

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

Десятичные приставки

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

Константы

число π

$$\pi = 3,14$$

ускорение свободного падения на Земле

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

гравитационная постоянная

$$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$$

универсальная газовая постоянная

$$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$$

постоянная Больцмана

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$$

постоянная Авогадро

$$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

скорость света в вакууме

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

коэффициент пропорциональности в законе Кулона

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$$

модуль заряда электрона

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

(элементарный электрический заряд)

постоянная Планка

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

Соотношение 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

$$931,5 \text{ МэВ}$$

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 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13 600 кг/м ³

Удельная теплоёмкость

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 $130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$

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°C

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 1-23 являются 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 в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 1 Мяч брошен горизонтально со скоростью $v_0 = 10$ м/с. Через сколько времени нормальное ускорение в два раза больше касательного?

Ответ: _____ с

- 2 Падающий вертикально шарик массой $m = 200$ г перед ударом о горизонтальный пол движется со скоростью $v = 5$ м/с и после удара подпрыгнул на высоту $h = 46$ см. Найдите изменение импульса шарика в результате удара. Ответ округлить до десятых.

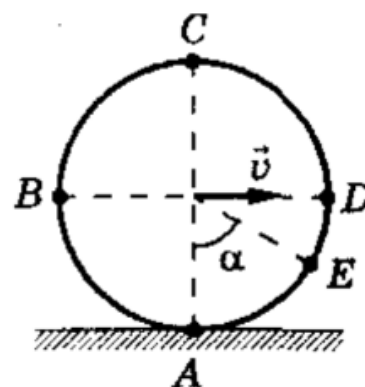
Ответ: _____ кг·м/с

- 3 Тонкая капроновая нить, расположенная горизонтально и слегка натянута. Нить рвется, когда к ней посередине подвешивается груз массой большей, чем $m_1 = 2$ кг. Обе половины нити в момент разрыва составляют с горизонтом угол $\alpha = 1^\circ$. Какой наибольшей массы m_2 груз можно подвесить на этой нити, когда она расположена вертикально? Ответ округлить до десятых.

Ответ: _____ кг

- 4 Однородный диск радиусом $R = 0,5$ м катится без проскальзывания со скоростью $v = 2$ м/с.

На основании анализа условия, выберите все верные утверждения и укажите в ответе их номера.



- 1) Круговая частота ω диска равна 4 рад/с.
- 2) Скорость точки B равна скорости точки D.
- 3) Скорость точки E равна 4 м/с.
- 4) Модуль скорости точки D = $2\sqrt{2}$ м/с.
- 5) Модуль скорости точки C = 4 м/с.

Ответ: _____

- 5 В стакане с водой плавает в вертикальном положении брусок в форме прямоугольного параллелепипеда. Брусок длиной 3 см имеет квадратное сечение со стороной 1 см. Как изменится расстояние от поверхности воды до нижней грани бруска, если брусок перевести в горизонтальное положение? Как при этом изменится уровень воды в стакане?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

Расстояние от поверхности воды до нижней грани бруска	Уровень воды в стакане

- 6 Груз, прикрепленный к трём одинаковым воздушным шарам, поднимается с постоянной скоростью. Массы оболочек шаров и сопротивление воздуха пренебрежимо малы. Шары герметичны. Каждой величине из левого столбца поставьте в соответствие значение или характер изменения из правого. Цифры в ответе могут повторяться.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) С каким ускорением будет двигаться система, если один из шаров лопнет?

Б) Как изменится это ускорение, если газ в шарах нагреть?

ИХ ЗНАЧЕНИЯ

- 1) $g/3$
- 2) $2g/3$
- 3) $g/6$

- 4) увеличится
- 5) уменьшится
- 6) не изменится

А	Б

- 7 При отрицательной калорической диете используется вода при $t_0 = 0^\circ\text{C}$. Когда человек выпивает эту воду, организм выделяет энергию, чтобы нагреть эту воду до температуры человеческого тела $t_1 = 37^\circ\text{C}$. Сколько литров ледяной воды следует выпивать, чтобы компенсировать поступление с пищей $Q = 10^5$ калорий (1 калория соответствует 4,2 Дж)? Ответ округлить до десятых.

Ответ: _____ л

- 8 Шаровая молния представляет собой слабо светящийся газовый шар, свободно плавающий в воздухе. Обычно она наблюдается после грозы. Согласно одной из моделей молния состоит из идеального газа, представляющего собой комплексное соединение, каждая молекула которого содержит ион азота, связанный с несколькими молекулами воды. Температура молнии $t = 600^\circ\text{C}$, температура окружающего воздуха $t_0 = 20^\circ\text{C}$. Сколько молекул воды связывает каждый ион азота? Электроны, потерянные атомом азота, связаны с молекулами воды, так что комплексная молекула остается в целом нейтральной. *Примечание. Физика шаровой молнии до сих пор не изучена. Возможно, данная модель неверна.*

Ответ: _____

- 9 В ходе некоторого процесса температура 1 моля аргона повышается на 100 К. В этом процессе удельная теплоёмкость аргона постоянна и равна 1236,6 Дж/(кг · °C). Какую работу совершает аргон в этом процессе? Ответ выразите в джоулях и округлите до целого числа.

Ответ: _____ Дж

- 10 В среду и четверг температура воздуха была одинаковой. Парциальное давление водяного пара в атмосфере в среду было больше, чем в четверг.

Из приведенного ниже списка выберите все верные утверждения по поводу этой ситуации.

1) Концентрация молекул водяного пара в воздухе в среду была меньше, чем в четверг.

2) Плотность насыщенных водяных паров в среду и четверг была одинаковой.

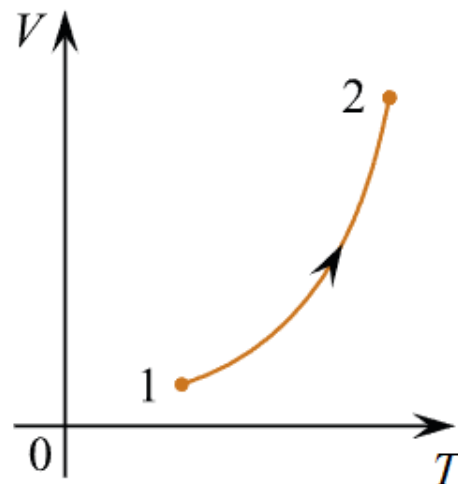
3) Масса водяных паров, содержащихся в 1 м^3 воздуха, в среду была больше, чем в четверг.

4) Давление водяных паров в среду было больше, чем в четверг.

5) Относительная влажность воздуха в среду была меньше, чем в четверг.

Ответ: _____

- 11** На рисунке изображён график зависимости объёма V одного моля идеального одноатомного газа от его температуры T в процессе 1–2. Как в результате перехода из состояния 1 в состояние 2 изменяются внутренняя энергия газа и давление газа?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем таблице:

Внутренняя энергия газа	Давление газа

- 12** Птица сидит на проводе линии электропередачи, по которому течет ток величиной $I = 1800$ А. Сопротивление каждого метра провода $R_1 = 2 \cdot 10^{-5}$ Ом/м. Под каким напряжением U находится птица, если расстояние между ее лапками равно $d = 2,5$ см?

Ответ: _____ мВ

- 13** Заряженная частица движется в однородном магнитном поле по дуге окружности радиуса $R_1 = 2$ см. После прохождения через свинцовую пластинку радиус кривизны траектории $R_2 = 1$ см. Определите относительное приращение кинетической энергии частицы δK .

Ответ: _____

- 14** Луч света падает на плоскопараллельную стеклянную пластинку под углом падения $\alpha = 60^\circ$. Время прохождения света через пластинку $T = 10^{-10}$ с. Определите толщину d пластинки. Показатель преломления стекла $n = 1,5$. Ответ округлить до сотых.

Ответ: _____ см

15 Электромагнитные излучения различных длин волн отличаются друг от друга тем, что (выберите верные утверждения)

- 1) одни из них обладают способностью к поляризации, а другие нет;
- 2) одни из них являются продольными, а другие поперечными;
- 3) они с разной скоростью распространяются в вакууме;
- 4) они с разной скоростью распространяются в веществе;
- 5) при распространении в вакууме значения напряженности электрического поля изменяются с различной частотой.

Ответ: _____

16 Плоский конденсатор заряжен и отключен от источника постоянного напряжения. В конденсатор вставляют пластину из диэлектрика так, что диэлектрик заполняет половину объема конденсатора, из-за чего разность потенциалов между пластинами уменьшается в 3 раза. Во сколько раз изменяется напряженность электрического поля внутри конденсатора в области без диэлектрика? Какова диэлектрическая проницаемость пластины?

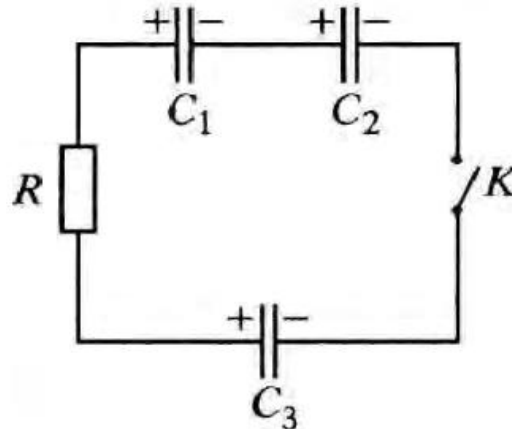


Для каждой величины из левого столбца подберите численное значение из правого. Цифры в ответе могут повторяться.

- | | |
|--|----------------------|
| А) Напряженность электрического поля внутри конденсатора в области без диэлектрика | 1) 2
2) 3
3) 4 |
| Б) Диэлектрическая проницаемость введенной пластины | 4) 5
5) 6
6) 7 |

А	Б

- 17 Три плоских конденсатора с емкостями $C_1 = C_0, C_2 = 2C_0, C_3 = 3C_0$ каждый из которых первоначально был заряжен от батареи с ЭДС ε В, и резистор с сопротивлением R включены в схему:



Каждой физической величине из левого столбца поставьте в соответствие формулу из правого, по которой ее можно рассчитать.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

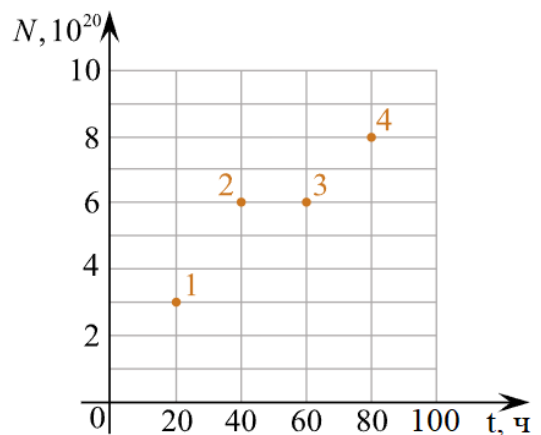
- А) Ток в цепи сразу после замыкания ключа
- Б) Напряжение, установившееся на конденсаторе C_1
- В) Напряжение, установившееся на конденсаторе C_2
- Г) Напряжение, установившееся на конденсаторе C_3

ФОРМУЛА

- 1) $\frac{3\varepsilon}{R}$
- 2) $\frac{\varepsilon}{R}$
- 3) $\frac{5\varepsilon}{11}$
- 4) $\frac{16\varepsilon}{39}$
- 5) $\frac{11\varepsilon}{21}$
- 6) $\frac{11}{11}$

А	Б	В	Г

- 18 Из ядер платины ${}^{197}_{78}\text{Pt}$ при β^- — распаде с периодом полураспада 20 часов образуются стабильные ядра золота. В момент начала наблюдения в образце содержится $6 \cdot 10^{20}$ ядер платины. Через какую из точек, кроме начала координат, пройдет график зависимости числа ядер золота от времени (см. рис.)?



Ответ: _____

- 19** Радиоактивное ядро испытало β^- -распад. Как изменились в результате заряд радиоактивного ядра и число нейтронов в ядре?

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.

Заряд радиоактивного ядра	Число нейтронов в ядре

- 20** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите в ответе их номера.

1) Чем меньше сила трения колёс автомобиля о дорогу, тем на меньшей скорости машина может вписаться в заданный поворот.

2) При понижении температуры влажного воздуха может образовываться иней, туман или выпасть роса.

3) Действие электрического тока на магнитную стрелку может наблюдаться, только если электрический ток протекает по железному проводнику.

4) При преломлении электромагнитных волн на границе двух сред скорость волны не изменяется.

5) Рентгеновские лучи обладают разной проникающей способностью через мягкие и костные ткани человека.

Ответ: _____

- 21** Даны следующие зависимости величин:

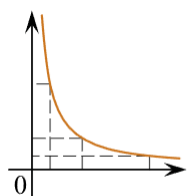
А) зависимость модуля перемещения материальной точки от времени при прямолинейном равноускоренном движении из состояния покоя;

Б) зависимость силы тока на участке цепи от сопротивления этого участка;

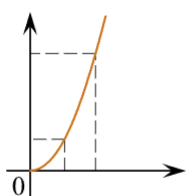
В) Зависимость магнитного потока через контур от угла между нормалью к площадке и вектором магнитной индукции при условии, что в начальный момент времени вектор магнитной индукции располагался перпендикулярно к контуру.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В

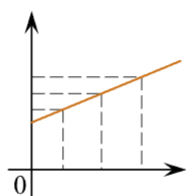
подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



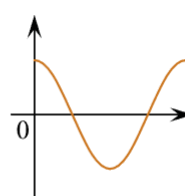
(1)



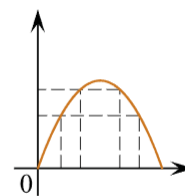
(2)



(3)



(4)



(5)

А	Б	В

- 22 На весах взвесили вместе 15 одинаковых пачек творога. Показания весов оказались равными 2,79 кг. Погрешность измерения составила 30 г. Чему равна масса одной пачки творога с учётом погрешности измерений?

Ответ: (_____ ± _____) г

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

- 23 При помощи нитяного маятника необходимо экспериментально определить ускорение свободного падения. Для этого школьник взял штатив с муфтой и лапкой, нить и стальной шарик. Какие два предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) электронные весы
- 2) мензурка
- 3) линейка
- 4) динамометр
- 5) секундомер

В ответе запишите номера выбранного оборудования.

Ответ: _____

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.

Часть 2

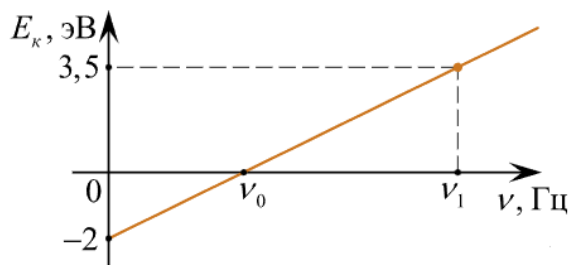
Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- 24 Если в комнате достаточно тепло и влажно, то при открывании зимой форточки образуются клубы тумана, которые в комнате опускаются, а на улице поднимаются. Объясните явление.

Полное правильное решение каждой из задач 25–30 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.

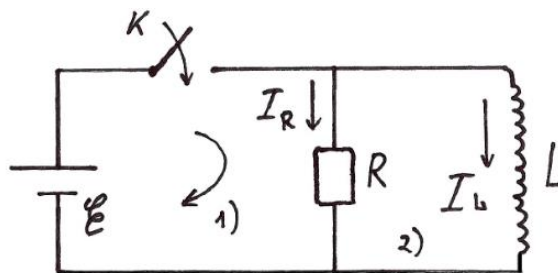
- 25 В процессе механических колебаний грузик математического маятника имеет максимальную скорость $v_{max} = 3$ м/с, а максимальное ускорение $a_{max} = 3,14$ м/с². Чему равен период колебаний маятника?

- 26 График на рисунке представляет зависимость максимальной энергии фотоэлектронов от частоты падающих на катод фотонов. Определите по графику энергию фотона с частотой ν_1 . Ответ приведите в электрон-вольтах.



- 27 Гелий течет по горизонтальной трубке переменного сечения. На входе сечение трубки равно $S_1 = 1$ см², скорость газа $v_1 = 10$ м/с, плотность $\rho_1 = 1$ кг/м³, давление $p_1 = 1$ атм. На выходе сечение трубки $S_2 = 3$ см², скорость газа $v_2 = 5$ м/с. Найти давление газа на выходе из трубки.

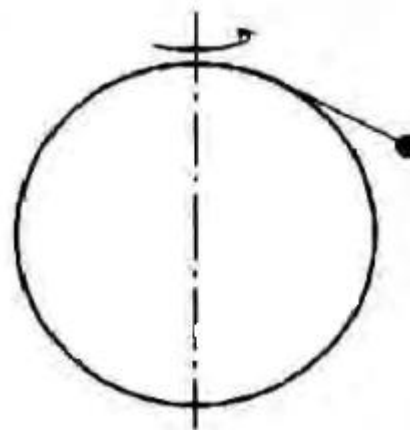
- 28 В цепи, показанной на рисунке, все элементы можно считать идеальными. В начальный момент ключ разомкнут, ток в цепи отсутствует. Ключ на некоторое время замыкают, а потом размыкают.



Оказалось, что заряд, протёкший через катушку после размыкания ключа, в 4 раза меньше, чем заряд, протёкший через источник при замкнутом ключе. Найдите отношение теплоты, выделившейся в цепи после размыкания ключа, к теплоте, выделившейся в цепи при замкнутом ключе.

- 29 Нейтральная частица распалась на два фотона, летящие под углами θ_1 и θ_2 к направлению движения частицы. Определите скорость распавшейся частицы.

- 30 Шар вращается с частотой $\nu = 0,7 \text{ с}^{-1}$ вокруг вертикальной оси, проходящей через его центр. К верхней точке шара прикреплена нить с небольшим телом. Длина нити равна четверти длины окружности большого круга шара. С поверхностью шара соприкасается $2/3$ длины нити. Найти радиус шара.



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.