



**Соотношение между различными единицами**

температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{C}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалента	931 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 <sup>3</sup>
воды	1000 кг/м <sup>3</sup>
алюминия	2700 кг/м <sup>3</sup>
древесины (сосна)	400 кг/м <sup>3</sup>
железа	7800 кг/м <sup>3</sup>
керосина	800 кг/м <sup>3</sup>
ртути	13600 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	460 Дж/(кг·К)	чугуна	800 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

**Удельная теплота**

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

**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	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

**Часть 1**

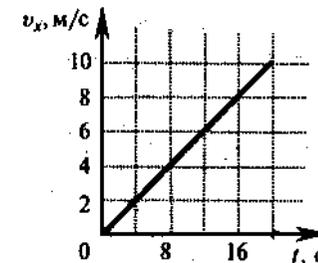
*Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

**Часть 1**

- 1** Мотоциклист и велосипедист одновременно начинают движение по прямой из состояния покоя. Ускорение мотоциклиста в три раза больше, чем велосипедиста. Во сколько раз скорости мотоциклиста больше скорости велосипедиста в один и тот же момент времени?
- 1) в 1,5-раза
  - 2) в  $\sqrt{3}$  раза
  - 3) 0,3 м/с
  - 4) в 9 раз

Ответ: \_\_\_\_\_

- 2** Скорость автомобиля массой 1000 кг, движущегося вдоль оси Oх, изменяется со временем в соответствии с графиком. Систему отсчета считать инерциальной. Равнодействующая всех сил, действующих на автомобиль, равна
- 1) 500 Н
  - 2) 1000 Н
  - 3) 10000 Н
  - 4) 20000 Н



Ответ: \_\_\_\_\_



3 На рисунке изображен лабораторный динамометр. Шкала проградуирована в ньютонах. Каким будет растяжение пружины динамометра, если к ней подвесить груз массой 200 г?



Ответ: \_\_\_\_\_ см

4 Охотник массой 60 кг, стоящий на гладком льду, стреляет из ружья в горизонтальном направлении. Масса заряда 0,03 кг. Скорость дробинок при выстреле 300 м/с. Какова скорость охотника после выстрела?

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с

5 Период колебаний математического маятника равен 2 с. Как изменится период малых колебаний математического маятника, если длину его нити увеличить в 4 раза?

Ответ: \_\_\_\_\_ с

6 Камень бросили с балкона вертикально вверх. Что происходит со скоростью камня, его ускорением и полной механической энергией в процессе движения камня вверх? Сопротивление воздуха не учитывать.

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Скорость камня	Ускорение камня	Полная механическая энергия камня

7 Кубик объемом  $V$  полностью погружен в жидкость плотностью  $\rho$  так, что его нижняя грань находится на глубине  $h$  под поверхностью воды, но не

касается дна сосуда. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) гидростатическое давление жидкости на нижнюю грань кубика	1) $\rho g V$
Б) выталкивающая сила, действующая на кубик со стороны жидкости	2) $\rho g h V^{2/3}$
	3) $\rho g h$
	4) $\rho g V / h^2$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б

8 Как изменится давление идеального газа, если среднюю кинетическую энергию теплового движения молекул газа уменьшить в 2 раза и концентрацию молекул газа уменьшить в 2 раза?

- 1) увеличится в 4 раза
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) уменьшится в 4 раза
- 4) не изменится

Ответ: \_\_\_\_\_

9 Удельная теплота парообразования воды равна  $2,3 \cdot 10^6$  Дж/кг. Это означает, что для испарения

- 1) любой массы воды при температуре кипения необходимо количество теплоты  $2,3 \cdot 10^6$  Дж
- 2) 1 кг воды при температуре кипения необходимо количество теплоты  $2,3 \cdot 10^6$  Дж
- 3) 2,3 кг воды при температуре кипения необходимо количество теплоты  $10^6$  Дж
- 4) 1 кг воды при любой температуре необходимо количество теплоты  $2,3 \cdot 10^6$  Дж

Ответ: \_\_\_\_\_

10 Внешние силы совершили над газом работу 300 Дж, при этом внутренняя энергия газа увеличилась на 500 Дж. В этом процессе газ получил количество теплоты

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 031610



**11** Температуру холодильника тепловой машины увеличили, оставив температуру нагревателя прежней. Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и работа газа за цикл?

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.

КПД тепловой машины	Работа газа за цикл

**12** Установите соответствие между законами или условиями протекания различных изопроцессов и названием изопроцесса.

Законы или условия протекания изопроцессов

Название Изопроцесса

А)  $p/T = \text{const}$

1) изохорный

Б)  $Q = 0$

2) изобарный

3) изотермический

4) адиабатный

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б

Ответ:

**13** Расстояние между двумя точечными электрическими зарядами увеличили в 3 раза, а один из зарядов уменьшили в 3 раза. Сила электрического взаимодействия между ними

- 1) не изменилась
- 2) уменьшилась в 3 раза
- 3) увеличилась в 3 раза
- 4) уменьшилась в 27 раз

Ответ: \_\_\_\_\_

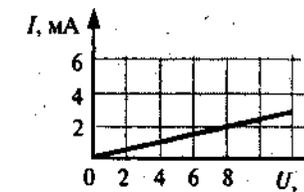
**14** Протон, влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет скорость  $V$  перпендикулярную вектору индукции  $B$  магнитного поля, направленному вертикально (см. рисунок). Куда направлена действующая на протон сила Лоренца?



- 1) от наблюдателя
- 2) к наблюдателю
- 3) горизонтально вправо
- 4) вертикально вниз

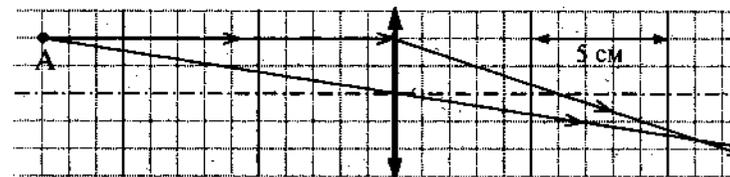
Ответ: \_\_\_\_\_

**15** На рисунке изображен график зависимости силы тока в проводнике от напряжения между его концами. Чему равно сопротивление проводника?



Ответ: \_\_\_\_\_ Ом

**16** На рисунке показан ход лучей от точечного источника света А через тонкую линзу. Оптическая сила линзы приблизительно равна



Ответ: \_\_\_\_\_ дптр

**17** К источнику тока присоединен резистор. Как изменятся общее сопротивление цепи, сила тока в ней и напряжение на клеммах источника тока, если параллельно к имеющемуся резистору подсоединить еще один такой же?

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается



3) не изменяется

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

	Сила тока	
Общее сопротивление цепи	в цепи	Напряжение на источнике тока

**18** Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- А) радиус окружности при движении заряженной частицы в перпендикулярном магнитном поле
- Б) период обращения по окружности заряженной частицы в перпендикулярном магнитном поле

**ФОРМУЛЫ**

- 1)  $mV/qB$
- 2)  $2\pi m/qB$
- 3)  $qB/mV$
- 4)  $2\pi R/qB$

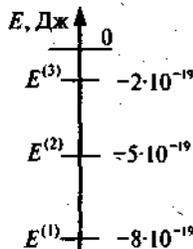
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

**19** На рисунке изображена схема возможных значений энергии атомов разреженного газа. В начальный момент времени атомы находятся в состоянии с энергией  $E^{(3)}$ . Возможно испускание газом фотонов с энергией

- 1) только  $2 \cdot 10^{-19}$  Дж
- 2) только  $3 \cdot 10^{-19}$  и  $6 \cdot 10^{-19}$  Дж
- 3) только  $2 \cdot 10^{-19}$ ,  $5 \cdot 10^{-19}$  и  $8 \cdot 10^{-19}$  Дж
- 4) любой от  $2 \cdot 10^{-19}$  до  $8 \cdot 10^{-19}$  Дж



Ответ: \_\_\_\_\_

**20**

Ядро аргона  ${}_{18}^{40}\text{Ar}$  содержит  
 1) 18 протонов и 40 нейтронов  
 2) 18 протонов и 22 нейтрона  
 3) 40 протонов и 22 нейтрона  
 4) 40 протонов и 18 нейтронов

Ответ: \_\_\_\_\_

**21**

Поток фотонов с энергией 15 эВ выбивает из металла фотоэлектроны, максимальная кинетическая энергия которых в 2 раза меньше работы выхода. Какова максимальная кинетическая энергия образовавшихся фотоэлектронов?

Ответ: \_\_\_\_\_ эВ

**22**

Для некоторых атомов характерной особенностью является возможность захвата атомным ядром одного из ближайших к нему электронов. Как ведут себя перечисленные ниже характеристики атомного ядра при захвате ядром электрона: число нейтронов в ядре, заряд ядра?

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

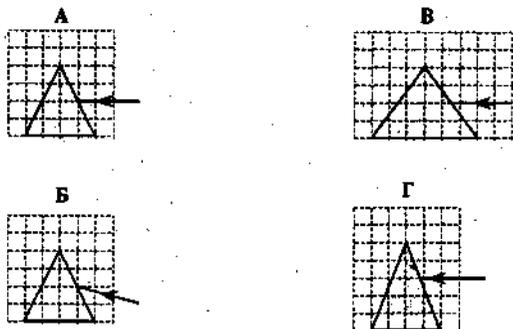
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Число нейтронов в ядре	Заряд ядра



23

Пучок белого света, пройдя через призму, разлагается в спектр. Была выдвинута гипотеза, что ширина спектра, получаемого на стоящем за призмой экране, зависит от угла падения пучка на грань призмы. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие два опыта нужно провести для такого исследования?



- 1) А и Б
- 2) Б и В
- 3) Б и Г
- 4) В и Г

Ответ: \_\_\_\_\_

24

Ученик изучал в школьной лаборатории колебания математического маятника. Результаты измерений каких величин дадут ему возможность рассчитать период колебаний маятника?

- 1) массы маятника и знание табличного значения ускорения свободного падения
- 2) длины нити маятника и знание табличного значения ускорения свободного падения
- 3) амплитуды колебаний маятника и его массы
- 4) количества колебаний и времени, за которое они совершены
- 5) количества колебаний и амплитуды колебаний маятника

Ответ:

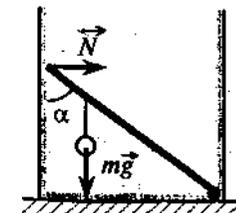
--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25

Невесомый стержень длиной 1 м, находящийся в ящике с гладкими дном и стенками, составляет угол  $\alpha = 45^\circ$  с вертикалью (см. рисунок). К стержню на расстоянии 25 см от его левого конца подвешен на нити шар массой 2 кг (см. рисунок). Каков модуль силы  $N$ , действующей на стержень со стороны левой стенки ящика?



Ответ: \_\_\_\_\_ Н

26

Идеальный газ изохорно нагревают так, что его температура изменяется на  $\Delta T = 240$  К, а давление — в 1,8 раза. Масса газа постоянна. Найдите начальную температуру газа по шкале Кельвина

Ответ: \_\_\_\_\_ К

27

В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялся заряд конденсатора в колебательном контуре с течением времени.

$t, 10^{-6}$ с	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$q, 10^{-9}$ Кл	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2

Вычислите по этим данным максимальное значение силы тока, в катушке. Ответ выразите в мА, округлив его до десятых.

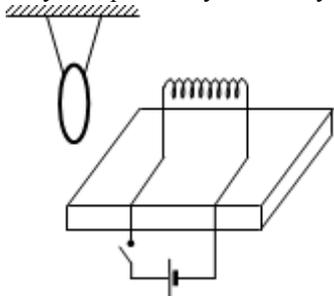
Ответ: \_\_\_\_\_ мА



**Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.**

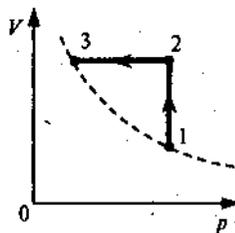
**Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

- 28** Замкнутое медное кольцо подвешено на длинных нитях вблизи катушки индуктивности, закрепленной на столе и подключенной к источнику постоянного тока (см. рисунок). Первоначально электрическая цепь катушки разомкнута. Как будет двигаться кольцо при замыкании цепи?



- 29** Начальная скорость снаряда, выпущенного из пушки вертикально вверх, равна 500 м/с. В точке максимального подъема снаряд разорвался на два осколка. Первый упал на землю вблизи точки выстрела, имея скорость в 2 раза больше начальной скорости снаряда, а второй — в этом же месте через 100 с после разрыва. Чему равно отношение массы первого осколка к массе второго осколка? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- 30** Один моль идеального одноатомного газа сначала нагрели, а затем охладил до первоначальной температуры 300 К, уменьшив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты сообщено газу на участке 1-2?



- 31** Плоский воздушный конденсатор емкостью  $C = 100$  пФ присоединен к источнику с ЭДС 10 В. Определите работу  $A$ , которую надо совершить, чтобы увеличить расстояние между пластинами в  $n = 2$  раза.

- 32** Препарат активностью  $1,7 \cdot 10^{11}$  частиц в секунду помещен в медный контейнер массой 0,5 кг. На сколько повысилась температура контейнера за 1 ч, если известно, что данное радиоактивное вещество испускает  $\alpha$ -частицы энергией 5,3 МэВ? Считать, что энергия всех  $\alpha$ -частиц полностью переходит во внутреннюю энергию контейнера. Теплоемкостью препарата и теплообменом с окружающей средой пренебречь.



ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 031610





## Система оценивания экзаменационной работы по физике

### Задания 1–27

За правильный ответ на каждое из заданий 1–5, 8–10, 13–16, 19–21, 23 и 25–27 ставится по 1 баллу. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемая цифра или число.

Каждое из заданий 6, 7, 11, 12, 17, 18, 22 и 24 оценивается в 2 балла, если верно указаны оба элемента ответа; в 1 балл, если допущена одна ошибка; в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует – 0 баллов.

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	3	15	4000
2	1	16	17
3	5	17	13
4	0.15	18	12
5	4	19	2
6	233	20	2
7	31	21	5
8	3	22	12
9	2	23	1
10	200	24	24
11	22	25	15
12	14	26	300
13	4	27	1.6
14	1		

## КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ С РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ

Решения заданий 28–32 части 2 (с развёрнутым ответом) оцениваются экспертной комиссией. На основе критериев, представленных в приведённых ниже таблицах, за выполнение каждого задания в зависимости от полноты и правильности данного учащимся ответа выставляется от 0 до 3 баллов.

**28**

1. При замыкании цепи катушки начинает изменяться поток вектора магнитной индукции через кольцо. По закону электромагнитной индукции в кольце появляется ЭДС индукции, возникает индукционный ток. Согласно правилу Ленца взаимодействие токов в кольце и в катушке приводит к тому, что кольцо отталкивается от катушки.
2. Затем кольцо возвращается в исходное положение, так как индукционный ток препятствует возможным колебаниям кольца на нитях.
3. Индукционный ток в неподвижном кольце около катушки с постоянным током стремится к нулю, магнитные свойства меди выражены очень слабо, поэтому, вернувшись в исходное положение равновесия, кольцо остается неподвижным.

**29**

- 0.43 Указание: в точке разрыва применить закон сохранения импульса, а затем законы кинематики для каждого осколка отдельно.

**30**

- 12.5 кДж Указание: применяем 1 закон термодинамики на каждом процессе, а также учитываем что кривая 1-3 это изотерма.

**31**

- $2.5 \cdot 10^{-9}$  Дж Указание: следует воспользоваться теоремой об изменении энергии.

**32**

- 2.7 К Указание: используем закон радиоактивного распада, а затем учитываем, что вся энергия частиц переходит в количество теплоты.