 Температура нагревателя идеальной тепловой машины равна 500 К, а температура ее холодильника 300 К. За один цикл рабочее тело машины получает от нагревателя количество теплоты, равное 500 Дж. Какую работу совершает машина за один цикл работы?

- 1) 200 Дж 2) 1250 Дж 3) - 200 Дж 4) - 1250 Дж

A24 Стекломерную мензурку уравнивают на весах с помощью набора гирь (рисунок а). Затем в мензурку наливают жидкость плотностью 790 кг/м³ (рисунок б).

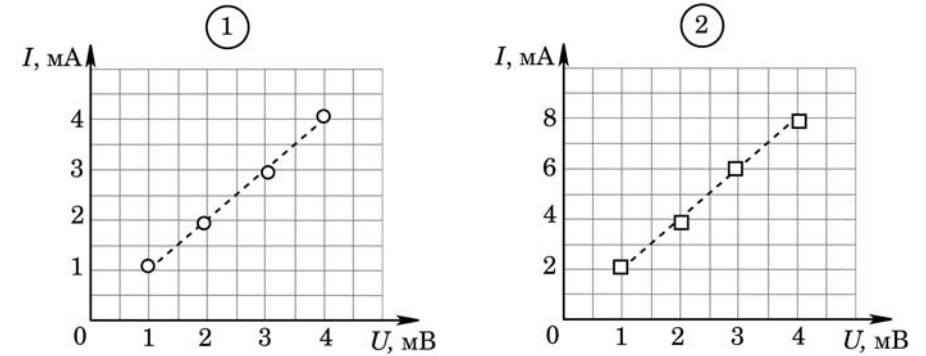


На каком из следующих рисунков правильно показан набор грузов, с помощью которых будет уравновешена мензурка с жидкостью?



- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

A25 Для экспериментального изучения закона Ома для участка цепи были проведены измерения силы постоянного тока I , текущего по двум различным участкам цепи, и напряжения U на этих участках. По результатам измерений были построены графики зависимостей $I(U)$.



Какое(-ие) из утверждений соответствует(-ют) результатам эксперимента?

- А. В первом случае сопротивление участка цепи меньше, чем во втором случае.
 Б. На участке цепи, сопротивление которого меньше, сила тока при увеличении напряжения возрастает медленнее.

- 1) только А
 2) только Б
 3) и А, и Б
 4) ни А, ни Б

Часть 2

Ответом к каждому из заданий В1 – В4 будет некоторая последовательность цифр. Эту последовательность надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания без пробелов и каких-либо символов начиная с первой клеточки. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами.

В1 Пружина, один конец которой прикреплен к стене, растянута на 2 см. Пружину возвращают в нерастянутое состояние, после чего сжимают на 1 см. Как в результате изменятся следующие физические величины: модуль силы упругости, потенциальная энергия пружины, модуль силы реакции стены?

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.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- | | |
|----------------------------------|-----------------|
| А) модуль силы упругости | 1) увеличится |
| Б) потенциальная энергия пружины | 2) уменьшится |
| В) модуль силы реакции стены | 3) не изменится |

Ответ:

А	Б	В

В2

Санки соскальзывают с горки и попадают на ровную горизонтальную поверхность, после чего, из-за наличия сухого трения, движутся равнозамедленно до полной остановки. Как изменятся следующие физические величины: модуль ускорения санок, длина пройденного санками до остановки пути, модуль работы силы трения, если коэффициент трения между поверхностью и полозьями санок будет в 2 раза меньше? В обоих случаях санки соскальзывают с одной и той же высоты.

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.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- | | |
|--|-----------------|
| А) модуль ускорения санок | 1) увеличится |
| Б) длина пройденного санками до остановки пути | 2) уменьшится |
| В) модуль работы силы трения | 3) не изменится |

Ответ:

А	Б	В

В3 Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью C и катушки индуктивностью L . При электромагнитных колебаниях, происходящих в этом контуре, максимальное напряжение на конденсаторе равно U . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) энергия, запасенная в колебательном контуре
- Б) максимальная сила тока, протекающего через катушку

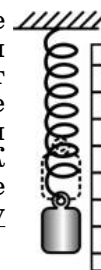
ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{CU^2}{2}$
- 2) $\frac{U^2}{2L}$
- 3) $\frac{UL}{C}$
- 4) $U\sqrt{\frac{C}{L}}$

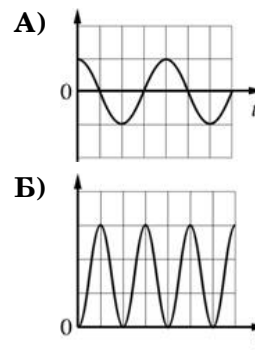
Ответ:

А	Б

В4 Груз пружинного маятника отклоняют на небольшое расстояние вертикально вниз от положения равновесия и отпускают. Принимая за начало колебаний ($t = 0$) момент времени, в который груз отпускают, установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) координата груза
- 2) скорость груза
- 3) кинетическая энергия груза
- 4) потенциальная энергия пружины

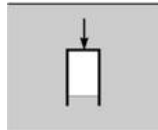
Ответ:

А	Б

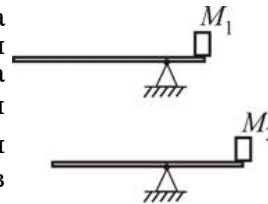
Часть 3

Задания С1 – С6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи.

- С1** Пустой тонкостенный цилиндрический стакан переворачивают верх дном и медленно погружают в глубокий водоем, удерживая ось стакана в вертикальном положении. Над поверхностью водоема находится воздух, температура которого равна температуре воды. Опираясь на законы механики и молекулярной физики, объясните, как при погружении стакана от поверхности воды вглубь водоема будет изменяться модуль выталкивающей силы, действующей на стакан.



- С2** Тонкую тяжелую рейку уравнивают на опоре грузами, закрепленными на краю рейки (см. рисунок). В первом случае рейка уравновешена грузом массой M_1 . Во втором случае – грузом массой $M_2 = M_1/4$, при этом расстояния от опоры до точки крепления грузов отличаются в два раза. Определите, какая часть длины рейки находилась правее опоры в первом случае.



- С3** Среднеквадратичная скорость молекул идеального одноатомного газа, заполняющего закрытый сосуд, равна $\bar{v} = 450$ м/с. Как и на сколько изменится среднеквадратичная скорость молекул этого газа, если давление в сосуде вследствие охлаждения газа уменьшить на 19%?

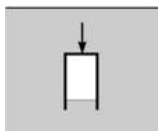
- С4** Электрическая цепь состоит из источника тока и подключенной к нему внешней нагрузки. Выделяющаяся на внешней нагрузке мощность составляет $\eta = 20\%$ от мощности, выделяющейся во всей электрической цепи (то есть КПД цепи равен $\eta = 20\%$). Определите отношение внутреннего сопротивления источника к сопротивлению внешней нагрузки. Сопротивлением соединительных проводов можно пренебречь

- С5** Небольшое тело совершает вращение по окружности с постоянной по модулю скоростью $u = 0,1$ м/с вокруг оси, совпадающей с главной оптической осью собирающей линзы. Расстояние от тела до линзы постоянно и равно 15 см. Фокусное расстояние линзы $F = 10$ см. С какой скоростью V движется изображение этого тела?

- С6** В цилиндрическом сосуде под поршнем находится водяной пар в количестве $\nu = 2$ моля при комнатной температуре. Известно, что давление насыщенного водяного пара в 2 раза больше, чем давление пара в сосуде. Поршень медленно вдвигают в сосуд, уменьшая занимаемый паром объем в 6 раз при постоянной температуре. Определите массу водяного пара, оставшегося под поршнем. Пар считать идеальным газом.

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

C1 Пустой тонкостенный цилиндрический стакан переворачивают верх дном и медленно погружают в глубокий водоем, удерживая ось стакана в вертикальном положении. Над поверхностью водоема находится воздух, температура которого равна температуре воды. Опираясь на законы механики и молекулярной физики, объясните, как при погружении стакана от поверхности воды вглубь водоема будет изменяться модуль выталкивающей силы, действующей на стакан.



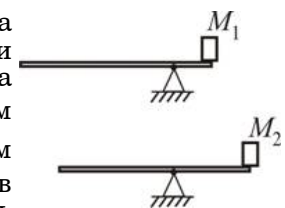
Решение:

1) При медленном погружении перевернутого стакана вглубь водоема на находящиеся в стакане воздух и пары воды будет действовать сила давления воды. Эта сила складывается из постоянной силы атмосферного давления на поверхность водоема и силы дополнительного гидростатического давления столба воды над ее уровнем в стакане. Последняя сила возрастает с глубиной погружения стакана, поэтому давление газов внутри стакана будет возрастать.

2) Так как температура по условию задачи постоянна, а давление газов при погружении возрастает, то объем, занимаемый в стакане воздухом и паром, по мере погружения стакана будет уменьшаться. Это будет происходить из-за затекания в стакан воды под действием возрастающей силы гидростатического давления. Уменьшение занимаемого воздухом и паром объема стакана, в соответствии с законом Архимеда, будет приводить к уменьшению модуля действующей на стакан выталкивающей силы.

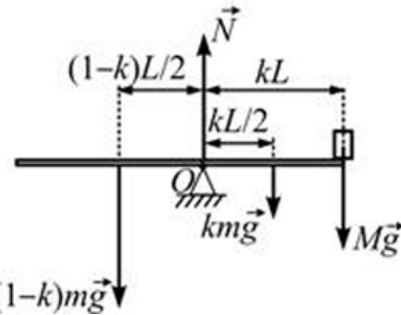
Содержание критерия	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае – <i>правильно указано изменение модуля действующей на стакан выталкивающей силы</i>), и полное верное объяснение с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае – <i>качественная зависимость гидростатического давления столба воды от глубины, объяснение причин уменьшения объема газов в стакане, ссылка на закон Архимеда</i>).</p>	3
<p>Приведено решение и дан верный ответ, но имеется один из следующих недостатков: – в объяснении содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи, хотя указаны все необходимые физические явления и законы; ИЛИ – рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объеме или в них содержатся логические недочеты; ИЛИ – указаны не все физические явления и законы, необходимые для полного правильного решения.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев: – приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но дан неверный или неполный ответ; ИЛИ – приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но ответ не дан; ИЛИ – представлен только правильный ответ без обоснований.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

C2 Тонкую тяжелую рейку уравнивают на опоре грузами, закрепленными на краю рейки (см. рисунок). В первом случае рейка уравновешена грузом массой M_1 . Во втором случае – грузом массой $M_2 = M_1 / 4$, при этом расстояния от опоры до точки крепления грузов отличаются в два раза. Определите, какая часть длины рейки находилась правее опоры в первом случае.



Решение:

Как в первом, так и во втором случаях, на рейку действуют (см. рисунок) с правой стороны опоры – сила тяжести груза и сила тяжести правой части рейки; с левой стороны опоры – сила тяжести левой части рейки. Все эти силы направлены вертикально вниз. Со стороны опоры на рейку действует сила реакции, направленная вертикально вверх. Обозначим длину рейки L .



Пусть выступающая справа часть рейки в первом случае имеет длину kL ,

а ее масса равна km .

Во втором случае пусть эти величины равны, соответственно, nL и nm . По условию задачи $n = 2k$. Воспользуемся условием равновесия рейки и запишем уравнения моментов относительно горизонтальной оси, проходящей через точку O .

Для первого случая: $(1 - k)mg \cdot \frac{(1 - k)L}{2} = kmg \cdot \frac{kL}{2} + M_1g \cdot kL;$

для второго случая: $(1 - n)mg \cdot \frac{(1 - n)L}{2} = nmg \cdot \frac{nL}{2} + M_2g \cdot nL.$

Отсюда следует равенство $\frac{M_1}{M_2} = \frac{n \cdot (1 - 2k)}{k \cdot (1 - 2n)}$. Учитывая условия задачи $n = 2k$ и

$M_2 = M_1 / 4$, получаем $4 = \frac{2 \cdot (1 - 2k)}{(1 - 4k)}$, и $k = \frac{1}{6}$.

Ответ: $\frac{1}{6}$.

Содержание критерия	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении – <i>выражения для сил тяжести, действующих на груз и на участки рейки, выражения для моментов этих сил относительно выбранной оси, условие равновесия рейки</i>);</p> <p>2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ; при этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</p>	3
<p>Представленное решение содержит п.1 полного решения, но и имеет один из следующих недостатков:</p> <ul style="list-style-type: none"> – в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка; ИЛИ – необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены; ИЛИ – не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде; ИЛИ – решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа. 	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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 утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. 	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

С3 Среднеквадратичная скорость молекул идеального одноатомного газа, заполняющего закрытый сосуд, равна $\bar{v} = 450$ м/с. Как и на сколько изменится среднеквадратичная скорость молекул этого газа, если давление в сосуде вследствие охлаждения газа уменьшить на 19%?

Решение:

Среднеквадратичная скорость молекул идеального газа при температуре T

равна $\bar{v} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$, где k – постоянная Больцмана, m_0 – масса одной молекулы

этого газа. Учитывая соотношение $\frac{M}{m_0} = \frac{R}{k} = N_A$, где R – универсальная

газовая постоянная, M – молярная масса газа, N_A – постоянная Авогадро,

выразим среднеквадратичную скорость молекул в виде $\bar{v} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$.

Согласно уравнению Клапейрона-Менделеева, $pV = \nu RT = \frac{m}{M}RT$, где p –

давление газа, V – объем сосуда, m – масса газа. Из этих выражений следует,

что $\frac{RT}{M} = \frac{\bar{v}^2}{3} = \frac{pV}{m}$. Тогда начальная и конечная среднеквадратичная

скорость $\bar{v}_1 = \bar{v} = \sqrt{\frac{3p_1V}{m}}$ и $\bar{v}_2 = \sqrt{\frac{3p_2V}{m}}$. Здесь учтено, что изменение давления

в сосуде происходит при неизменном объеме (закрытый сосуд).

Согласно условию задачи, $p_2 = p_1 - 0,19p_1 = 0,81p_1$. Следовательно,

$\bar{v}_2 = \sqrt{\frac{3p_2V}{m}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 0,81p_1V}{m}} = \bar{v}_1 \sqrt{0,81} = 0,9\bar{v}_1$. Отсюда следует, что изменение

среднеквадратичной скорости молекул $\Delta\bar{v} = \bar{v}_2 - \bar{v}_1 = 0,9\bar{v}_1 - \bar{v}_1 = -0,1\bar{v} = -0,1 \cdot 450$ м/с = -45 м/с.

Ответ: среднеквадратичная скорость молекул газа уменьшится на 45 м/с.

Содержание критерия	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении – <i>выражения для среднеквадратичной скорости молекул, связь между массой молекулы газа и его молярной массой, уравнение Клапейрона-Менделеева</i>);</p> <p>2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ; при этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</p>	3
<p>Представленное решение содержит п.1 полного решения, но и имеет один из следующих недостатков:</p> <p>– в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа.</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 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

С4 Электрическая цепь состоит из источника тока и подключенной к нему внешней нагрузки. Выделяющаяся на внешней нагрузке мощность составляет $\eta = 20\%$ от мощности, выделяющейся во всей электрической цепи (то есть КПД цепи равен $\eta = 20\%$). Определите отношение внутреннего сопротивления источника к сопротивлению внешней нагрузки. Сопротивлением соединительных проводов можно пренебречь

Решение:

Согласно условию задачи и определению КПД электрической цепи, $\eta = \frac{N_{\text{внеш}}}{N_{\text{полн}}} \cdot 100\%$, где $N_{\text{внеш}}$ – мощность, выделяющаяся на внешней нагрузке, $N_{\text{полн}}$ – полная мощность, выделяющаяся во всей цепи.

При протекании в цепи постоянного тока I на внешней нагрузке сопротивлением R выделяется мощность $N_{\text{внеш}} = I^2 R$, а во всей цепи выделяется полная мощность $N_{\text{полн}} = I^2 (R + r)$, где r – внутреннее сопротивление источника тока. При записи последней формулы учтено, что при последовательном соединении проводников их сопротивления складываются. Следовательно, $\eta = \frac{I^2 R}{I^2 (R + r)} \cdot 100\% = \frac{R}{R + r} \cdot 100\%$. Отсюда

находим $\frac{r}{R} = \frac{100\%}{\eta} - 1 = \frac{100\%}{20\%} - 1 = 4$.

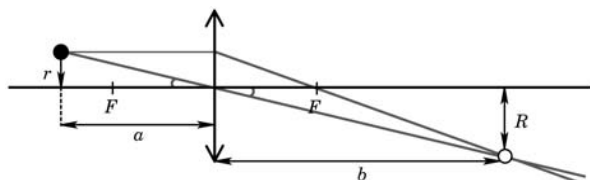
Ответ: $\frac{r}{R} = \frac{100\%}{\eta} - 1 = 4$.

Содержание критерия	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении – <i>выражения для мощностей, выделяющихся на внешней нагрузке и во всей цепи, правило расчета сопротивления при последовательном соединении проводников</i>);</p> <p>2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ; при этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</p>	3
<p>Представленное решение содержит п.1 полного решения, но и имеет один из следующих недостатков:</p> <p>– в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа.</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 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

С5 Небольшое тело совершает вращение по окружности с постоянной по модулю скоростью $u = 0,1$ м/с вокруг оси, совпадающей с главной оптической осью собирающей линзы. Расстояние от тела до линзы постоянно и равно 15 см. Фокусное расстояние линзы $F = 10$ см. С какой скоростью V движется изображение этого тела?

Решение:

Пусть тело движется по окружности радиусом r . Согласно формуле тонкой линзы $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$, изображение тела будет находиться на расстоянии $b = \frac{aF}{a - F}$ от линзы. Из рисунка следует, что радиус окружности, по которой движется изображение, равен $R = r \cdot \frac{b}{a} = r \cdot \frac{F}{a - F}$.



Так как периоды T обращения тела и его изображения по окружностям радиусами r и R одинаковы, то $T = \frac{2\pi r}{u} = \frac{2\pi R}{V}$. Тогда скорость движения изображения тела $V = \frac{R}{r}u = \frac{Fu}{a - F}$.

Подставляя числовые значения и проверяя размерность, получим: $V = 0,2$ м/с.

Ответ: $V = \frac{Fu}{a - F} = 0,2$ м/с.

Содержание критерия	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении – формула тонкой линзы; связь между радиусами окружностей, по которым движутся тело и его изображение; связь между скоростями движения тела и его изображения, полученная с помощью формулы для периода обращения тела по окружности или любым другим способом);</p> <p>2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ; при этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</p>	3
<p>Представленное решение содержит п.1 полного решения, но и имеет один из следующих недостатков:</p> <p>– в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа.</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 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

С6 В цилиндрическом сосуде под поршнем находится водяной пар в количестве $\nu = 2$ моля при комнатной температуре. Известно, что давление насыщенного водяного пара в 2 раза больше, чем давление пара в сосуде. Поршень медленно вдвигают в сосуд, уменьшая занимаемый паром объем в 6 раз при постоянной температуре. Определите массу водяного пара, оставшегося под поршнем. Пар считать идеальным газом.

Способ 1.

Обозначим исходные объем и давление пара через V_1 и p_1 .

Конденсация пара, а, следовательно, и изменение массы пара начнется тогда, когда давление пара в сосуде станет равным давлению насыщенного водяного пара, т.е. при давлении $p_2 = 2p_1$. При достижении газом этого давления начнется процесс конденсации насыщенного пара, происходящий при постоянном давлении и температуре, причем вблизи комнатной температуры объемом сконденсировавшейся воды по сравнению с объемом пара можно пренебречь. Согласно уравнению Клапейрона-Менделеева в конечном состоянии $p_2 V_2 = \frac{m'}{M} RT$, где m' – искомая масса водяного пара в сосуде при объеме $V_2 = \frac{V_1}{6}$ и давлении $p_2 = 2p_1$, M – молярная масса воды, R – универсальная газовая постоянная, T – температура газа.

Тогда $2p_1 \frac{V_1}{6} = \frac{m'}{M} RT$. Учитывая, что $p_1 V_1 = \nu RT$, получаем

$$m' = \frac{M p_1 V_1}{3 RT} = \frac{M}{3} \nu = \frac{0,018}{3} \cdot 2 = 0,012 \text{ кг} = 12 \text{ г.}$$

Способ 2.

Обозначим исходные объем и давление пара через V_1 и p_1 .

Конденсация пара, а, следовательно, и изменение массы пара начнется тогда, когда давление пара в сосуде станет равным давлению насыщенного водяного пара, т.е. при давлении $p_2 = 2p_1$. При достижении газом этого давления начнется процесс конденсации насыщенного пара, происходящий при постоянном давлении и температуре, причем вблизи комнатной температуры объемом сконденсировавшейся воды по сравнению с объемом пара можно пренебречь. Так как температура неизменна, то, согласно закону Бойля-Мариотта, в момент начала конденсации объем пара будет равен $V_1 / 2$.

Для того, чтобы в итоге объем пара уменьшился в 6 раз, нужно, считая от момента начала конденсации, уменьшить объем сосуда еще в 3 раза.

При этом в сосуде останется 1/3 часть от находившейся под поршнем массы m пара, то есть масса оставшегося пара будет равна

$$m' = \frac{m}{3} = \frac{M}{3} \nu = \frac{0,018}{3} \cdot 2 = 0,012 \text{ кг} = 12 \text{ г.}$$

Ответ: $m' = \frac{M}{3} \nu = 12 \text{ г.}$

Содержание критерия	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении – уравнение Клапейрона-Менделеева или закон Бойля-Мариотта), правильно проанализированы процесс насыщения и дальнейшей конденсации пара и возможность пренебрежения объемом сконденсировавшейся воды;</p> <p>2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ; при этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</p>	3
<p>Представленное решение содержит п.1 полного решения, но и имеет один из следующих недостатков:</p> <p>– в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа.</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 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