

## Вариант 0

### Справочные данные

<b>Константы</b>			
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			$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
<b>Соотношение между различными единицами</b>			
атомная единица массы			$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна			$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт			$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$
<b>Масса частиц</b>			
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	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$		
<b>Плотность</b>			
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	$13600 \text{ кг/м}^3$
меди	$8900 \text{ кг/м}^3$		
<b>Удельная теплоемкость</b>			
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	$460 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	чугуна	$500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
свинца	$130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		
<b>Удельная теплота</b>			
парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$		
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$		
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$		
<b>Нормальные условия:</b> давление $10^5 \text{ Па}$ , температура $0^\circ\text{C}$			
<b>Молярная масса</b>			
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	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

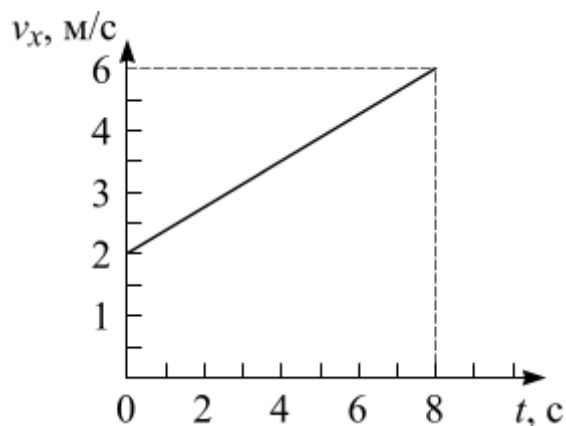
## Десятичные приставки

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	$10^{-12}$

### Часть 1

Ответами к заданиям 1-24 являются цифра, слово, 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 пишете в отдельной клеточке. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости  $v_x$  от времени для тела, движущегося прямолинейно по оси  $Ox$ . Определите проекцию ускорения тела  $a_x$ .



Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

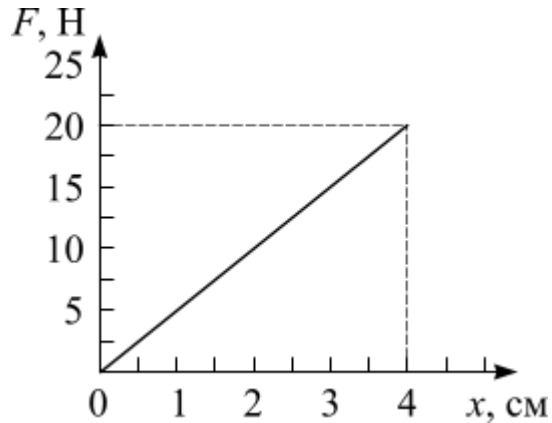
2. Масса тела из алюминия равна 540 г. Определите массу тела того же объема, если его изготовить из древесины.

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

3. Тело массой  $m = 2 \text{ кг}$  движется под действием двух сил  $F_1 = 3 \text{ Н}$  и  $F_2 = 4 \text{ Н}$ . Определите ускорение тела, если силы перпендикулярны друг другу.

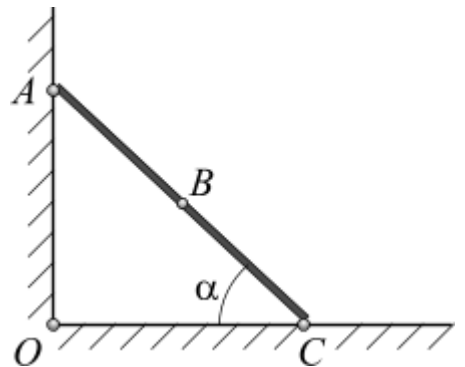
Ответ: \_\_\_\_\_  $\text{м/с}^2$ .

4. На рисунке представлен график зависимости модуля силы упругости от удлинения пружины. Определите жесткость пружины.



Ответ: \_\_\_\_\_  $\text{Н/см}$ .

5. Тонкий стержень массой  $m = 2 \text{ кг}$  и длиной  $l = 0,8 \text{ м}$  стоит наклонно, опираясь на гладкую вертикальную стену. Стержень образует угол  $\alpha = 60^\circ$  с шероховатой горизонтальной поверхностью. Определите момент силы тяжести стержня относительно точки A. (Ответ округлите до сотых.)



Ответ: \_\_\_\_\_  $\text{Н} \cdot \text{м}$ .

6. Деревянный брусок, плавает на поверхности керосина, частично погружённый в него. Как изменится сила Архимеда, действующая на брусок, и глубина погружения бруска, если он будет плавать в воде?

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 ответах могут повторяться.

Сила Архимеда	Глубина погружения бруска

В бланк ответов №1 перенесите только номера ответов, без пробелов и других дополнительных символов.

7. На покоящийся пластилиновый шарик массой  $m_1 = 800\text{ г}$  налетает деревянный шарик массой  $m_2 = 200\text{ г}$ , двигающийся со скоростью  $V = 5\text{ м/с}$ . В результате центрального удара шарики слипаются и движутся как единое целое.

Выберите из предложенных утверждений **два**, которые верно отражают результаты этого опыта.

- 1) Общая кинетическая энергия системы тел «деревянный шарик + пластилиновый шарик» при ударе увеличилась.
- 2) Суммарный импульс системы тел после удара равен  $1\text{ кг} \cdot \text{м/с}$ .
- 3) Скорость тел после соударения равна  $1\text{ м/с}$ .
- 4) В результате соударения выделилось количество теплоты, равное  $1,5\text{ Дж}$ .
- 5) Кинетическая энергия пластилинового шарика после удара равна  $0,8\text{ Дж}$ .

Ответ: 

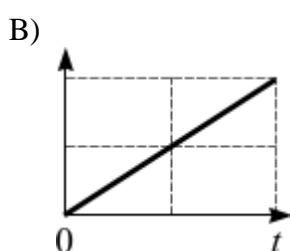
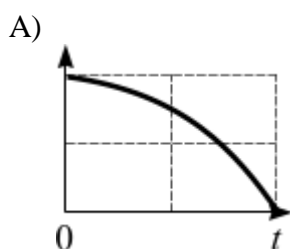
--	--

8. Изначально покоившееся тело начинает свободно падать с некоторой высоты вблизи поверхности земли.

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

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

## ГРАФИКИ



## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) Модуль скорости тела
- 2) Кинетическая энергия
- 3) Потенциальная энергия
- 4) Модуль ускорения тела

А	Б

Ответ:

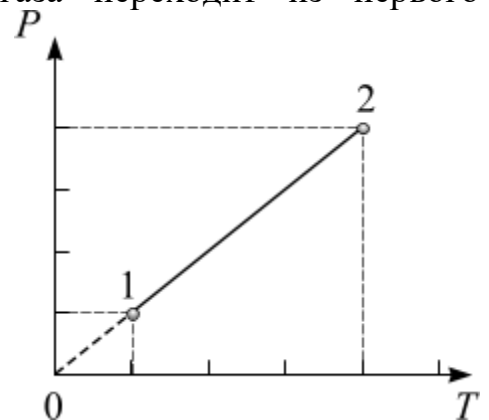
9. Длину нити математического маятника увеличили в 4 раза. Во сколько раз увеличился период свободных гармонических колебаний маятника?

Ответ: \_\_\_\_\_

10. Один моль одноатомного идеального газа переходит из первого состояния во второе так, как показано на рисунке. Температура газа во втором состоянии  $T_2 = 800\text{К}$ .

Выберите из предложенных утверждений два, которые верно отражают результаты этого опыта.

- 1) Процесс, происходящий с газом, изохорный.
- 2) Газ, при переходе из первого состояния во второе, совершает положительную работу.
- 3) Начальная температура газа  $100\text{К}$ .
- 4) Количество теплоты, полученное газом,  $7479\text{Дж}$ .



- 5) Внутренняя энергия газа, при переходе из первого состояния во второе, не изменилась.

Ответ: 

--	--

11. Какое количество теплоты получил газ, если он совершил работу  $500\text{Дж}$ , а его внутренняя энергия увеличилась на  $200\text{Дж}$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

12. Какое количество теплоты необходимо сообщить медной детали массой  $2\text{кг}$ , чтобы нагреть ее на  $100\text{К}$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

13. Объем сосуда, содержащего  $1\text{ моль}$  водорода, увеличили вдвое и добавили в сосуд  $1\text{ моль}$  гелия. Температура в сосуде уменьшилась в  $2\text{ раза}$ . Выберите из предложенных утверждений два, которые верно отражают результаты этого опыта.

- 1) Концентрация водорода в сосуде увеличилась.

- 2) Внутренняя энергия водорода уменьшилась.
- 3) Плотность газа в сосуде увеличилась.
- 4) Давление в сосуде не изменилось.
- 5) Парциальное давление гелия в сосуде больше, чем парциальное давление водорода.

Ответ: 

--	--

**14.** Температура нагревателя идеального теплового двигателя, работающего по циклу Карно, равна  $T_1$ , а температура холодильника равна  $T_2$ . За цикл двигатель совершает работу, равную  $A$ .

Установите соответствие между физическими величинами, описывающими работу этого двигателя, и формулами, по которым их можно вычислить.

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

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

**ФОРМУЛЫ**

А) КПД двигателя

1)  $\frac{T_1 - T_2}{T_1}$

В) количество теплоты, получаемое двигателем за цикл от нагревателя

2)  $\frac{T_1 - T_2}{T_2}$

3)  $\frac{AT_1}{T_1 - T_2}$

4)  $\frac{AT_2}{T_1 - T_2}$

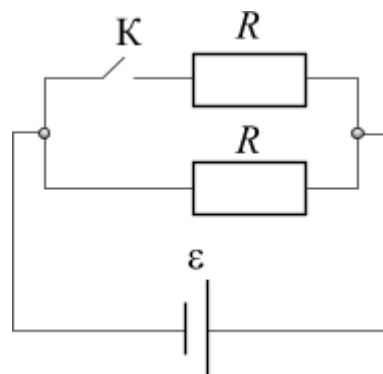
Ответ:

А	Б

**15.** Сила взаимодействия двух точечных электрических зарядов равна 20 мкН. Какой станет электрическая энергия взаимодействия этих зарядов, если увеличить расстояние между ними в 2 раза?

Ответ: \_\_\_\_\_ мкН.

**16.** На рисунке показана цепь постоянного тока. Внутренним сопротивлением источника можно пренебречь ( $\varepsilon$  – ЭДС источника тока;  $R$  – сопротивление резистора). В некоторый момент времени ключ  $K$  замыкают. Выберите из



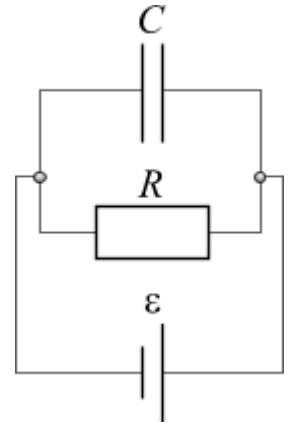
предложенных утверждений **два**, которые верно отражают результаты этого опыта.

- 1) Сила тока, текущего через источник тока, не изменилась.
- 2) Сопротивление цепи увеличилось в два раза.
- 3) Сопротивление цепи уменьшилось в два раза.
- 4) Напряжение на нижнем резисторе осталось прежним.
- 5) Сила ток, текущего через нижний резистор, уменьшилась.

Ответ: 

--	--

17. На рисунке показана электрическая цепь. Внутренним сопротивлением источника тока можно пренебречь. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать ( $\varepsilon$  – ЭДС источника тока;  $R$  – сопротивление резистора;  $C$  – емкость конденсатора).



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

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

**ФОРМУЛЫ**

А) заряд конденсатора

1)  $\frac{\varepsilon}{R}$

В) мощность, выделяемая на резисторе

2)  $\frac{\varepsilon^2}{R}$

3)  $C\varepsilon$

4)  $\frac{C\varepsilon^2}{2}$

Ответ: 

А	Б

18. По длинному проводу, расположенному перпендикулярно плоскости рисунка, протекает электрический ток в направлении к наблюдателю. Определите куда направлен (вверх, вниз, вправо, влево, от наблюдателя, к наблюдателю) вектор магнитной индукции магнитного поля, созданного этим проводником с током.



Ответ: \_\_\_\_\_

**19.** Электрический колебательный контур радиоприемника настроен на длину волны  $\lambda$ . Как изменятся период колебаний в контуре, и соответствующая длина волны, если емкость конденсатора колебательного контура уменьшить?

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.

Период колебаний	Длина волны

*В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.*

**20.** Определите количество протонов и количество нейтронов во втором продукте ядерной реакции  ${}^6_3\text{Li} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^4_2\text{He} + X$ .

Число протонов	Число нейтронов

*В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.*

**21** Катод освещается монохроматическим светом. Как изменятся при увеличении частоты излучения фотонов работа выхода и энергия вылетевших электронов?

Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

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

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

Энергия электронов	Запирающее напряжение



В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

22. При определении скорости  $V$  равномерно прямолинейно движущейся тележки ученик измерил время движения по очень точному электронному секундомеру:  $t = 10,00$  с. Пройденный тележкой за это время путь был измерен с помощью рулетки:  $S = 150 \pm 1$  см. Запишите в ответ модуль скорости тележки с учётом погрешности измерений.

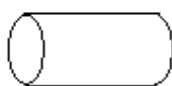
Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) см/с.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

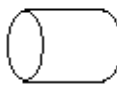
23. Различные проволоки изготовлены из меди и стали. Какие две проволоки нужно выбрать, чтобы на опыте проверить зависимость сопротивления проволоки от свойств материала, из которого она изготовлена?

В ответ запишите номера выбранных проволок.

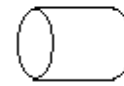
1) медь



3) медь



5) сталь



2) сталь



4) сталь



Ответ:

3	5
---	---

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о звёздах.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Расстояние до Звезды (св.год)
Альтаир	8000	1,7	1,7	360
Антарес	3100	19	750	360
Бетельгейзе	3100	20	900	650
Денеб	9800	15	50	820
Капелла	5200	3	2,5	45
Полярная	6200	10	70	650
Ригель	12800	20	90	1100
Сириус	10400	3	1,7	8,7

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд и запишите их номера.

- 1) Полярная звезда относится к сверхгигантам.
- 2) Звёзды Антарес и Бетельгейзе относятся к одному спектральному классу.
- 3) Размер Полярной звезды в два раза меньше, чем звезды Ригель.
- 4) Звезда Ригель, самая удалённая звезда от Солнца (из звёзд, представленных в таблице).
- 5) Плотность звезды Альтаир в 1,7 раза больше, чем плотность Солнца.

Ответ:

--	--

## Часть 2

*Ответом к заданиям 25 и 26 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 приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

**25.** В цилиндре под поршнем находится идеальный одноатомный газ-аргон. Газ расширился при постоянном давлении, совершив работу 7 кДж. Какое количество теплоты сообщили газу? Масса газа не изменялась.

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

**26.** Заряженная частица движется в однородном магнитном поле по окружности радиусом  $2 \cdot 10^{-3}$  м. Сила, действующая на частицу со стороны магнитного поля, равна  $1,6 \cdot 10^{-13}$  Н. Какова кинетическая энергия частицы?

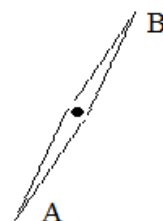
Ответ: \_\_\_\_\_ эВ.

*Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.  
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.*

*Для записи ответов на задания (27-32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ №2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.*

**27.** Насаженную на вертикальную ось металлическую стрелку АВ закрепили и сбоку к

++
----

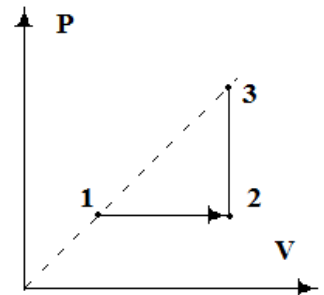


ней поднесли наэлектризованную стеклянную палочку (см. рисунок). Будет ли поворачиваться стрелка, если ее освободить. И если будет, то в какую сторону? Объясните поведение стрелки, указав, какими физическими явлениями и закономерностями оно вызвано.

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

**28.** Лазер излучает в импульсе  $10^{19}$  световых квантов длиной волны 400 нм. Средняя мощность импульса лазера 110 Вт. Определить длительность вспышки. Ответ выразить в миллисекундах.

**29.** Тележка массой  $M=0,8$  кг движется по инерции со скоростью  $V=2,5$  м/с по гладкой горизонтальной поверхности. На неё с высоты  $H=50$  см падает кусок пластины массой  $m=0,2$  кг и прилипает к ней. Какая энергия системы перешла во внутреннюю при этом ударе?



**30.** С идеальным одноатомным газом совершается процесс  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ , показанный на рисунке. Внутренние энергии газа в состоянии 1 и 3 равны соответственно  $U_1=3$  кДж и  $U_3=12$  кДж. Чему равно количество теплоты, подведённое к газу в процессе  $2 \rightarrow 3$ ?

**31.** В идеальном колебательном контуре конденсатор зарядили до некоторой величины. После замыкания ключа возникают гармонические электромагнитные колебания. Определить отношение силы тока в контуре к максимально возможному его значению в тот момент времени, когда заряд конденсатора уменьшится в три раза.

**32.** Покоящийся атом водорода в основном состоянии ( $E_1 = -13,6$  эВ) поглощает фотон с длиной волны  $\lambda = 80$  нм. С какой скоростью движется электрон вдали от ядра, вылетевший из атома в результате ионизации? Кинетической энергией образовавшегося иона пренебречь.

