

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

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	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 Па , температура: $0 \text{ }^\circ\text{C}$

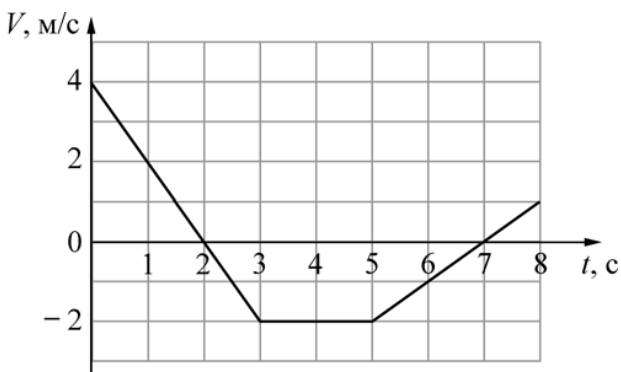
Молярная масса

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 1–23 являются слово, 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 . На рисунке представлен график зависимости проекции V скорости этого тела на ось OX от времени t . Определите путь, пройденный телом за интервал времени от 4 до 7 с.



Ответ:

_____ м.

- 2 К вертикально расположенной пружине динамометра, корпус которого прикреплен к потолку, подвешен груз массой 8 кг. Каково будет показание динамометра, если человек, стоящий под грузом, будет пробовать опустить этот груз, действуя на него направленной вниз силой 50 Н?

Ответ: _____ Н.

- 3 К телу массой 5 кг, покоящемуся на шероховатой горизонтальной плоскости, в момент времени $t = 0$ прикладывают горизонтально направленную силу 5 Н. Коэффициент трения между поверхностью тела и плоскостью равен 0,2. Чему равна мощность, развиваемая этой силой в течение первых 10 минут её действия?

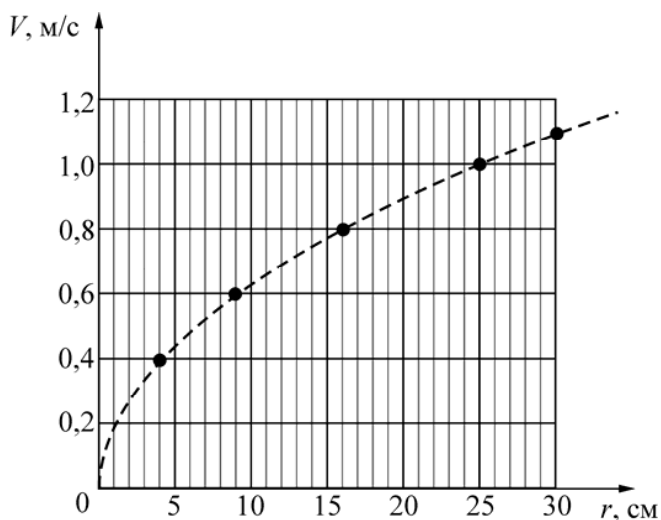
Ответ: _____ Вт.

- 4 Длина нити математического маятника при проведении первого опыта была равна 40 см, а при проведении второго опыта – 10 см. Во сколько раз увеличилась частота колебаний математического маятника при проведении второго опыта?

Ответ: _____.

5

На горизонтальном шероховатом диске радиусом 30 см покоится на расстоянии r от центра точечное тело массой 100 г. Диск начинают медленно раскручивать. При некоторой угловой скорости вращения диска тело начинает скользить по его поверхности. На рисунке показан график зависимости линейной скорости V тела в момент начала скольжения от расстояния r .



На основании анализа приведённого графика выберите **два** верных утверждения и укажите в ответе их номера.

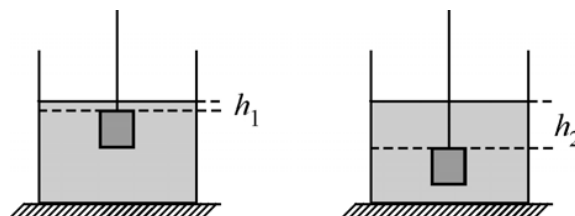
- 1) Коэффициент трения между телом и диском равен 0,4.
- 2) При вращении диска с частотой $\frac{2}{\pi}$ об/с покоящееся относительно диска тело, имеющее максимальную угловую скорость вращения, находится на расстоянии 5 см от центра диска.
- 3) При вращении диска с угловой скоростью 5 рад/с ускорение покоящегося относительно диска тела, находящегося на расстоянии 12 см от центра, равно по модулю 3 м/с^2 .
- 4) Тело, находящееся на расстоянии 9 см от центра диска, может иметь максимальный период обращения, равный $(0,3\pi)$ с.
- 5) Если тело будет находиться на расстоянии 16 см от центра диска, то оно может иметь кинетическую энергию, равную 40 мДж.

Ответ:

--	--

6

Железный кубик подвешен на тонкой нити и целиком погружён в воду в аквариуме, как показано на рисунке слева. Расстояние от поверхности воды до верхней грани кубика равно h_1 . Кубик немного переместили вниз так, что расстояние от поверхности воды до верхней грани кубика стало равно $h_2 > h_1$ (см. рисунок справа). Как изменились в результате этого потенциальная энергия кубика в поле тяжести Земли и модуль действующей на кубик силы Архимеда?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

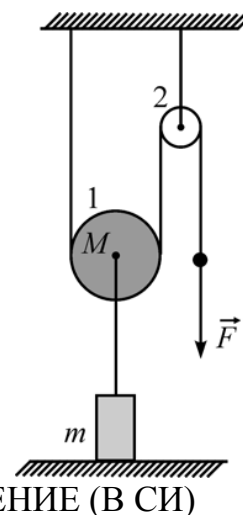
- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Потенциальная энергия кубика в поле тяжести Земли	Модуль действующей на кубик силы Архимеда

7

На рисунке изображён подъёмный механизм, с помощью которого равномерно поднимают груз массой $m = 6$ кг, прикладывая к концу лёгкой нерастяжимой нити некоторую силу \vec{F} . Механизм состоит из блока 1, имеющего массу $M = 3$ кг, и невесомого блока 2. Трение в осях блоков пренебрежимо мало. Установите соответствие между физическими величинами и их значениями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ЕЁ ЗНАЧЕНИЕ (В СИ)

- | | |
|--|-------------------|
| А) КПД механизма, % | 1) $\approx 33,3$ |
| Б) Модуль силы натяжения нити, лежащей между блоками | 2) 45 |
| | 3) $\approx 66,7$ |
| | 4) 90 |

Ответ:

А	Б

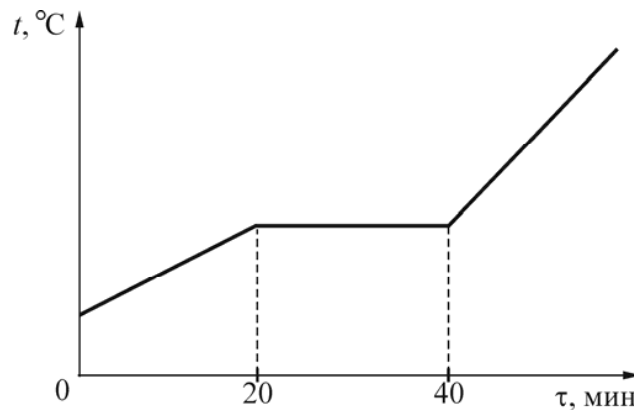
- 8 Найдите, сколько молекул идеального газа в среднем содержится в объёме 100 кубических нанометров, если давление газа равно $2 \cdot 10^5$ Па, а его температура 7°C . Ответ округлите до целого числа.

Ответ: _____.

- 9 В некотором циклическом процессе совершаемая газом за один цикл работа в $8/17$ раза меньше, чем модуль количества теплоты, отданного газом за цикл холодильнику. Чему равен КПД такого теплового двигателя? Ответ выразите в процентах.

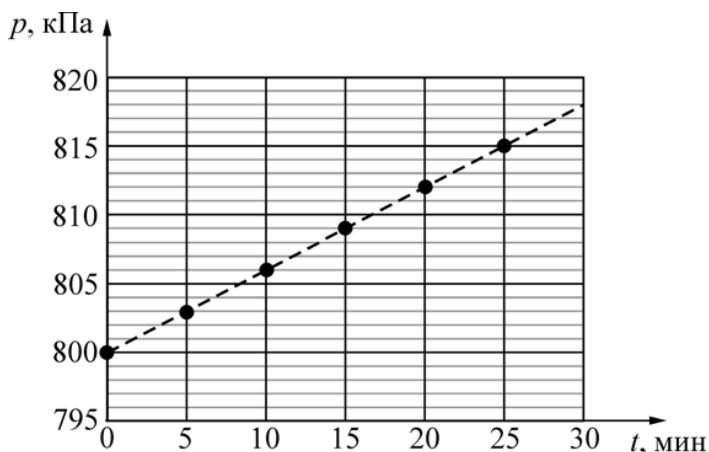
Ответ: _____ %.

- 10 Образец массой 3,6 кг, находящийся в твёрдом состоянии, поместили в электропечь и начали нагревать. На рисунке приведён график зависимости температуры t этого образца от времени τ . Известно, что мощность электропечи равна 0,6 кВт. Какова удельная теплота плавления образца? Потерями теплоты при нагревании пренебречь.



Ответ: _____ кДж/кг.

11 В закрытом сосуде объёмом 8,3 литра находится одноатомный идеальный газ при температуре 127 °С. Начиная с момента времени $t = 0$ давление газа p изменяется так, как показано на приведённом графике. На основании анализа графика выберите **два** верных утверждения.



- 1) Количество теплоты, переданное газу за первые 10 минут, равно 74,7 кДж.
- 2) Работа газа за первые 10 минут меньше, чем работа газа за следующие 10 минут.
- 3) Изменение внутренней энергии газа за первые 20 минут равно 149,4 кДж.
- 4) В момент времени $t = 25$ мин. температура газа станет равной 407,5 К.
- 5) Число молей газа в сосуде равно 2.

Ответ:

12 В цилиндрическом сосуде, расположенном горизонтально, находится идеальный газ. Сосуд закрыт поршнем, который может перемещаться без трения. Давление снаружи атмосферное. Сосуд с газом нагревают так, что температура газа повышается. Как изменятся в результате этого объём газа в сосуде и внутренняя энергия газа?

- Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:
- 1) увеличится
 - 2) уменьшится
 - 3) не изменится

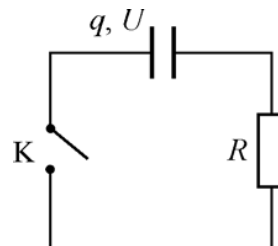
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Объём газа в сосуде	Внутренняя энергия газа

13 Точечный положительный заряд находится в точке A на плоскости XOY и имеет координаты $(0; 0)$. Определите, какими должны быть координаты другого такого же заряда для того, чтобы в точке B , координаты которой равны $(3; 4)$, вектор напряжённости электростатического поля, созданного этими двумя зарядами, был направлен параллельно оси OY .
 Ответ запишите без скобок в виде двух цифр, разделённых запятой (без пробела).

Ответ: _____.

14 На рисунке приведена схема электрической цепи, состоящей из конденсатора ёмкостью C , резистора сопротивлением R и ключа K . Конденсатор заряжен до напряжения $U = 20$ В. Заряд на обкладках конденсатора равен $q = 10^{-6}$ Кл. Какое количество теплоты выделится в резисторе после замыкания ключа K ?



Ответ: _____ мкДж.

15 Луч света падает на плоскую границу раздела двух сред, проходя из среды 1 в среду 2. Скорость распространения света в среде 1 равна $2 \cdot 10^8$ м/с, угол преломления луча равен 30° , показатель преломления среды 2 равен 1,45. Определите синус угла падения луча света. Ответ округлите до сотых долей.

Ответ: _____.

16 В масс-спектрографе разные ионы, ускоренные предварительно электрическим полем до скорости v , попадают в область однородного магнитного поля с индукцией B , в котором они движутся по дуге окружности радиусом R . В таблице представлены следующие данные: начальная скорость иона v , с которой он влетает в магнитное поле с индукцией $B = 1$ Тл, и радиус R окружности, описываемой этим ионом в магнитном поле. Выберите **два** верных утверждения, которые можно сделать на основании данных, приведённых в таблице.

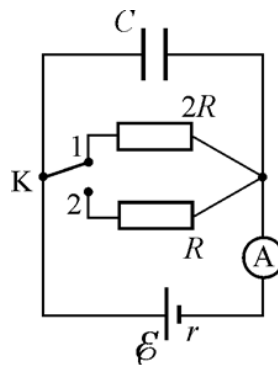
v , км/с	100	200	300	400	600
R , мм	2,08	4,16	6,24	8,32	12,5

- 1) Все ионы, с которыми проводят эксперименты, имеют отрицательный электрический заряд.
- 2) Все ионы, с которыми проводят эксперименты, могут иметь разные массы.
- 3) Удельный заряд (отношение заряда иона к его массе) всех ионов, участвующих в эксперименте, одинаков и равен $\approx 4,8 \cdot 10^7$ Кл/кг.
- 4) Все ионы, с которыми проводят эксперименты, имеют одинаковые массы.
- 5) Заряд всех ионов, участвующих в эксперименте, одинаков.

Ответ:

17

На рисунке изображена схема электрической цепи, состоящей из источника постоянного напряжения, двух резисторов, конденсатора, ключа и идеального амперметра.



Сначала ключ К замкнут в положении 1. Затем ключ переключают в положение 2. Определите, как при этом изменятся заряд на конденсаторе и показания амперметра. 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 на конденсаторе	Показание амперметра

18

Протон (масса m , заряд e) влетает с некоторой начальной скоростью v_0 в однородное электрическое поле напряжённостью \vec{E} и, двигаясь в направлении силовой линии этого поля, пролетает некоторое расстояние d . Пренебрегая действием силы тяжести, установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) модуль скорости протона
- Б) работа электрического поля

ФОРМУЛА

- 1) $\sqrt{v_0^2 + \frac{2eEd}{m}}$
- 2) $\sqrt{v_0^2 - \frac{2eEd}{m}}$
- 3) eEd
- 4) $-eEd$

Ответ:

А	Б