

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	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

Астрономические величины	
средний радиус Земли	$R_{\oplus} = 6370 \text{ км}$
радиус Солнца	$R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8 \text{ м}$
температура поверхности Солнца	$T = 6000 \text{ К}$

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	$13\,600 \text{ кг/м}^3$

Удельная теплоёмкость	
воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
алюминия	$900 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
меди	$380 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
железа	$460 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
чугуна	$500 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
свинца	$130 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$

Удельная теплота	
парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$

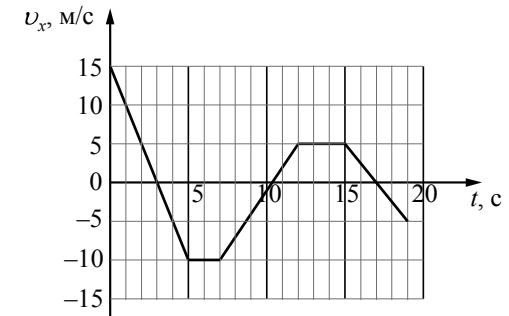
Нормальные условия: давление – 10^5 Па , температура – $0 \text{ }^\circ\text{C}$

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 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. 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 пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 1 На рисунке приведён график зависимости проекции v_x скорости тела от времени t .



Определите путь, пройденный телом в интервале времени от 0 до 5 с.

Ответ: _____ м.

- 2 Тело движется по горизонтальной плоскости. Нормальная составляющая силы воздействия тела на плоскость равна 40 Н, сила трения равна 10 Н. Определите коэффициент трения скольжения.

Ответ: _____.

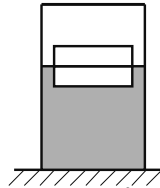
- 3 Автомобиль с выключенным двигателем снял со стояночного тормоза, и он покатился под уклон, составляющий угол 30° к горизонту. Проехав 10 м, он попадает на горизонтальный участок дороги. Чему равна скорость автомобиля в начале горизонтального участка дороги? Трением пренебречь.

Ответ: _____ м/с.

4 Груз, подвешенный на лёгкой пружине жёсткостью 400 Н/м, совершает свободные вертикальные гармонические колебания. Пружину какой жёсткости надо взять вместо первой пружины, чтобы период свободных колебаний этого груза стал в 2 раза меньше?

Ответ: _____ Н/м.

5 Два одинаковых бруска толщиной 5 см и массой 1 кг каждый, связанные друг с другом, плавают в воде так, что уровень воды приходится на границу между ними (см. рисунок). Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения.



- 1) Плотность материала, из которого изготовлены бруски, равна 500 кг/м^3 .
- 2) Если на верхний брусок положить груз массой 0,7 кг, то бруски утонут.
- 3) Если воду заменить на керосин, то глубина погружения брусков уменьшится.
- 4) Сила Архимеда, действующая на бруски, равна 20 Н.
- 5) Если в стопку добавить ещё два таких же бруска, то глубина её погружения увеличится на 10 см.

Ответ:

--	--

6 На шероховатой наклонной плоскости покоится деревянный брусок. Угол наклона плоскости увеличили, но брусок относительно плоскости остался в покое. Как изменились при этом сила нормального давления бруска на плоскость и коэффициент трения бруска о плоскость?

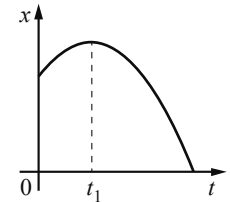
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

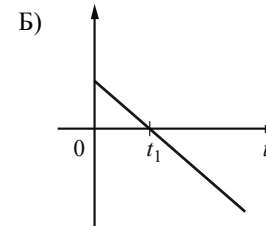
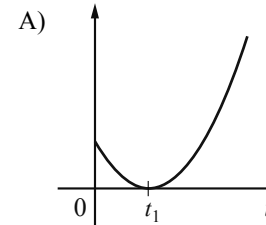
Сила нормального давления бруска на плоскость	Коэффициент трения бруска о плоскость

7 На рисунке показан график зависимости координаты x тела, движущегося вдоль оси Ox , от времени t (парабола). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение этого тела, от времени t . 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 импульса тела
- 2) кинетическая энергия тела
- 3) модуль ускорения тела
- 4) проекция скорости тела на ось Ox

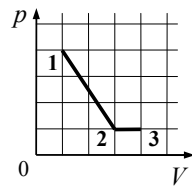
Ответ:

А	Б

8 В сосуде неизменного объёма находится идеальный газ. Во сколько раз нужно увеличить количество газа в сосуде, чтобы после уменьшения абсолютной температуры газа в 2 раза его давление стало вдвое больше начального?

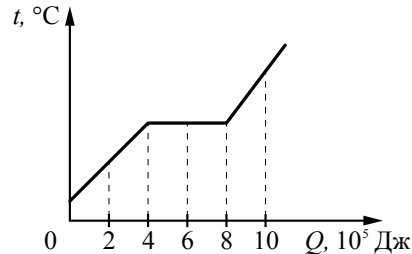
Ответ: в _____ раз(а).

9 На рисунке показано, как менялось давление газа в зависимости от его объёма при переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Чему равно отношение работ газа $\frac{A_{12}}{A_{23}}$ при этих переходах?



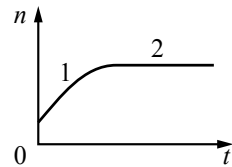
Ответ: _____.

10 На рисунке показан график изменения температуры вещества t по мере поглощения им количества теплоты Q . Масса вещества равна 2 кг. Первоначально вещество было в твёрдом состоянии. Какова удельная теплота плавления вещества?



Ответ: _____ кДж/кг.

11 В стеклянную колбу налили немного воды и герметично закрыли её пробкой. Вода постепенно испарялась. На рисунке показан график изменения со временем t концентрации n молекул водяного пара внутри колбы. Температура в колбе в течение всего времени проведения опыта оставалась постоянной. В конце опыта в колбе ещё оставалась вода. Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения относительно описанного процесса.



- 1) На участке 1 водяной пар ненасыщенный, а на участке 2 насыщенный.
- 2) На участке 2 давление водяных паров не менялось.
- 3) На участке 1 плотность водяных паров уменьшалась.
- 4) На участке 2 плотность водяных паров увеличивалась.
- 5) На участке 1 давление водяных паров уменьшалось.

Ответ:

12 Температуру нагревателя тепловой машины Карно понизили, оставив температуру холодильника прежней. Количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и работа газа за цикл?

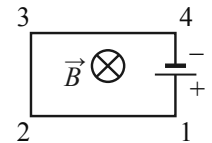
Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

КПД тепловой машины	Работа газа за цикл

13 Электрическая цепь, состоящая из прямолинейных проводников (1–2, 2–3, 3–4) и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, у которого вектор магнитной индукции \vec{B} направлен от наблюдателя (см. рисунок). Куда направлена относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вызванная этим полем сила Ампера, действующая на проводник 2–3? *Ответ запишите словом (словами).*

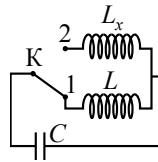


Ответ: _____.

14 На плавком предохранителе указано: «30 А». Какова максимальная суммарная мощность электрических приборов, которые можно одновременно включить в сеть с напряжением 36 В, чтобы предохранитель не расплавился?

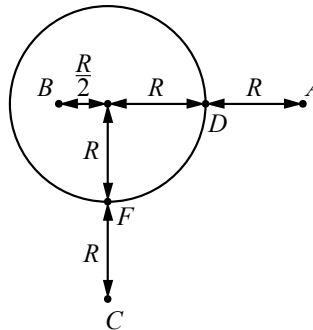
Ответ: _____ Вт.

15 В колебательном контуре (см. рисунок) индуктивность катушки $L = 12$ мГн. Какой должна быть индуктивность L_x второй катушки, чтобы при переводе ключа К из положения 1 в положение 2 период собственных электромагнитных колебаний в контуре уменьшился в $\sqrt{3}$ раза?



Ответ: _____ мГн.

16 На уединённой неподвижной проводящей сфере радиусом R находится положительный заряд Q . Сфера находится в вакууме. Напряжённость электростатического поля сферы в точке A равна 36 В/м. Все расстояния указаны на рисунке. Выберите **два** верных утверждения, описывающих данную ситуацию.



- 1) Потенциал электростатического поля в точке A выше, чем в точке F : $\varphi_A > \varphi_F$.
- 2) Потенциал электростатического поля в точках B и D одинаков: $\varphi_B = \varphi_D$.
- 3) Потенциал электростатического поля в точках A и B одинаков: $\varphi_A = \varphi_B$.
- 4) Напряжённость электростатического поля в точке C $E_C = 9$ В/м.
- 5) Напряжённость электростатического поля в точке B $E_B = 0$.

Ответ:

--	--

17 Протон в однородном магнитном поле между полюсами магнита под действием силы Лоренца движется по окружности радиусом r . В этом же поле по окружности с таким же радиусом стала двигаться α -частица. Как изменились период обращения в магнитном поле и модуль импульса α -частицы по сравнению с протоном?

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 обращения	Модуль импульса

18 Спираль лампочки расположена вблизи главной оптической оси тонкой рассеивающей линзы на расстоянии a от неё перпендикулярно этой оси, причём $F < a < 2F$, где F – модуль фокусного расстояния линзы. Затем рассеивающую линзу заменили на собирающую с фокусным расстоянием F . Установите соответствие между видом линзы, использованной в опыте, и свойствами даваемого ею изображения.

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

ВИД ЛИНЗЫ	СВОЙСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ
А) линза рассеивающая Б) линза собирающая	1) мнимое, прямое, уменьшенное 2) мнимое, перевёрнутое, увеличенное 3) действительное, перевёрнутое, увеличенное 4) действительное, прямое, увеличенное

Ответ:

А	Б

- 19 Сколько протонов и сколько нейтронов содержится в ядре $^{109}_{49}\text{In}$?

Число протонов	Число нейтронов

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

- 20 Частоты фотонов двух пучков света связаны равенством $\nu_2 = 2\nu_1$. Определите отношение модулей импульсов фотонов $\frac{p_2}{p_1}$.

Ответ: _____.

- 21 Установите соответствие между видами радиоактивного распада и уравнениями, описывающими этот процесс. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВИДЫ РАСПАДА

- А) альфа-распад
Б) бета-распад

УРАВНЕНИЯ

- 1) $^{209}_{83}\text{Bi} + ^2_1\text{H} \rightarrow ^{105}_{43}\text{Tc} + ^{102}_{41}\text{Nb} + 4^1_0\text{n}$
 2) $^{238}_{92}\text{U} + ^{22}_{10}\text{Ne} \rightarrow ^{256}_{102}\text{No} + 4^1_0\text{n}$
 3) $^{238}_{93}\text{Np} \rightarrow ^{238}_{94}\text{Pu} + ^0_{-1}\text{e} + \tilde{\nu}_e$
 4) $^{227}_{89}\text{Ac} \rightarrow ^{223}_{87}\text{Fr} + ^4_2\text{He}$

Ответ:

А	Б

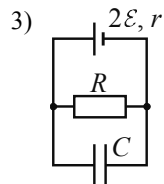
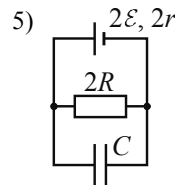
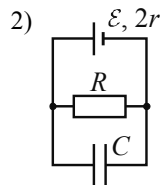
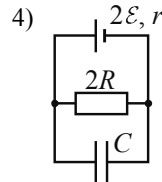
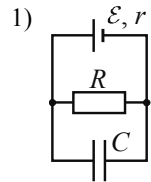
- 22 С помощью барометра проводились измерения атмосферного давления. Верхняя шкала барометра проградуирована в килопаскалях, а нижняя шкала – в миллиметрах ртутного столба (см. рисунок). Погрешность измерений давления равна цене деления шкалы барометра. Чему равно атмосферное давление в миллиметрах ртутного столба по результатам этих измерений?



Ответ: (_____ ± _____) мм рт. ст.

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

- 23** Необходимо экспериментально изучить зависимость заряда, накопленного конденсатором, от ЭДС аккумулятора. Какие **две** схемы следует использовать для проведения такого исследования?



Запишите в ответе номера выбранных схем.

Ответ:

- 24** Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики планет Солнечной системы.

Название планеты	Диаметр в районе экватора, км	Период обращения вокруг Солнца	Период вращения вокруг оси	Вторая космическая скорость, км/с
Меркурий	4878	87,97 суток	58 суток 15 часов 30 минут	4,25
Венера	12 104	224,7 суток	243 суток 0 часов 27 минут	10,36
Земля	12 756	365,3 суток	23 часа 56 минут	11,18
Марс	6794	687 суток	24 часа 37 минут	5,02
Юпитер	142 800	11 лет 315 суток	9 часов 53,8 минут	59,54
Сатурн	120 660	29 лет 168 суток	10 часов 38 минут	35,49
Уран	51 118	84 года 5 суток	17 часов 12 минут	21,29
Нептун	49 528	164 года 290 суток	16 часов 4 минуты	23,71

Выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- Ускорение свободного падения на Юпитере примерно равно $59,54 \text{ м/с}^2$.
- Объем Нептуна в 10 раз меньше объема Урана.
- Марс в 2 раза быстрее вращается вокруг своей оси, чем Земля.
- За марсианский год на планете проходит примерно 670 марсианских суток.
- Первая космическая скорость для спутника Сатурна составляет примерно $25,1 \text{ км/с}$.

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

Ответом к заданиям 25 и 26 является число. Это число 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 пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 25 В начале процесса температура куска свинца массой 1 кг была равна 47 °С. Ему передали количество теплоты, равное 46,4 кДж. Температура плавления свинца равна 327 °С. Какова масса расплавившейся части свинца? Тепловыми потерями пренебречь.

Ответ: _____ кг.

- 26 Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, вылетающих из металлической пластинки под действием света, равна 2 эВ. Длина волны падающего монохроматического света составляет $\frac{2}{3}$ длины волны, соответствующей «красной границе» фотоэффекта для этого металла. Какова работа выхода электронов?

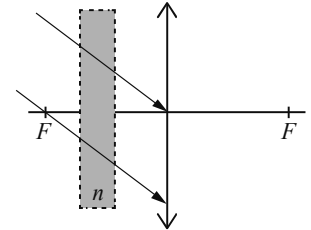
Ответ: _____ эВ.



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.

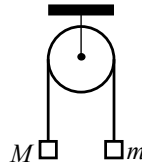
Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- 27 На тонкую собирающую линзу от удалённого источника падает пучок параллельных лучей (см. рисунок). Как изменится положение изображения источника, создаваемого линзой, если между линзой и её фокусом поставить плоскопараллельную стеклянную пластинку с показателем преломления n (на рисунке положение пластинки отмечено пунктиром)? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали. Сделайте рисунок, поясняющий ход лучей до и после установки плоскопараллельной стеклянной пластинки.

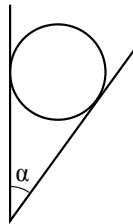


Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

- 28** Два груза подвешены на достаточно длинной невесомой нерастяжимой нити, перекинутой через идеальный блок (см. рисунок). Грузы удерживали неподвижно, а затем осторожно отпустили, после чего они начали двигаться равноускоренно. Опустившись на 2 м, левый груз приобрёл скорость 4 м/с. Определите силу натяжения нити, если масса правого груза $m = 1$ кг. Трением пренебречь.

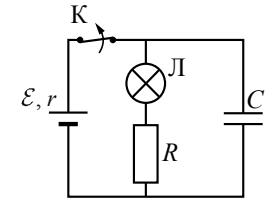


- 29** Гладкий цилиндр лежит между двумя плоскостями, одна из которых вертикальна, а линия их пересечения горизонтальна (см. рисунок). Сила давления цилиндра на вертикальную стенку в $n = \sqrt{3}$ раза превышает силу тяжести, действующую на шар. Найдите угол α между плоскостями. Сделайте рисунок, на котором укажите силы, действующие на цилиндр.

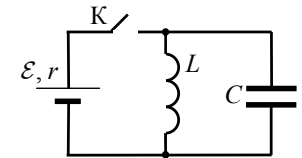


- 30** В вертикальном цилиндре, закрытом лёгким поршнем, находится бензол (C_6H_6) при температуре кипения $t = 80^\circ C$. При сообщении бензолу некоторого количества теплоты часть его превращается в пар, который при изобарном расширении совершает работу, поднимая поршень. Удельная теплота парообразования бензола $L = 396 \cdot 10^3$ Дж/кг, а его молярная масса $M = 78 \cdot 10^{-3}$ кг/моль. Какая часть подводимого к бензолу количества теплоты идёт на увеличение внутренней энергии системы? Объёмом жидкого бензола и трением между поршнем и цилиндром пренебречь.

- 31** К аккумулятору с ЭДС $\mathcal{E} = 60$ В и внутренним сопротивлением $r = 5$ Ом подключили лампу сопротивлением $R_{\text{л}} = 10$ Ом и резистор сопротивлением $R = 15$ Ом, а также конденсатор ёмкостью $C = 80$ мкФ (см. рисунок). Спустя длительный промежуток времени ключ К размыкают. Какое количество теплоты выделится после этого на лампе?



- 32** В электрической цепи, показанной на рисунке, ключ К длительное время замкнут, $\mathcal{E} = 3$ В, $r = 2$ Ом, $L = 1$ мГн, $C = 50$ мкФ. В момент $t = 0$ ключ К размыкают. Каково напряжение U на конденсаторе в момент, когда в ходе возникших в контуре электромагнитных колебаний сила тока в контуре $I = 1$ А? Сопротивлением проводов и активным сопротивлением катушки индуктивности пренебречь.



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