

## Тренировочная работа по ФИЗИКЕ

11 класс

21 декабря 2015 года

Вариант ФИ10203

Выполнена: ФИО \_\_\_\_\_ класс \_\_\_\_\_

### Инструкция по выполнению работы

Для выполнения работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 32 задания.

Ответы к заданиям 1, 2, 8, 9, 13, 14, 19, 20 и 23 записываются в виде одной цифры, которая соответствует номеру правильного ответа. Эту цифру запишите в поле ответа в тексте работы.

В заданиях 3–5, 10, 15, 16, 21, 25–27 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число запишите в поле ответа в тексте работы, единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответом к заданиям 6, 7, 11, 12, 17, 18, 22 и 24 является последовательность двух цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответ к заданиям 28–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. На чистом листе укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.

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 $\pi$	$\pi = 3,14$
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	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

### Соотношения между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
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**

воды	1000 кг/м <sup>3</sup>	подсолнечного масла	900 кг/м <sup>3</sup>
древесины (сосна)	400 кг/м <sup>3</sup>	алюминия	2700 кг/м <sup>3</sup>
керосина	800 кг/м <sup>3</sup>	железа	7800 кг/м <sup>3</sup>
		ртути	13 600 кг/м <sup>3</sup>

**Удельная теплоёмкость**

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·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: $10^5 \text{ Па}$ , температура: $0 \text{ }^\circ\text{C}$
---

**Молярная масса**

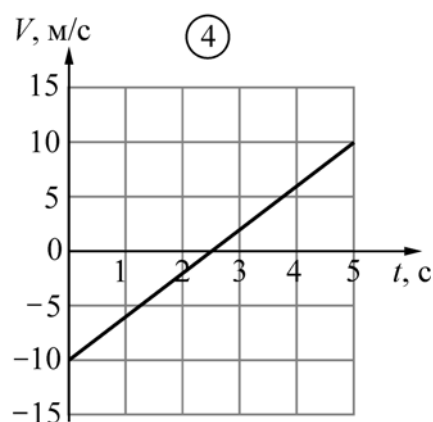
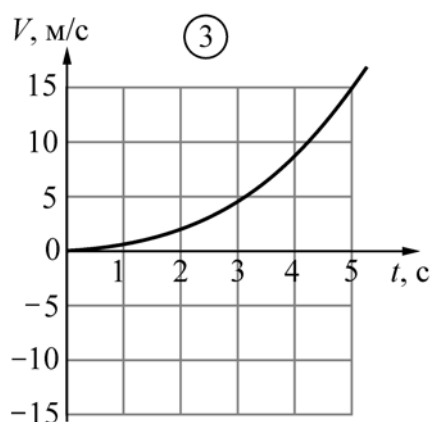
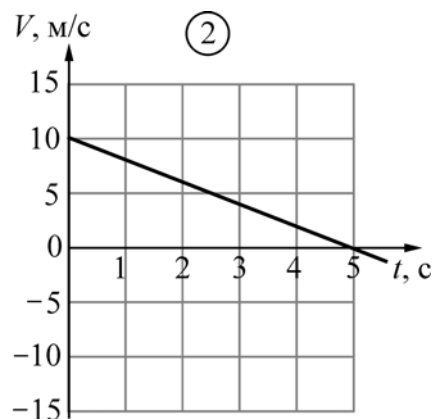
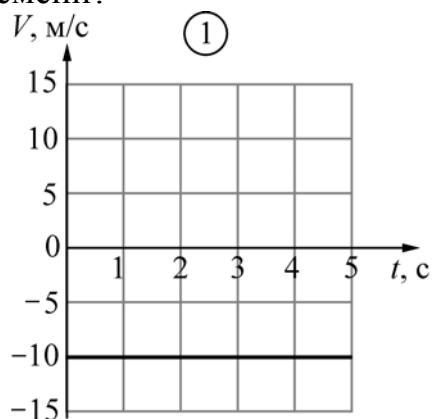
азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воды	$18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

## Часть 1

**Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

1

Точечное тело движется вдоль горизонтальной оси  $OX$ . При этом его координата изменяется с течением времени  $t$  по закону  $x(t) = 5 - 10t + 2t^2$  (все величины заданы в единицах СИ). Какой из следующих графиков соответствует графику зависимости проекции скорости  $V$  этого тела на ось  $OX$  от времени?



Ответ: \_\_\_\_\_.

2

Небольшое тело двигалось вдоль прямой и обладало импульсом, равным по модулю  $8 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ . В некоторый момент времени на это тело начала действовать постоянная сила, всё время направленная вдоль этой прямой. Через 4 с после начала действия силы модуль импульса тела уменьшился в 2 раза. Чему мог быть равен модуль силы, действовавшей на тело?

1) 1 Н или 3 Н

3) 1 Н или 5 Н

2) 3 Н или 5 Н

4) 3 Н или 6 Н

Ответ:

3 Брусок массой 5 кг покоится на шероховатом горизонтальном столе. Коэффициент трения между поверхностью бруска и поверхностью стола равен 0,2. На этот брусок действуют горизонтально направленной силой 2,5 Н. Чему равна по модулю возникающая при этом сила трения?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

4 Телу массой 2 кг, находящемуся у основания шероховатой наклонной плоскости, сообщили начальную скорость 3 м/с в направлении вверх вдоль наклонной плоскости. Через некоторое время тело вернулось в исходную точку, имея втрое меньшую кинетическую энергию. Какую работу совершила сила трения за время движения тела?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

5 Кубик из пробки с ребром 10 см опускают в воду. Каково отношение объёма кубика, находящегося над водой, к объёму кубика, находящегося под водой? Плотность пробки  $0,25 \text{ г/см}^3$ .

Ответ: \_\_\_\_\_.

6 Математический маятник, представляющий собой свинцовую дробинку, подвешенную на длинной нити, колеблется с угловой амплитудой 1 градус. Как изменятся период колебаний маятника и запас его полной механической энергии, если уменьшить длину нити маятника и уменьшить массу дробинки, оставив угловую амплитуду прежней? 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.

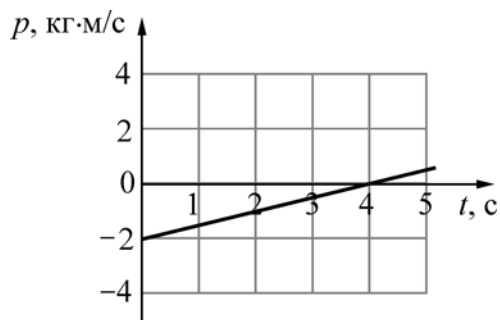
ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ЕЁ ИЗМЕНЕНИЕ
А) период колебаний маятника	1) увеличится
Б) запас полной механической энергии маятника	2) уменьшится
	3) не изменится

Ответ: 

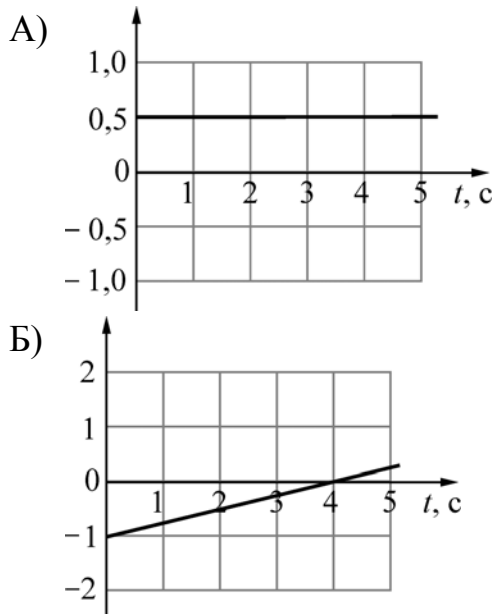
А	Б

7

На рисунке изображён график зависимости проекции импульса  $p$  точечного тела массой 2 кг, движущегося вдоль координатной оси по гладкой горизонтальной поверхности, от времени  $t$ . Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.



**ГРАФИК**



**ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**

- 1) модуль силы, действующей на тело
- 2) проекция на координатную ось ускорения тела
- 3) проекция на координатную ось скорости тела
- 4) кинетическая энергия тела

Ответ: 

А	Б

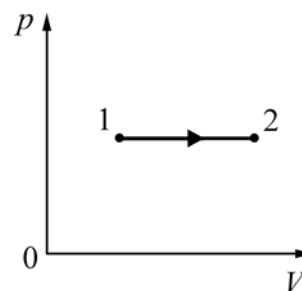
8

Утром после восхода солнца роса, лежавшая на траве, через некоторое время исчезла. Это произошло потому, что

- 1) водяной пар, который содержался в приземном слое воздуха до восхода солнца, был ненасыщенным.
- 2) после восхода солнца температура в приземном слое воздуха повысилась, и водяной пар, который содержался в воздухе, стал ненасыщенным.
- 3) относительная влажность приземного слоя воздуха после восхода солнца увеличилась.
- 4) после восхода солнца трава начала менее интенсивно выделять содержащуюся в ней воду, и капли воды с травинки испарились.

Ответ:

- 9 На  $pV$ -диаграмме (где  $p$  – давление,  $V$  – объём) изображён процесс перехода двух молей идеального одноатомного газа из состояния 1 в состояние 2. Выберите верное утверждение, характеризующее этот процесс.



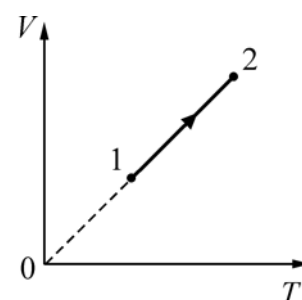
- 1) Изменение внутренней энергии газа в 1,5 раза больше, чем совершённая им работа.
- 2) Работа, совершённая газом, в 2,5 раза больше, чем количество теплоты, полученное газом в этом процессе.
- 3) В данном процессе газ не совершал работу.
- 4) В данном процессе не происходит изменения внутренней энергии газа.

Ответ:

- 10 Газ в некотором процессе отдал количество теплоты 35 Дж, а внутренняя энергия газа в этом процессе увеличилась на 10 Дж. Какую работу совершили над газом внешние силы?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

- 11 На графике зависимости объёма  $V$  от абсолютной температуры  $T$  изображён процесс перехода идеального одноатомного газа из состояния 1 в состояние 2. Известно, что масса газа в этом процессе не изменялась. Как изменились при этом переходе плотность и давление газа?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ЕЁ ИЗМЕНЕНИЕ

- А) плотность газа  
Б) давление газа

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

Ответ:

А	Б

12

В топке тепловой машины сгорело топливо массой  $m$  с удельной теплотой сгорания  $q$ . При этом рабочее тело машины совершило работу  $A$ . Считая, что вся теплота, выделившаяся при сгорании топлива, была передана рабочему телу, установите соответствие между физическими величинами и выражающими их формулами.

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

## ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

## ФОРМУЛА

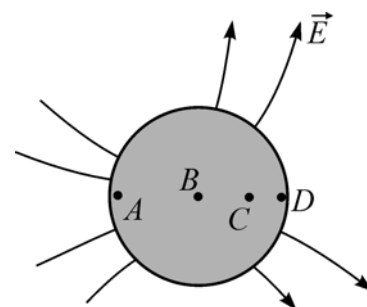
- |  |                       |
|--|-----------------------|
| А) модуль количества теплоты, переданного рабочим телом холодильнику | 1) $\frac{A}{qm}$     |
| Б) КПД тепловой машины   | 2) $qm - A$           |
|  | 3) $1 - \frac{A}{qm}$ |
|  | 4) $qm + A$           |

Ответ:

А	Б

13

Незаряженный металлический шарик помещён в неоднородное электрическое поле с напряжённостью  $\vec{E}$  (см. рисунок). Точки  $A$ ,  $B$ ,  $C$  и  $D$  лежат на поверхности шарика. Выберите верное утверждение.



- 1) Разность потенциалов между точками  $A$  и  $B$  больше, чем разность потенциалов между точками  $C$  и  $D$ .
- 2) На поверхности шарика в окрестности точки  $A$  появится индуцированный положительный заряд.
- 3) На поверхности шарика в окрестности точки  $D$  появится индуцированный положительный заряд.
- 4) Направление вектора напряжённости электрического поля в любой точке внутри шарика совпадает с направлением вектора напряжённости внешнего электрического поля.

Ответ:



**14** На нити подвешен полосовой постоянный магнит, имеющий форму тонкого стержня. Северный и южный полюсы магнита находятся на концах этого стержня. Линии индукции магнитного поля, создаваемого этим магнитом, имеют вид

- 1) прямых линий, перпендикулярных стержню.
- 2) прямых линий, параллельных стержню.
- 3) изогнутых кривых сложной формы, которые выходят из одного конца стержня и входят в другой его конец.
- 4) окружностей, центры которых лежат на оси стержня.

Ответ:

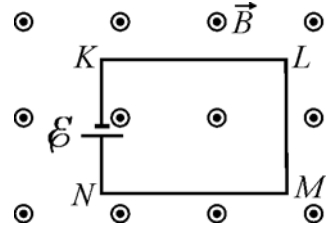
**15** В школьной лаборатории есть два проводника круглого сечения. Удельное сопротивление первого проводника в 2 раза больше удельного сопротивления второго проводника. Длина первого проводника в 2 раза больше длины второго. При подключении этих проводников к одинаковым источникам постоянного напряжения за одинаковые интервалы времени во втором проводнике выделяется количество теплоты в 4 раза большее, чем в первом. Отношение радиуса второго проводника к радиусу первого проводника равно

Ответ: \_\_\_\_\_.

**16** В состав колебательного контура входят конденсатор ёмкостью 2 мкФ, катушка индуктивности и ключ. Соединение осуществляется при помощи проводов с пренебрежимо малым сопротивлением. Вначале ключ разомкнут, а конденсатор заряжен до напряжения 8 В. Затем ключ замыкают. Чему будет равна запасённая в конденсаторе энергия через  $1/6$  часть периода колебаний, возникших в контуре?

Ответ: \_\_\_\_\_ мкДж.

**17** Проводящий контур  $KLMN$  подключён к источнику постоянного напряжения и находится в однородном магнитном поле, линии индукции  $\vec{B}$  которого перпендикулярны плоскости контура (см. рисунок). Провода имеют поперечное сечение  $S$  и удельное сопротивление  $\rho$ . Как изменятся следующие физические величины – сила тока, протекающая в контуре, и модуль силы Ампера, действующей на сторону  $LM$ , – если уменьшить в 2 раза поперечное сечение проводов и увеличить в 2 раза модуль индукции магнитного поля?



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.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ЕЁ ИЗМЕНЕНИЕ
А) сила тока в контуре	1) увеличится
Б) модуль силы Ампера	2) уменьшится
	3) не изменится

Ответ:

А	Б

**18** Проволочная рамка сопротивлением  $R$  и площадью  $S$  находится в однородном постоянном магнитном поле  $\vec{B}$ , линии индукции которого перпендикулярны плоскости рамки. В момент времени  $t = 0$  рамка начинает вращаться с частотой  $n$  оборотов в секунду вокруг оси, лежащей в плоскости рамки. Установите для момента времени  $t > 0$  соответствие между физическими величинами и выражающими их формулами. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА
А) поток вектора магнитной индукции через плоскость рамки	1) $BS \cos(2\pi nt)$
Б) модуль силы электрического тока, протекающего в рамке	2) $BSR  \sin(2\pi nt) $
	3) $\frac{2\pi nBS  \sin(2\pi nt) }{R}$
	4) $\frac{BS}{R} \cos(2\pi nt)$

Ответ:

А	Б

19 В ядре  ${}_{13}^{27}\text{Al}$  содержится

- 1) 27 протонов и 13 нейтронов                      3) 14 протонов и 13 нейтронов  
2) 13 протонов и 27 нейтронов                    4) 13 протонов и 14 нейтронов

Ответ:

20 При каком виде радиоактивного распада из ядра атома вылетает незаряженная частица?

- 1) альфа-распад    3) электронный бета-распад  
2) позитронный бета-распад                          4) гамма-распад

Ответ:

21 В вакууме распространяются два параллельных пучка света. Свет первого пучка характеризуется длиной волны 300 нм, а свет второго пучка – частотой  $0,5 \cdot 10^{15}$  Гц. Во сколько раз отличается энергия фотона из первого пучка от энергии фотона из второго пучка?

Ответ: \_\_\_\_\_.

22 При переходе электрона в атоме с  $(n + 1)$ -го энергетического уровня на  $n$ -й энергетический уровень испускается фотон. Как изменятся следующие физические величины при уменьшении  $n$  на единицу: энергия испускаемого фотона, длина волны испускаемого фотона.

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.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ЕЁ ИЗМЕНЕНИЕ

А) энергия испускаемого фотона

1) увеличится

Б) длина волны испускаемого фотона

2) уменьшится

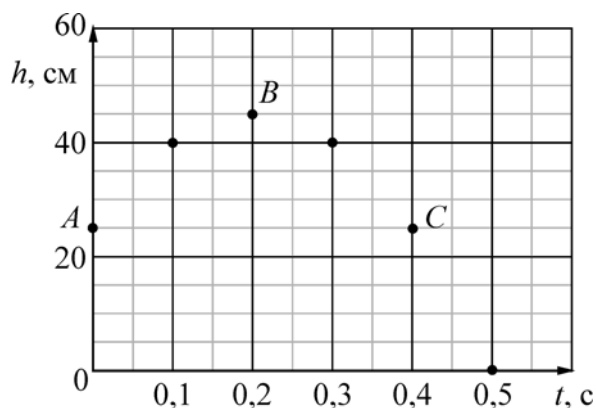
3) не изменится

Ответ: 

А	Б
<input type="text"/>	<input type="text"/>

23

На занятиях физического кружка школьник изучал движение тел вблизи поверхности Земли. В своём эксперименте он использовал игрушечный пистолет с маленьким тяжёлым шариком в качестве пули, фотодатчик и электронный секундомер. В результате своей работы он построил график, показанный на рисунке, – зависимость высоты  $h$  подъёма шарика от времени  $t$ .



Согласно этому графику можно утверждать, что

- 1) в своём эксперименте ученик направлял ствол пистолета под углом к горизонтальной плоскости.
- 2) в момент времени, соответствующий точке  $B$  графика, модуль скорости шарика был равен нулю.
- 3) проекция начальной скорости шарика на вертикальное направление была равна 2 м/с.
- 4) модуль скорости шарика в момент времени  $t = 0,5$  с был равен 3 м/с.

Ответ:

24

Луч света идёт в воде, падает на плоскую границу раздела вода–воздух и целиком отражается от границы раздела. Затем угол падения луча на границу раздела начинают уменьшать. Выберите два верных утверждения о характере изменений углов, характеризующих ход луча, и о ходе самого луча.

- 1) Угол отражения луча будет уменьшаться.
- 2) Может появиться преломлённый луч.
- 3) Отражённый луч может совсем исчезнуть.
- 4) Если преломление будет возможно, то угол преломления луча будет увеличиваться.
- 5) Угол отражения может стать больше угла падения.

Ответ:

**Часть 2**

**Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

- 25** Куб с ребром  $a$  сделан из материала, плотность которого равна  $6000 \text{ кг/м}^3$ . Из этого куба вырезают маленький кубик с ребром  $a/2$  и заменяют его кубиком таких же размеров, но сделанным из другого материала с плотностью  $3000 \text{ кг/м}^3$ . Определите среднюю плотность полученного составного куба.

Ответ: \_\_\_\_\_  $\text{кг/м}^3$ .

- 26** В большом сосуде с жёсткими стенками, закрытом подвижным поршнем, находятся воздух и насыщенный водяной пар при температуре  $100^\circ\text{C}$ . Давление в сосуде равно  $300 \text{ кПа}$ . Поршень переместили, поддерживая температуру содержимого сосуда постоянной. При этом половина водяного пара сконденсировалась. Какое давление установилось в сосуде?

Ответ: \_\_\_\_\_  $\text{кПа}$ .

- 27** Светящаяся точка находится на расстоянии  $3 \text{ см}$  от главной оптической оси тонкой собирающей линзы. Расстояние от линзы до изображения этой точки в  $4$  раза больше, чем фокусное расстояние линзы. Определите, на каком расстоянии от главной оптической оси линзы находится изображение светящейся точки.

Ответ: \_\_\_\_\_  $\text{см}$ .

**Для записи ответов на задания этой части (28–32) используйте чистый лист. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

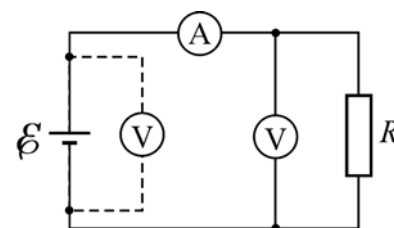
- 28** Вакуумные лампочки накаливания имеют весьма ограниченный срок службы. Если они уже долго светили, то их стеклянные баллоны постепенно покрываются изнутри чёрным налетом, а перегорают они чаще всего в момент включения в сеть. Объясните указанные факты, указав, какие физические явления и законы Вы использовали.

**Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.**

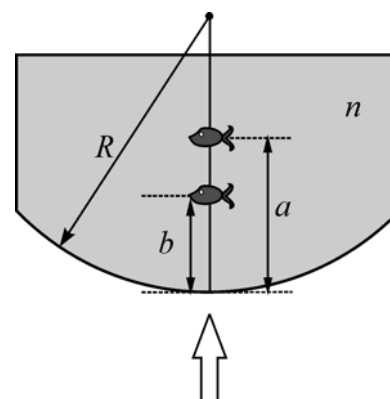
**29** Струя воды круглого сечения радиусом  $r_0 = 1$  см начинает бить из шланга вверх со скоростью  $v_0 = 20$  м/с. Найдите радиус струи  $r$  на высоте  $h = 16$  м по вертикали от конца шланга. Трением и силами поверхностного натяжения пренебречь, считать скорость движения частиц воды по вертикали в любом поперечном сечении струи одинаковой для данного сечения, а сами частицы – находящимися в состоянии свободного падения в поле силы тяжести.

**30** Гелий в количестве  $\nu = 1/20$  моля находится в горизонтальном закреплённом цилиндре с поршнем, который может без трения перемещаться в цилиндре и вначале удерживается в равновесии силой  $F_1 = 280$  Н. При этом среднеквадратичная скорость движения атомов гелия составляет  $v_1 = 1400$  м/с. Затем гелий стали охлаждать, а поршень медленно сдвигать, постепенно уменьшая действующую на него силу. Когда эта сила равнялась  $F_2 = 150$  Н, среднеквадратичная скорость движения атомов гелия стала равной  $v_2 = 1200$  м/с. На какое расстояние  $\Delta l$  при этом сдвинулся поршень?

**31** У школьника в наличии был источник постоянного напряжения с малым внутренним сопротивлением, два точных, но неидеальных измерительных прибора – амперметр и вольтметр, а также резистор с сопротивлением  $R = 4$  Ом. Школьник вначале подключил к источнику только вольтметр, и он показал напряжение  $U_0 = 5$  В. Затем школьник собрал цепь, схема которой изображена на рисунке, и обнаружил, что амперметр показывает ток  $I_1 = 1$  А, а вольтметр – напряжение  $U_1 = 3$  В. Затем школьник поменял в цепи местами измерительные приборы. Чему при этом стали равны их показания  $I_2$  и  $U_2$ ?



**32** Аквариум имеет прозрачные вертикальные стенки: три плоские (боковые и заднюю) и одну цилиндрическую (переднюю), с радиусом  $R = 0,8$  м. В него налита вода с показателем преломления  $n = 4/3$ . Мальчик, глядя на маленькую рыбку в аквариуме по горизонтали, перпендикулярно цилиндрической стенке, видит рыбку (точнее, её изображение) на расстоянии  $b = 16$  см от этой стенки (см. рисунок). На каком расстоянии  $a$  от этой стенки будет видна рыбка, если мальчик будет смотреть на неё сквозь поверхность воды по вертикали, сверху вниз?



## Тренировочная работа по ФИЗИКЕ

11 класс

21 декабря 2015 года

Вариант ФИ10204

Выполнена: ФИО \_\_\_\_\_ класс \_\_\_\_\_

### Инструкция по выполнению работы

Для выполнения работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 32 задания.

Ответы к заданиям 1, 2, 8, 9, 13, 14, 19, 20 и 23 записываются в виде одной цифры, которая соответствует номеру правильного ответа. Эту цифру запишите в поле ответа в тексте работы.

В заданиях 3–5, 10, 15, 16, 21, 25–27 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число запишите в поле ответа в тексте работы, единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответом к заданиям 6, 7, 11, 12, 17, 18, 22 и 24 является последовательность двух цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответ к заданиям 28–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. На чистом листе укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.

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 $\pi$	$\pi = 3,14$
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	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

### Соотношения между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
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	$9,1 \cdot 10^{-31}$ кг $\approx 5,5 \cdot 10^{-4}$ а. е. м.
протона	$1,673 \cdot 10^{-27}$ кг $\approx 1,007$ а. е. м.
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27}$ кг $\approx 1,008$ а. е. м.

**Плотность**

воды	1000 кг/м <sup>3</sup>	подсолнечного масла	900 кг/м <sup>3</sup>
древесины (сосна)	400 кг/м <sup>3</sup>	алюминия	2700 кг/м <sup>3</sup>
керосина	800 кг/м <sup>3</sup>	железа	7800 кг/м <sup>3</sup>
		ртути	13 600 кг/м <sup>3</sup>

**Удельная теплоёмкость**

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

**Удельная теплота**

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

**Нормальные условия**

давление: $10^5$ Па, температура: 0 °С
--

**Молярная масса**

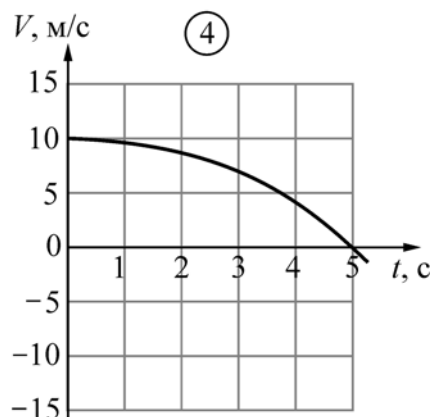
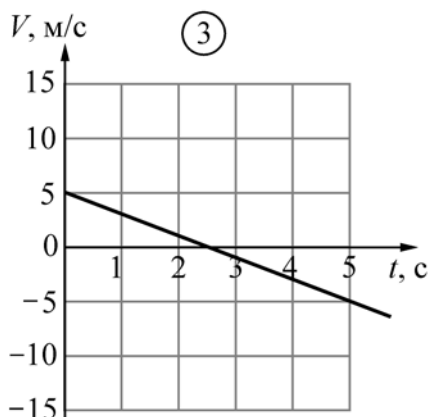
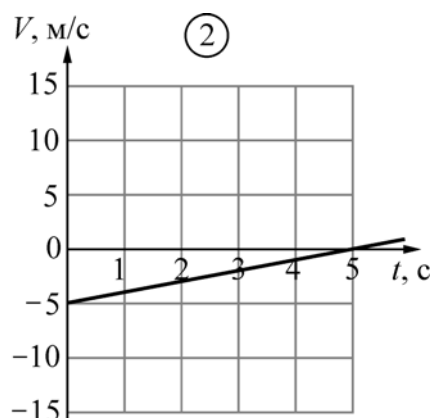
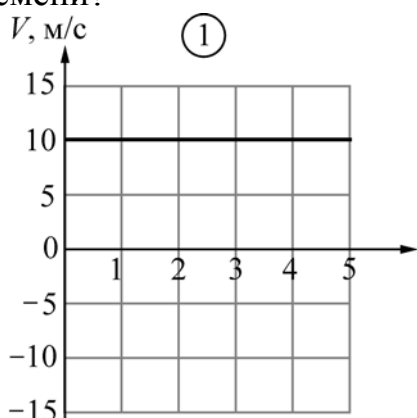
азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воды	$18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

## Часть 1

**Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

1

Точечное тело движется вдоль горизонтальной оси  $OX$ . При этом его координата изменяется с течением времени  $t$  по закону  $x(t) = 10 + 5t - t^2$  (все величины заданы в единицах СИ). Какой из следующих графиков соответствует графику зависимости проекции скорости  $V$  этого тела на ось  $OX$  от времени?



Ответ: \_\_\_\_\_.

2

Небольшое тело двигалось вдоль прямой и обладало импульсом, равным по модулю  $8 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ . В некоторый момент времени на это тело начала действовать постоянная сила, всё время направленная вдоль этой прямой. Через  $4 \text{ с}$  после начала действия силы модуль импульса тела увеличился в 2 раза. Чему мог быть равен модуль силы, действовавшей на тело?

- 1) 2 Н или 4 Н    2) 4 Н или 6 Н    3) 2 Н или 6 Н    4) 4 Н или 8 Н

Ответ:

3 Брусок массой 5 кг покоится на шероховатом горизонтальном столе. Коэффициент трения между поверхностью бруска и поверхностью стола равен 0,2. На этот брусок действуют горизонтально направленной силой 15 Н. Чему равна по модулю возникающая при этом сила трения?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

4 Телу массой 1 кг, находящемуся у основания шероховатой наклонной плоскости, сообщили начальную скорость 2 м/с в направлении вверх вдоль наклонной плоскости. Через некоторое время тело вернулось в исходную точку, имея вдвое меньшую кинетическую энергию. Какую работу совершила сила трения за время движения тела?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

5 Кубик из резины с ребром 10 см опускают в воду. Каково отношение объёма кубика, находящегося под водой, к объёму кубика, находящегося над водой? Плотность резины  $0,8 \text{ г/см}^3$ .

Ответ: \_\_\_\_\_.

6 Математический маятник, представляющий собой свинцовую дробинку, подвешенную на длинной нити, колеблется с угловой амплитудой 1 градус. Как изменятся частота колебаний маятника и запас его полной механической энергии, если увеличить длину нити маятника и увеличить массу дробинки, оставив угловую амплитуду прежней? 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.

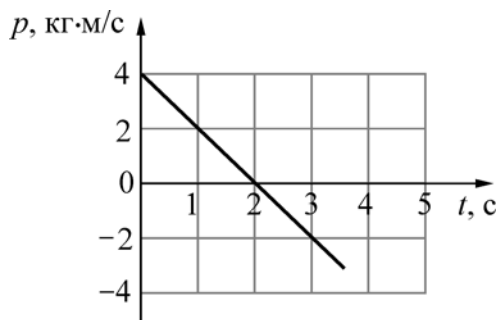
ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ЕЁ ИЗМЕНЕНИЕ
А) частота колебаний маятника	1) увеличится
Б) запас полной механической энергии маятника	2) уменьшится
	3) не изменится

Ответ: 

А	Б

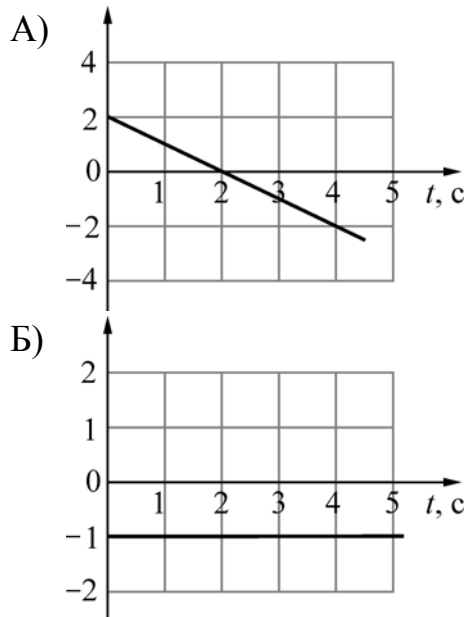
7

На рисунке изображён график зависимости проекции импульса  $p$  точечного тела массой 2 кг, движущегося вдоль координатной оси по гладкой горизонтальной поверхности, от времени  $t$ . Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.



**ГРАФИК**

**ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**



- 1) модуль силы, действующей на тело
- 2) проекция на координатную ось ускорения тела
- 3) проекция на координатную ось скорости тела
- 4) кинетическая энергия тела

Ответ: 

А	Б

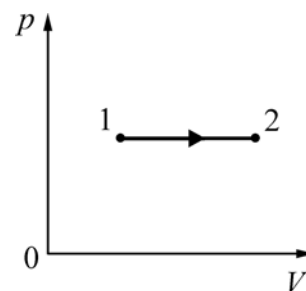
8

Вечером через некоторое время после захода солнца на траве выпала роса. Это произошло потому, что

- 1) водяной пар, который содержался в приземном слое воздуха до захода солнца, был насыщенным.
- 2) после захода солнца температура в приземном слое воздуха понизилась и водяной пар, который содержался в воздухе, стал насыщенным.
- 3) относительная влажность приземного слоя воздуха после захода солнца уменьшилась.
- 4) после захода солнца трава начала более интенсивно выделять содержащуюся в ней воду, и излишки воды выступили на травинках в виде капель.

Ответ:

9 На  $pV$ -диаграмме (где  $p$  – давление,  $V$  – объём) изображён процесс перехода двух молей идеального одноатомного газа из состояния 1 в состояние 2. Выберите верное утверждение, характеризующее этот процесс.



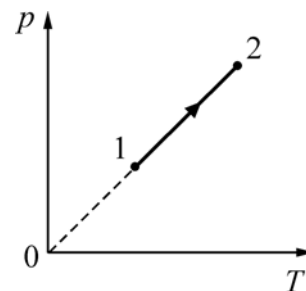
- 1) Изменение внутренней энергии газа в 1,5 раза меньше, чем совершённая им работа.
- 2) Работа, совершённая газом, в 2,5 раза меньше, чем количество теплоты, полученное газом в этом процессе.
- 3) В данном процессе газ не совершал работу.
- 4) В данном процессе не происходит изменения внутренней энергии газа.

Ответ:

10 Газ в некотором процессе получил количество теплоты 25 Дж, а внутренняя энергия газа в этом процессе уменьшилась на 10 Дж. Какую работу совершил газ?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

11 На графике зависимости давления  $p$  от абсолютной температуры  $T$  изображён процесс перехода идеального одноатомного газа из состояния 1 в состояние 2. Известно, что масса газа в этом процессе не изменялась. Как изменились при этом объём газа и его плотность?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ЕЁ ИЗМЕНЕНИЕ

А) объём газа

1) увеличилась

Б) плотность газа

2) уменьшилась

3) не изменилась

Ответ: 

А	Б

- 12** В топке тепловой машины сгорело топливо массой  $m$  с удельной теплотой сгорания  $q$ . При этом рабочее тело машины передало холодильнику количество теплоты  $Q_{\text{хол}} < 0$ . Считая, что вся теплота, выделившаяся при сгорании топлива, была передана рабочему телу, установите соответствие между физическими величинами и выражающими их формулами. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ФОРМУЛА

А) работа, совершённая тепловой машиной

1)  $1 - \frac{|Q_{\text{хол}}|}{qm}$

Б) КПД тепловой машины

2)  $\frac{Q_{\text{хол}}}{qm}$

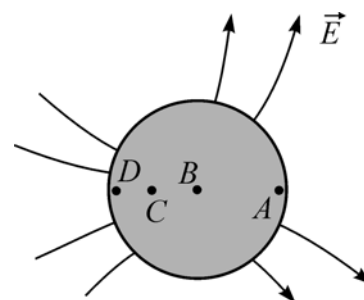
3)  $qm - Q_{\text{хол}}$

4)  $qm + Q_{\text{хол}}$

Ответ:

А	Б

- 13** Незаряженный металлический шарик помещён в неоднородное электрическое поле с напряжённостью  $\vec{E}$ . Точки  $A$ ,  $B$ ,  $C$  и  $D$  лежат на поверхности шарика. Выберите верное утверждение.



- 1) Разность потенциалов между точками  $A$  и  $B$  меньше, чем разность потенциалов между точками  $C$  и  $D$ .
- 2) На поверхности шарика в окрестности точки  $A$  появится индуцированный положительный заряд.
- 3) На поверхности шарика в окрестности точки  $D$  появится индуцированный положительный заряд.
- 4) Направление вектора напряжённости электрического поля в любой точке внутри шарика совпадает с направлением вектора напряжённости внешнего электрического поля.

Ответ:

**14** По очень длинному тонкому прямому проводнику протекает постоянный электрический ток. Линии индукции магнитного поля, создаваемого этим током, имеют вид

- 1) прямых линий, перпендикулярных проводу.
- 2) прямых линий, параллельных проводу.
- 3) изогнутых кривых сложной формы, которые начинаются и заканчиваются на проводе.
- 4) окружностей, центры которых лежат на проводе.

Ответ:

**15** В школьной лаборатории есть два проводника круглого сечения. Удельное сопротивление первого проводника в 2 раза больше удельного сопротивления второго проводника. Длина первого проводника в 2 раза больше длины второго. При подключении этих проводников к одинаковым источникам постоянного напряжения за одинаковые интервалы времени во втором проводнике выделяется количество теплоты в 4 раза меньшее, чем в первом. Чему равно отношение радиуса первого проводника к радиусу второго проводника?

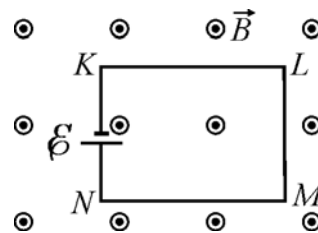
Ответ: \_\_\_\_\_.

**16** В состав колебательного контура входят конденсатор ёмкостью 2 мкФ, катушка индуктивности и ключ. Соединение осуществляется при помощи проводов с пренебрежимо малым сопротивлением. Вначале ключ разомкнут, а конденсатор заряжен до напряжения 4 В. Затем ключ замыкают. Чему будет равна запасённая в конденсаторе энергия через  $1/12$  часть периода колебаний, возникших в контуре?

Ответ: \_\_\_\_\_ мкДж.

17

Проводящий контур  $KLMN$  подключён к источнику постоянного напряжения и находится в однородном магнитном поле, линии индукции  $\vec{B}$  которого перпендикулярны плоскости контура (см. рисунок). Провода имеют поперечное сечение  $S$  и удельное сопротивление  $\rho$ . Как изменятся следующие физические



величины – сила тока, протекающая в контуре, и модуль силы Ампера, действующей на сторону  $LM$ , – если уменьшить в 2 раза модуль индукции магнитного поля и увеличить в 2 раза ЭДС источника?

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.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ЕЁ ИЗМЕНЕНИЕ

- А) сила тока в контуре
- Б) модуль силы Ампера

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

Ответ:

А	Б

18

Проволочная рамка сопротивлением  $R$  и площадью  $S$  находится в однородном постоянном магнитном поле  $\vec{B}$ , линии индукции которого перпендикулярны плоскости рамки. В момент времени  $t = 0$  рамка начинает вращаться с частотой  $n$  оборотов в секунду вокруг оси, лежащей в плоскости рамки. Установите для момента времени  $t > 0$  соответствие между физическими величинами и выражающими их формулами. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ФОРМУЛА

- А) поток вектора магнитной индукции через плоскость рамки
- Б) модуль ЭДС индукции, возникающей в рамке

- 1)  $\frac{BS}{2\pi n} \cos(2\pi nt)$
- 2)  $BS |\sin(2\pi nt)|$
- 3)  $BS \cos(2\pi nt)$
- 4)  $2\pi nBS |\sin(2\pi nt)|$

Ответ:

А	Б



19 В ядре  $^{17}_8\text{O}$  содержится

- |                              |                             |
|------------------------------|-----------------------------|
| 1) 17 протонов и 8 нейтронов | 3) 8 протонов и 9 нейтронов |
| 2) 8 протонов и 17 нейтронов | 4) 9 протонов и 8 нейтронов |

Ответ:

20 При каком виде радиоактивного распада из ядра атома вылетает отрицательно заряженная частица?

- |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|
| 1) альфа-распад            | 3) электронный бета-распад |
| 2) позитронный бета-распад | 4) гамма-распад            |

Ответ:

21 В вакууме распространяются два параллельных пучка света. Свет первого пучка характеризуется длиной волны 600 нм, а свет второго пучка – частотой  $10^{15}$  Гц. Во сколько раз отличается энергия фотона из второго пучка от энергии фотона из первого пучка?

Ответ: \_\_\_\_\_.

22 При переходе электрона в атоме с  $(n + 1)$ -го энергетического уровня на  $n$ -й энергетический уровень испускается фотон. Как изменятся при увеличении  $n$  на единицу следующие физические величины: энергия испускаемого фотона, длина волны испускаемого фотона?

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.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ЕЁ ИЗМЕНЕНИЕ

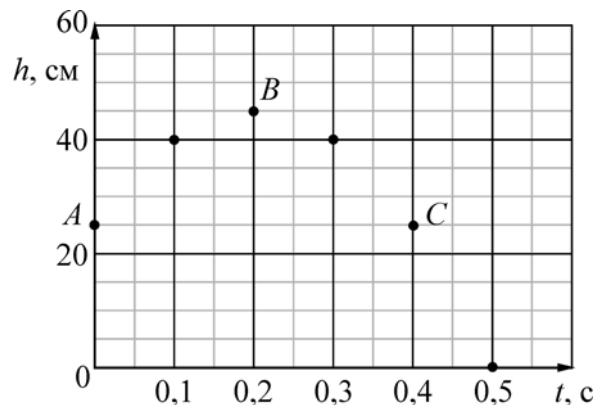
- |                                    |                 |
|------------------------------------|-----------------|
| А) энергия испускаемого фотона     | 1) увеличится   |
| Б) длина волны испускаемого фотона | 2) уменьшится   |
|                                    | 3) не изменится |

Ответ: 

А	Б
<input type="text"/>	<input type="text"/>

23

На занятиях физического кружка школьник изучал движение тел вблизи поверхности Земли. В своём эксперименте он использовал игрушечный пистолет с маленьким тяжёлым шариком в качестве пули, фотодатчик и электронный секундомер. В результате своей работы он построил график, показанный на рисунке, – зависимость высоты  $h$  подъёма шарика от времени  $t$ .



Согласно этому графику можно утверждать, что

- 1) в своём эксперименте ученик направлял ствол пистолета вертикально вверх.
- 2) за первые 0,3 секунды перемещение шарика составляет 15 см.
- 3) модуль начальной скорости шарика был равен 2 м/с.
- 4) проекция скорости шарика на вертикальное направление в момент времени  $t = 0,5$  с равна  $-3$  м/с.

Ответ:

24

Луч света идёт в воде, падает на плоскую границу раздела вода–воздух и выходит из воды в воздух, частично отражаясь от границы раздела. Затем угол падения луча на границу раздела начинают увеличивать. Выберите **два** верных утверждения о характере изменений углов, характеризующих ход луча, и о ходе самого луча.

- 1) Угол преломления луча будет уменьшаться.
- 2) Преломление луча может совсем исчезнуть.
- 3) Отражённый луч может совсем исчезнуть.
- 4) Если преломление будет возможно, то угол преломления луча будет увеличиваться.
- 5) Угол отражения луча может стать больше угла падения.

Ответ:

## Часть 2

**Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

- 25** Куб с ребром  $a$  сделан из материала, плотность которого равна  $6000 \text{ кг/м}^3$ . Из этого куба вырезают маленький кубик с ребром  $a/2$  и заменяют его кубиком таких же размеров, но сделанным из другого материала с плотностью  $12\,000 \text{ кг/м}^3$ . Определите среднюю плотность полученного составного куба.

Ответ: \_\_\_\_\_  $\text{кг/м}^3$ .

- 26** В большом сосуде с жёсткими стенками, закрытом подвижным поршнем, находятся воздух и насыщенный водяной пар при температуре  $100^\circ\text{C}$ . Давление в сосуде равно  $300 \text{ кПа}$ . Поршень переместили, поддерживая температуру содержимого сосуда постоянной. При этом половина водяного пара сконденсировалась. Какое давление установилось в сосуде?

Ответ: \_\_\_\_\_  $\text{кПа}$ .

- 27** Изображение светящейся точки находится на расстоянии  $2 \text{ см}$  от главной оптической оси тонкой собирающей линзы. Расстояние от линзы до изображения этой точки в  $3$  раза больше, чем фокусное расстояние линзы. Определите, на каком расстоянии от главной оптической оси линзы находится сама светящаяся точка.

Ответ: \_\_\_\_\_  $\text{см}$ .

**Для записи ответов на задания этой части (28–32) используйте чистый лист. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

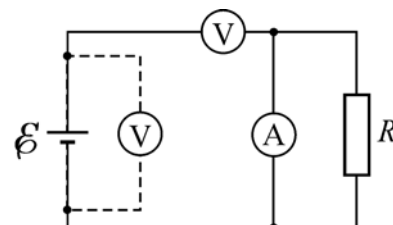
- 28** Вакуумные лампочки накаливания имеют весьма ограниченный срок службы. Если они уже долго светили, то их стеклянные баллоны постепенно покрываются изнутри чёрным налетом, а перегорают они чаще всего в момент включения в сеть. Объясните указанные факты, указав, какие физические явления и законы Вы использовали.

**Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.**

**29** Струя воды круглого сечения радиусом  $r_0 = 1,1$  см начинает бить из шланга вверх со скоростью  $v_0 = 15$  м/с. Найдите радиус струи  $r$  на высоте  $h = 10$  м по вертикали от конца шланга. Трением и силами поверхностного натяжения пренебречь, считать скорость движения частиц воды по вертикали в любом поперечном сечении струи одинаковой для данного сечения, а сами частицы – находящимися в состоянии свободного падения в поле силы тяжести.

**30** Гелий в количестве  $\nu = 0,1$  моля находится в горизонтальном закреплённом цилиндре с поршнем, который может без трения перемещаться в цилиндре и вначале удерживается в равновесии силой  $F_1 = 200$  Н. При этом среднеквадратичная скорость движения атомов гелия составляет  $v_1 = 1100$  м/с. Затем гелий стали нагревать, а поршень удерживать в равновесии, медленно сдвигая его и постепенно увеличивая действующую на него силу. Когда эта сила равнялась  $F_2 = 300$  Н, среднеквадратичная скорость движения атомов гелия стала равной  $v_2 = 1500$  м/с. На какое расстояние  $\Delta l$  от исходного положения при этом сдвинулся поршень?

**31** У школьника в наличии был источник постоянного напряжения с малым внутренним сопротивлением, два точных, но неидеальных измерительных прибора – амперметр и вольтметр, а также резистор с сопротивлением  $R = 4$  Ом. Школьник вначале подключил к источнику только вольтметр, и он показал напряжение  $U_0 = 5$  В. Затем школьник собрал цепь, схема которой изображена на рисунке, и обнаружил, что амперметр показывает ток  $I_1 = 0,25$  А, а вольтметр – напряжение  $U_1 = 4,5$  В. Затем школьник понял, что перепутал положения приборов, и поменял их в цепи местами. Чему при этом стали равны показания амперметра и вольтметра  $I_2$  и  $U_2$ ?



**32** Аквариум имеет прозрачные вертикальные стенки: три плоские (боковые и заднюю) и одну цилиндрическую (переднюю), с радиусом  $R = 0,8$  м. В него налита вода с показателем преломления  $n = 4/3$ . Мальчик, глядя в аквариум сверху (см. рисунок), видит маленькую рыбку в аквариуме на расстоянии  $a = 20$  см от его передней стенки. На каком расстоянии  $b$  от этой стенки будет видна рыбка, если мальчик будет смотреть на неё по горизонтали, перпендикулярно стенке?

