

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	$931,5 \text{ МэВ}$
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	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$

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	13600 кг/м ³

Удельная теплоёмкость

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	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 – $0 \text{ }^\circ\text{С}$

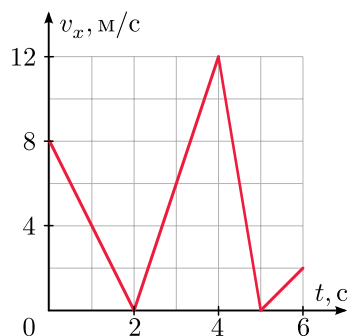
Молярная масса

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

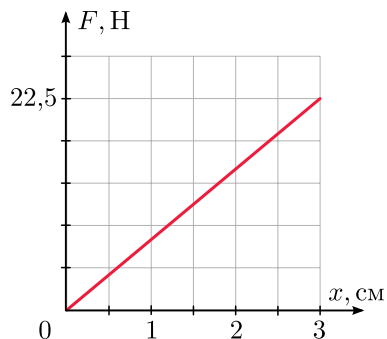
Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 1** На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела v_x от времени. Определите проекцию ускорения этого тела a_x в интервале времени от 4 с до 5 с.



Ответ: _____ м/с².

- 2** На рисунке представлен график зависимости модуля силы упругости от удлинения пружины. Какова жесткость пружины?



Ответ: _____ Н/м.

3

Тело движется прямолинейно. Под действием постоянной силы 3,5 Н, направленной вдоль этой прямой, за 5 с импульс тела увеличился. Чему равно изменение импульса?

Ответ: _____ кг · м/с.

4

Деревянный брусок объемом 0,02 м³ плавает в керосине, погружившись на половину своего объема. Найдите выталкивающую силу, действующую на брусок.

Ответ: _____ Н.

5

В лабораторной работе изучали движение небольшого бруска массой 400 г по горизонтальной шероховатой поверхности под действием горизонтальной постоянной силы, равной по модулю 1,6 Н. Зависимость скорости бруска от времени приведена в таблице. Выберите все верные утверждения, на основании анализа представленной таблицы.

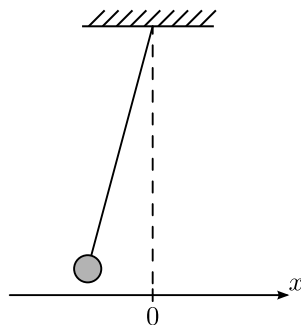
Время t , с	0	1	2	3	4	5	6
Скорость v , м/с	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0

- 1) Сила трения, действующая на брусок, равна 1,4 Н.
- 2) Ускорение бруска 0,5 м/с².
- 3) В момент времени 4 с кинетическая энергия бруска равна 1,6 Дж.
- 4) Тело двигалось равномерно.
- 5) Коэффициент трения бруска о поверхность $\mu = 0,4$.

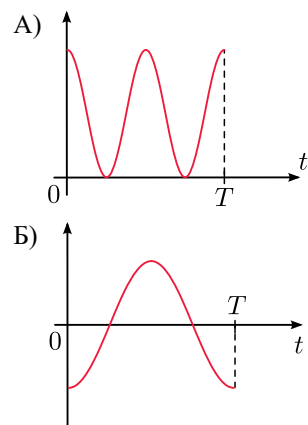
Ответ: _____ .

6

Груз, привязанный к нити, отклонили от положения равновесия и в момент $t = 0$ отпустили из состояния покоя. На графиках А и Б показано изменение физических величин, характеризующих движение груза после этого. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимость которых от времени эти графики могут представлять.



ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) координата x
- 2) проекция скорости v_x
- 3) кинетическая энергия E_k
- 4) потенциальная энергия $E_{\text{п}}$

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

Ответ:

А	Б

7

При температуре T_0 и давлении p_0 2,5 моль идеального газа занимает объём $4V_0$. Какое количество газа занимает объём $4V_0$ при температуре $T_0/2$ и давлении $2p_0$?

Ответ: _____ моль.

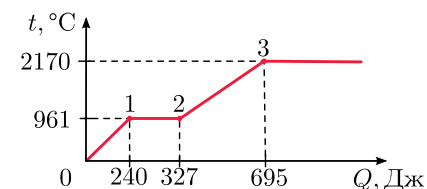
8

Газ в сосуде сжали, совершив работу, равную 500 Дж. Внутренняя энергия газа при этом увеличилась на 150 Дж. Какое количество теплоты отдал газ окружающей среде?

Ответ: _____ Дж.

9

В цилиндре под поршнем находится твёрдое вещество. Цилиндр поместили в раскалённую печь. На рисунке показан график изменения температуры t вещества по мере поглощения им количества теплоты Q .



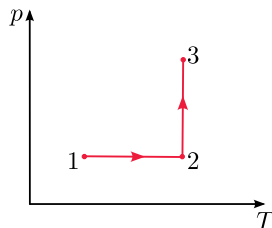
Выберите из предложенного перечня все утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений.

- 1) В точке 3 вещество находится в газообразном состоянии.
- 2) В процессе 1–2 внутренняя энергия вещества увеличилась.
- 3) Температура кипения вещества равна 2170°C .
- 4) Удельная теплоёмкость вещества в жидком состоянии меньше, чем удельная теплоёмкость вещества в твёрдом состоянии.
- 5) Для того чтобы полностью расплавить вещество, уже находящееся при температуре плавления, ему нужно сообщить количество теплоты, равное 87 Дж.

Ответ: _____ .

10

Один моль одноатомного идеального газа участвует в процессе 1-2-3, график которого изображён на рисунке в координатах p - T , где p – давление газа, T – температура газа. Как изменяются концентрация молекул газа n в ходе процесса 1-2 и объём V в ходе процесса 2-3? Масса газа остается постоянной.



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.

Концентрация молекул газа в ходе процесса 1-2	Объём газа в ходе процесса 2-3

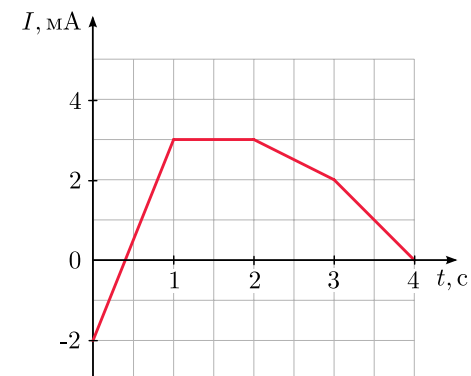
11

Два одинаковых точечных заряда, модуль которых 1 нКл, расположены в вакууме на расстоянии 3 м друг от друга. Определите модуль силы их взаимодействия.

Ответ: _____ нН.

12

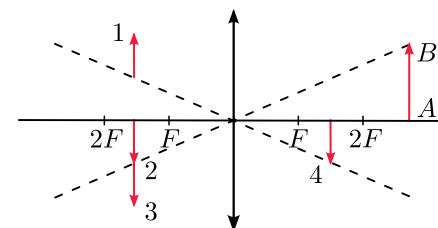
На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в электрической цепи, индуктивность которой 2 мГн. Определите модуль ЭДС самоиндукции в интервале времени от 0 до 1 с.



Ответ: _____ мкВ.

13

Какому из предметов 1-4 соответствует изображение АВ в тонкой линзе с фокусным расстоянием F ?



Ответ: _____.

14

Две параллельные металлические пластины больших размеров расположены на расстоянии d друг от друга и подключены к источнику постоянного напряжения (рис. 1). Расстояние между пластинами уменьшили в 2 раза, источник питания при этом не отключали (рис. 2).

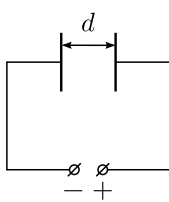


Рис. 1

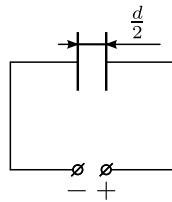


Рис. 2

Выберите все верные утверждения.

- 1) Ёмкость конденсатора увеличилась в 4 раза.
- 2) Напряжение электрического поля конденсатора не изменилось.
- 3) Энергия электрического поля конденсатора увеличилась в 2 раза.
- 4) Заряд на обкладках конденсатора уменьшился в 4 раза.
- 5) Напряженность электрического поля внутри конденсатора уменьшилась в 4 раза.

Ответ: _____.

15

Альфа-частица движется по окружности в однородном магнитном поле. Как изменится кинетическая энергия и период обращения, если радиус окружности останется неизменным, а частицу заменить на протон? 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.

Кинетическая энергия	Период обращения

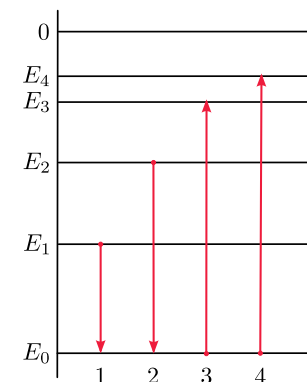
16

Период T полураспада изотопа некоторого вещества равен 2,5 мкс. Изначально в образце содержится 0,6 мкмоль изотопа. Сколько этого изотопа останется в образце через 5 мкс?

Ответ: _____ мкмоль.

17

На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какой из этих четырёх переходов связан с поглощением света наименьшей частоты, а какой – с излучением света наибольшей частоты? Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома.



ПРОЦЕСС

А) поглощение света наименьшей длины волны

Б) излучение света наибольшей частоты

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ

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

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

Ответ:

А	Б

18

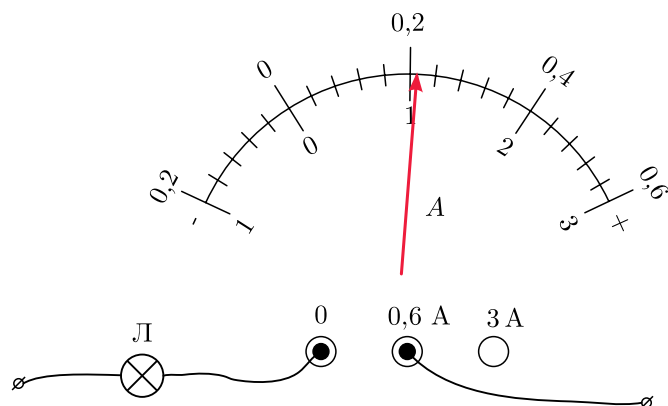
Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Тела действуют друг на друга с силами, направленными противоположно, равными по модулю и имеющими одну природу.
- 2) При изотермическом расширении постоянной массы идеального газа его внутренняя энергия увеличивается.
- 3) В металлических проводниках электрический ток представляет собой упорядоченное движение электронов, происходящее на фоне их теплового движения.
- 4) При переходе электромагнитной волны из оптически менее плотной в оптически более плотную среду частота волны увеличится.
- 5) При альфа-распаде нарушается закон сохранения заряда, и закон сохранения энергии.

Ответ: _____.

19

Чему равна сила тока в лампочке (см. рис.), если погрешность прямого измерения силы тока амперметром на пределе измерения 3 А равна 0,15 А, а на пределе измерения 0,6 А равна 0,03 А? Значение и погрешность запишите слитно без пробела.



Ответ: (_____ $\pm$ _____) А.

20

Ученику необходимо на опыте обнаружить зависимость давления газа, находящегося в сосуде, от молярной массы газа. У него имеются пять различных сосудов с манометрами. Сосуды наполнены различными газами при различной температуре (см. таблицу). Какие два сосуда необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование? Запишите в ответ те номера выбранных сосудов.

№ сосуда	Объём сосуда, л	Температура газа в сосуде, К	Молярная масса газа, г/моль
1	6	320	40
2	5	350	20
3	4	320	40
4	4	270	40
5	4	270	20

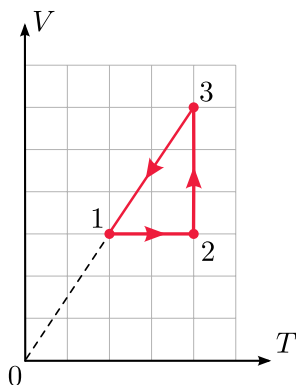
Ответ:

--	--

Часть 2

Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ №2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- 21 Один моль гелия участвует в циклическом процессе 1–2–3–1, график которого изображён на рисунке в координатах $V - T$, где V — объём газа, T — абсолютная температура. Опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики, сравните работу газа в процессе 2–3 и модуль работы внешних сил в процессе 3–1. Постройте график цикла в координатах $p - V$, где p — давление газа, V — объём газа.



Полное правильное решение каждой из задач 22–26 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.

- 22 Сани с охотником покоятся на гладком льду. Охотник стреляет из ружья в горизонтальном направлении. Масса заряда 0,03 кг. Скорость заряда при его вылете из ружья равна 600 м/с. Общая масса охотника, ружья и саней равна 120 кг. Определите скорость саней с охотником после выстрела.
- 23 Прямолинейный проводник подвешен горизонтально на двух нитях в однородном магнитном поле индукции 20 мТл. Вектор магнитной индукции горизонтален и перпендикулярен проводнику. Какой ток следует пропустить по проводнику, чтобы сила натяжения нитей уменьшилась вдвое? Масса единицы длины проводника 0,04 кг/м.

24

Метеорологическая станция массой $m = 20$ кг удерживается у поверхности Земли силой $F = 1$ кН. Затем её отпускают, и она поднимается на высоту H . Температура воздуха у поверхности Земли равна $T_1 = 17^\circ\text{C}$, а на высоте H равна $T_2 = -23^\circ\text{C}$, давление на поверхности Земли равно $p_0 = 10^5$ Па, а объём станции у поверхности Земли в 2 раза меньше, чем на высоте H . Определите давление воздуха p_1 на высоте H .

25

На двойном фокусном расстоянии от рассеивающей линзы с оптической силой -5 дптр на её главной оптической оси расположен точечный источник света. Линза вставлена в непрозрачную оправу радиусом 2 см. Каков диаметр светлого пятна на экране, расположенном по другую сторону линзы на расстоянии 40 см от неё? Сделайте рисунок с указанием хода лучей.

26

Груз массой $M = 800$ г соединен невесомой и нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок, с бруском массой $m = 400$ г. К этому бруску на легкой пружине жесткостью $k = 80$ Н/м подвешен второй такой же брусок. Длина нерастянутой пружины $l = 10$ см, коэффициент трения груза о поверхность стола $\mu = 0,2$. Определите длину пружины при движении брусков, считая, что при этом движении она постоянна. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на тела. Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.

