



**Соотношение между различными единицами**

температура	$0 \text{ K} = -273 \text{ }^{\circ}\text{C}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалента	$931 \text{ МэВ}$
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	$900 \text{ кг/м}^3$
воды	$1000 \text{ кг/м}^3$	алюминия	$2700 \text{ кг/м}^3$
древесины (сосна)	$400 \text{ кг/м}^3$	железа	$7800 \text{ кг/м}^3$
керосина	$800 \text{ кг/м}^3$	ртути	$13600 \text{ кг/м}^3$

**Удельная теплоёмкость**

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$	алюминия	$900 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$	меди	$380 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$
железа	$460 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$	чугуна	$800 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$
свинца	$130 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$		

**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**

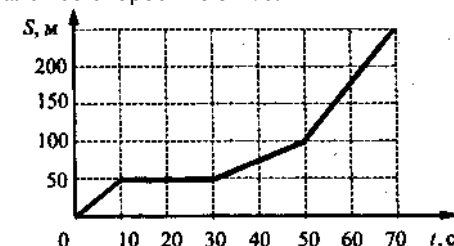
азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воды	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$	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**

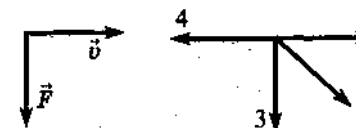
- 1 На рисунке представлен график зависимости пути  $S$  велосипедиста от времени  $t$ . Определите интервал времени после начала движения, когда велосипедист двигался со скоростью  $5 \text{ м/с}$ .



- 1) от 50 с до 70 с
- 2) от 30 с до 50 с
- 3) от 10 с до 30 с
- 4) от 0 до 10 с

Ответ: \_\_\_\_\_

- 2 На левом рисунке представлены вектор скорости тела и вектор равнодействующей всех сил, действующих на тело. Какой из четырех векторов на правом рисунке указывает направление вектора ускорения этого тела в инерциальной системе отсчета?



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

Ответ: \_\_\_\_\_



- 3 Две пружины растягиваются одинаковыми силами  $F$ . Жесткость первой пружины  $k_1$  в 1,5 раза больше жесткости второй пружины  $k_2$ . Удлинение первой пружины равно  $\Delta l_1$ , а удлинение второй  $\Delta l_2$  равно

1)  $0,5 \Delta l_1$     2)  $0,67 \Delta l_1$     3)  $1,5 \Delta l_1$     4)  $2 \Delta l_1$

Ответ: \_\_\_\_\_

- 4 Тело движется прямолинейно. Под действием постоянной силы величиной 4 Н импульс тела за 2 с увеличился и стал равен 20 кг\*м/с. Первоначальный импульс тела равен

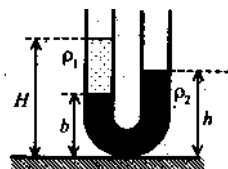
4 кг м/с    2) 8 кг м/с    3) 12 кг м/с    4) 28 кг м/с

Ответ: \_\_\_\_\_

- 5 В широкую U-образную трубку с вертикальными прямыми коленами налиты неизвестная жидкость плотностью  $\rho_1$ , и вода плотностью  $\rho_2 = 1000 \text{ кг/м}^3$  (см.

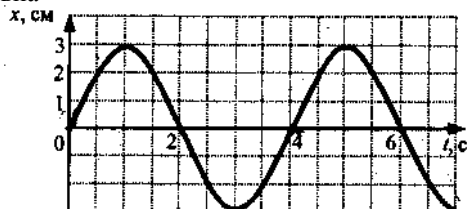
рисунок). На рисунке  $b = 10 \text{ см}$ ,  $h = 24 \text{ см}$ ,  $H = 30 \text{ см}$ . Плотность жидкости  $\rho_1$ , равна

1)  $600 \text{ кг/м}^3$     3)  $0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$   
2)  $700 \text{ кг/м}^3$     4)  $0,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$



Ответ: \_\_\_\_\_

- 6 На рисунке дан график зависимости координаты тела от времени. Частота колебаний тела равна



1) 0,12 Гц    2) 0,25 Гц    3) 0,5 Гц    4) 4 Гц

Ответ: \_\_\_\_\_

- 7 На сани, стоящие на гладком льду, с некоторой высоты прыгает человек массой 50 кг. Проекция скорости человека на горизонтальную плоскость в момент соприкосновения с санями равна 4 м/с. Скорость саней с человеком после прыжка составила 0,8 м/с. Чему равна масса саней?

150 кг    2) 200 кг    3) 250 кг    4) 400 кг

Ответ: \_\_\_\_\_

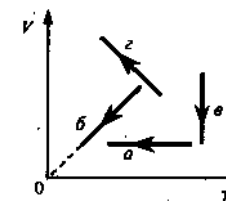
- 8 Какая-либо упорядоченность в расположении частиц вещества отсутствует. Это утверждение соответствует модели

1) только газа    3) только твердого тела  
2) только жидкости    4) газа, жидкости и твердого тела

Ответ: \_\_\_\_\_

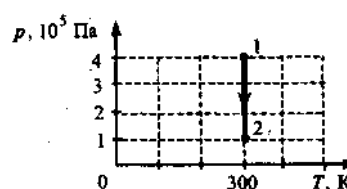
- 9 На рисунке показаны графики четырех процессов изменения состояния идеального газа. Изохорным охлаждением является процесс

1) а    2) б    3) в    4) г



Ответ: \_\_\_\_\_

- 10



На рисунке показан график процесса для постоянной массы идеального одноатомного газа. В этом процессе газ совершает работу, равную 3 кДж. Количество теплоты, полученное газом, равно

1) 1 кДж    2) 3 кДж    3) 4 кДж    4) 7 кДж

Ответ: \_\_\_\_\_

- 11

В школьной лаборатории изучают колебания пружинного маятника при различных значениях массы маятника. Если увеличить массу маятника, то как изменятся: частота его колебаний и период изменения его потенциальной энергии?

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.

Частота колебаний	Период изменения потенциальной энергии

- 12 В резервуаре находится 20 кг азота при температуре 300 К и давлении  $10^5$  Па. Чему равен объем резервуара?
- 5) 17,8 м<sup>3</sup>  
6)  $1,8 \cdot 10^{-2}$  м<sup>3</sup>  
7) 35,6 м<sup>3</sup>  
8)  $3,6 \cdot 10^{-2}$  м<sup>3</sup>

Ответ: \_\_\_\_\_

- 13 Как изменится емкость плоского воздушного конденсатора, если площадь обкладок уменьшить в 2 раза, а расстояние между ними увеличить в 2 раза?
- 1) увеличится в 2 раза  
2) уменьшится в 2 раза  
3) не изменится  
4) уменьшится в 4 раза

Ответ: \_\_\_\_\_

- 14 В электронагревателе с неизменным сопротивлением спирали, через который течет постоянный ток, за время  $t$  выделяется количество теплоты  $Q$ . Если силу тока и время  $t$  увеличить вдвое, то количество теплоты, выделившееся в нагревателе, будет равно
- 1) 0    2)  $4Q$     3)  $8Q$     4)  $\frac{1}{2}Q$

Ответ: \_\_\_\_\_

- 15 К магнитной стрелке (северный полюс затемнен, см. рисунок), которая может поворачиваться вокруг вертикальной оси, перпендикулярной плоскости чертежа, поднесли постоянный полосовой магнит. При этом



- 1) стрелка повернется на 180°  
2) повернется на 90° по часовой стрелке  
3) повернется на 90° против часовой стрелки

- 4) останется в прежнем положении

Ответ: \_\_\_\_\_

- 16 В опыте по исследованию ЭДС электромагнитной индукции квадратная рамка из тонкого провода со стороной квадрата  $b$  находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости рамки. Индукция поля возрастает за время  $t$  по линейному закону от 0 до максимального значения  $B_{\text{макс}}$ . Как изменится ЭДС индукции, возникающая в рамке, если  $b$  уменьшить в 2 раза, а  $B_{\text{макс}}$  увеличить в 4 раза?

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

Ответ: \_\_\_\_\_

- 17 В каких условиях происходят гармонические колебания материальной точки по прямой и движение тела, брошенного под углом к горизонту? К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКОЕ ЯВЛЕНИЕ	ЗАКОНОМЕРНОСТЬ
А) материальная точка совершает гармонические колебания по прямой	1) $F_{\text{равнодейств}} = 0$ 2) $F_{\text{равнодейств}} = F_{\text{тяж}}$
Б) тело брошено под углом к горизонту	3) $g = V^2/R$ 4) $ma_x = -kx$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б

- 18 После того как плоский воздушный конденсатор зарядился, его отключили от источника тока, а затем увеличили расстояние между его пластинами. Как изменяются при этом следующие характеристики: заряд на обкладках конденсатора, емкость конденсатора, энергия конденсатора?

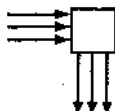
- 1) увеличивается  
2) уменьшается  
3) не изменяется



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

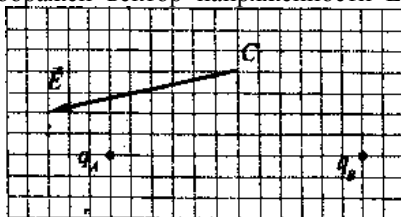
Заряд конденсатора	Емкость конденсатора	Энергия конденсатора

- 19 Пройдя некоторую оптическую систему, параллельный пучок света поворачивается на  $90^\circ$  (см. рисунок). Оптическая система представляет собой
- 1) собирающую линзу
  - 2) рассеивающую линзу
  - 3) плоское зеркало
  - 4) матовую пластинку



Ответ: \_\_\_\_\_

- 20 На рисунке изображен вектор напряженности  $E$  электрического поля в



точке С, которое создано двумя неподвижными точечными зарядами  $q_A$  и  $q_B$ . Чему равен заряд  $q_B$ , если заряд  $q_A$  равен  $-2$  нКл?

- 1)  $+1$  нКл
- 2)  $+2$  нКл
- 3)  $-1$  нКл
- 4)  $-2$  нКл

Ответ: \_\_\_\_\_

- 21 Ядро  ${}_{92}^{238}\text{U}$  претерпело ряд  $\alpha$ - и  $\beta$ -распадов. В результате образовалось ядро  ${}_{82}^{206}\text{Pb}$ . Определите число  $\alpha$ -распадов.

Ответ: \_\_\_\_\_

- 22 В некоторых опытах по изучению фотоэффекта фотоэлектроны тормозятся электрическим полем. Напряжение, при котором поле останавливает и возвращает назад все фотоэлектроны, назвали задерживающим

напряжением.

В таблице представлены результаты одного из первых таких опытов при освещении одной и той же пластины, в ходе которого было получено значение  $h = 5,3 \cdot 10^{-34}$  Дж с.

Задерживающее напряжение $U$ , В		0,6
Частота $\nu$ , $10^{14}$ Гц	5,5	6,1

Чему равно опущенное в таблице первое значение задерживающего потенциала?

- 1) 0.4 В
- 2) 0.5 В
- 3) 0.7 В
- 4) 0.8 В

Ответ: \_\_\_\_\_

- 23 Длина волны фотона, излучаемого атомом при переходе из возбужденного состояния с энергией  $E_1$ , в основное состояние с энергией  $E_0$ , равна ( $c$  — скорость света,  $h$  — постоянная Планка)

- 1)  $(E_0 - E_1)/h$
- 2)  $(E_1 - E_0)/h$
- 3)  $ch/(E_1 - E_0)$
- 4)  $ch/(E_0 - E_1)$

Ответ: \_\_\_\_\_

- 24 Конденсатор подключили к источнику тока через резистор сопротивлением  $5$  кОм. Результаты измерений напряжения между обкладками конденсатора представлены в таблице.

$U$ , В	0	3.8	5.2	5.7	5.9	6.0	6.0	6.0
$t$ , с	0	1	2	3	4	5	6	7

Сила тока через конденсатор при  $t=6$  с приблизительно равна

- 1) 0
- 2) 0.8 мА
- 3) 1.2 мА
- 4) 2.4 мА

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.

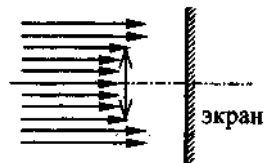
- 25 Брусок массой  $m_1 = 500$  г соскальзывает по наклонной поверхности с высоты  $h = 0,8$  м и, двигаясь по горизонтальной поверхности, сталкивается с неподвижным бруском массой  $m_2 = 300$  г. Считая столкновение абсолютно неупругим, определите изменение кинетической энергии первого бруска в результате столкновения. Трением при движении пренебречь. Считать, что наклонная плоскость плавно переходит в горизонтальную.

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

- 26 Песчинка, имеющая заряд  $10^{-11}$  Кл, влетела в однородное электрическое поле вдоль его силовых линий с начальной скоростью  $0,1$  м/с и переместилась на расстояние  $4$  см. Чему равна масса песчинки, если её скорость увеличилась на  $0,2$  м/с при напряжённости поля  $10^5$  В/м? Ответ выразите в миллиграммах (мг). Влиянием силы тяжести пренебречь.

Ответ: \_\_\_\_\_ мг

- 27 Пучок параллельных световых лучей падает нормально на тонкую собирающую линзу диаметром  $6$  см с оптической силой  $5$  дптр (см. рисунок). Экран расположен за линзой на расстоянии  $10$  см. Рассчитайте (в см) диаметр светлого пятна, созданного линзой на экране



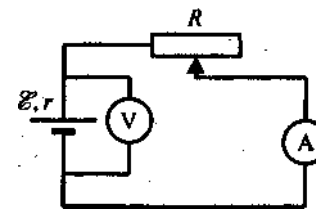
Ответ: \_\_\_\_\_ см

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

В схеме, показанной на рисунке, вольтметр и амперметр можно считать, идеальными, а источник тока имеет конечное сопротивление. Движок реостата  $R$  передвинули, и показания амперметра увеличились. Куда передвинули движок реостата и как изменились показания вольтметра? Ответ обоснуйте.



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

Небольшой шарик массой  $m = 2$  кг подвешен на нити. Шарик отвели в сторону так, что нить приняла горизонтальное положение, и отпустили. Определите угол между нитью и вертикалью, при котором нить оборвется. Нить выдерживает максимальное натяжение  $T_{\max} = 30$  Н. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

30

Свинцовая пуля, летящая горизонтально со скоростью  $V_0 = 500$  м/с, пробивает доску на высоте  $h = 2$  м над поверхностью земли. Направление скорости пули не изменилось, при движении через доску пуля нагрелась на  $200$  К. Определите, на каком расстоянии  $S$  от доски пуля упала на землю. Сопротивлением воздуха можно пренебречь. Считайте, что все выделившееся при движении пули через доску тепло пошло на ее нагревание.

31

Протон и  $\alpha$ -частица движутся по одной прямой навстречу друг другу. В тот момент, когда расстояние между частицами было велико, скорость протона была равна  $3 \cdot 10^5$  м/с, а скорость  $\alpha$ -частицы  $10^5$  м/с. Определите, на какое наименьшее расстояние  $a$  смогут сблизиться эти частицы.





- 32 Электромагнитное излучение с длиной волны  $3.3 \cdot 10^{-7}$  м используется для нагревания воды массой 1 кг. Сколько времени потребуется для нагревания воды на  $10^\circ\text{C}$ , если источник за 1 с излучает  $10^{20}$  фотонов? Считать, что излучение полностью поглощается водой.





**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	4	15	4
2	3	16	3
3	3	17	42
4	3	18	321
5	2	19	3
6	2	20	1
7	2	21	8
8	1	22	1
9	1	23	3
10	2	24	1
11	21	25	- 2.44
12	1	26	1
13	4	27	3
14	3		

28) Движок реостата подвинули влево, показания вольтметра понизились.

29)  $60^0$

30) 284 м

31)  $4 \cdot 10^{-12}$  м

32) 700 с