

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

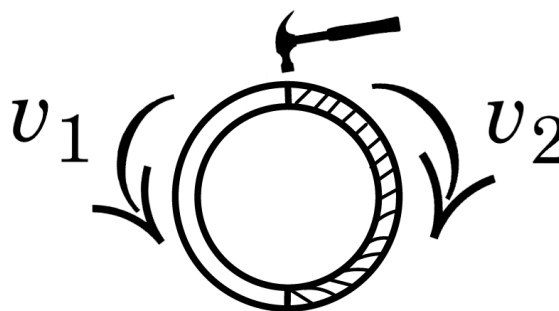
Молярная масса

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 Кольцо радиусом $R = \frac{9}{\pi}$ состоит из двух половинок, в которых скорости звука $v_1 = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ и $v_2 = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. По одному из стыков половинок кольца ударили молоточком. Найдите время T от момента удара до момента встречи звуковых волн.

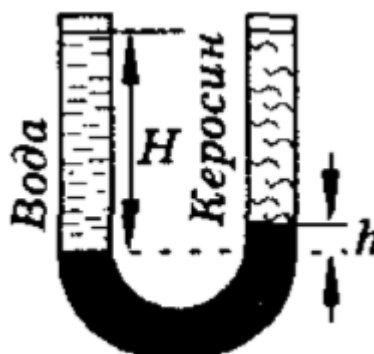


Ответ: _____ с

- 2 От двухступенчатой ракеты массой 1000 кг при достижении ею скорости 170 м/с отделилась первая ступень массой 600 кг. Скорость ракеты при этом возросла до 185 м/с. Какова скорость первой ступени при отделении от ракеты?

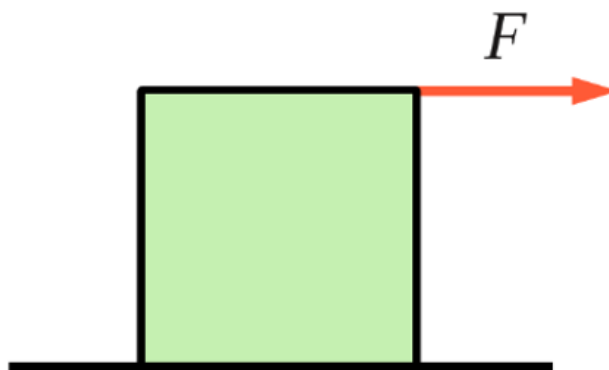
Ответ: _____ м/с

- 3 U-образная трубка заполнена ртутью, водой и керосином, как показано на рисунке. Верхние уровни воды и керосина лежат на одной горизонтали. Зная, что разность уровней ртути $h = 25$ мм, найти высоту H столба воды.



Ответ: _____ см

- 4 Однородный кубик массой $m = 100$ г покоится на горизонтальной поверхности. Коэффициент трения кубика о поверхность равен $\mu = 0,7$. На него воздействуют горизонтальной силой F , приложенной нормально к середине одного из верхних ребер, медленно ее увеличивая.



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

- 1) Величина силы, при которой кубик придет в движение, равна 0,4 Н.
- 2) Величина силы, при которой кубик придет в движение, равна 0,7 Н.
- 3) Величина силы, при которой кубик придет в движение, равна 0,5 Н.
- 4) Если бы коэффициент трения был равен $\mu_1 = 0,3$, кубик пришел бы в движение при $F = 0,5$ Н.
- 5) Если бы коэффициент трения был равен $\mu_1 = 0,3$, кубик пришел бы в движение при $F = 0,3$ Н.

Ответ: _____

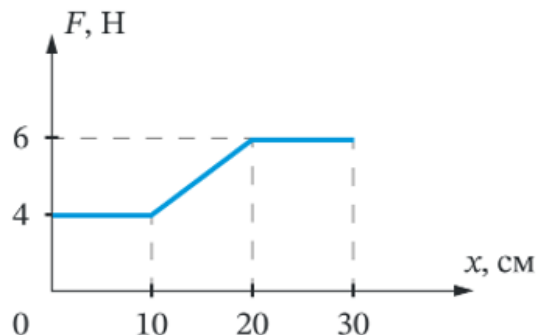
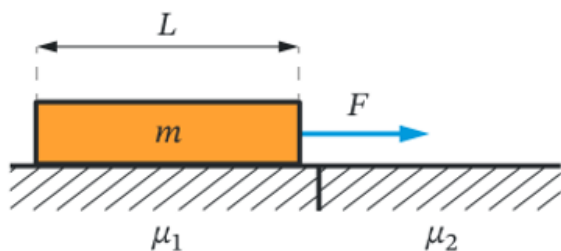
- 5 Маленький шарик, закреплённый на лёгкой пружине, совершает свободные гармонические колебания, двигаясь по прямой вдоль гладкой горизонтальной плоскости. Определите, как изменятся максимальное значение кинетической энергии шарика и максимальное значение ускорения шарика, совершающего колебания на этой же пружине, если увеличить массу шарика, не изменяя амплитуду его колебаний. 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.

Максимальное значение кинетической энергии шарика	Максимальное значение ускорения шарика

- 6 Однородный брусок тянут с горизонтальной силой F так, что он движется с постоянной скоростью. Брусок заезжает с одной поверхности (коэффициент трения бруска об эту поверхность μ_1) на другую, такую, что коэффициент трения бруска по этой поверхности μ_2 . На рисунке 2 показана зависимость силы F от расстояния, пройденного бруском.



Установите соответствие между физическими величинами и их значениями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ЗНАЧЕНИЯ

- А) Отношение $\frac{\mu_2}{\mu_1}$
 Б) Длина бруска в см

- 1) 1,5
 2) 10
 3) 20
 4) 2
 5) 2,5
 6) 15

А	Б

- 7 В сосуде объемом $V = 10$ л находится гелий под давлением $p_1 = 10^5$ Па. Стенки сосуда могут выдержать внутреннее давление $p_2 = 10^6$ Па. Определить, какое максимальное количество теплоты можно сообщить газу в этом сосуде.

Ответ: _____ кДж

- 8 Внутри вертикально расположенного цилиндра, воздух из которого откачан, находится тонкий массивный поршень. Под поршень ввели смесь водорода и гелия, в результате чего поршень поднялся до середины цилиндра. Поскольку материал, из которого изготовлен поршень, оказался проницаемым для гелия, поршень начал медленно опускаться. Спустя достаточно большое время поршень занял окончательное положение равновесия на высоте, составляющей $\frac{1}{3}$ высоты цилиндра. Найти отношение k масс водорода и гелия в смеси в первоначальный момент.

Ответ: _____

- 9 Одноатомный идеальный газ переводится из состояния $p_1 = 130$ кПа, $V_1 = 1$ л в состояние $p_2 = 10$ кПа, $V_2 = 2$ л по прямой, соединяющей точки (p_1, V_1) и (p_2, V_2) на pV – диаграмме. Затем газ переводится в состояние $p_3 = 20$ кПа, $V_3 = 3$ л по прямой, соединяющей точки (p_2, V_2) и (p_3, V_3) . Какое количество теплоты ΔQ сообщено газу?

Ответ: _____

10

Идеальный газ совершает цикл состоящий из изотермического расширения, изохорического охлаждения и адиабатического сжатия, КПД которого равен η .

На основании анализа условия выберите все верные утверждения.

- 1) Работа газа при расширении больше работы газа при сжатии в $\frac{1}{1+\eta}$ раз.
- 2) Работа газа при расширении больше работы газа при сжатии в $\frac{1}{1-\eta}$ раз.
- 3) Отношение отведенного тепла к работе газа за цикл равно $\frac{\eta}{1+\eta}$.
- 4) Отношение отведенного тепла к работе газа за цикл равно $\frac{\eta}{1-\eta}$.
- 5) Отношение отведенного тепла к работе газа за цикл равно $\frac{1-\eta}{\eta}$.

Ответ: _____

- 11** В закрытом сосуде с жёсткими стенками находится 0,2 моля гелия. Из сосуда выпускают половину газа и накачивают в сосуд взамен 0,1 моля аргона, поддерживая температуру неизменной.

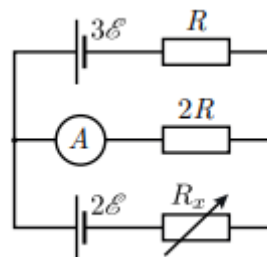
Определите, как в результате этого изменяются следующие физические величины: давление в сосуде, удельная теплоёмкость содержимого сосуда. Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Давление в сосуде	Удельная теплоемкость содержимого сосуда

- 12** В электрической цепи, схема которой приведена на рисунке, ЭДС батареек равны 3ε и 2ε , сопротивления резисторов составляют R , $2R$ и $R_x = 3R$. На сколько процентов изменится сила тока, проходящего через амперметр, если сопротивление переменного резистора R_x увеличить на 5%?



Ответ: _____ %

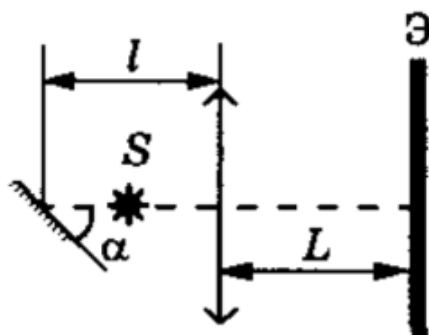
- 13** Протон влетает в область действия однородного магнитного поля с индукцией $B = 0,1$ Тл, где движется по дуге окружности радиусом $R = 4$ см. Затем протон попадает в однородное электрическое поле так, что движется против направления силовой линии. Какую разность потенциалов должен пройти протон, чтобы его скорость изменилась в 2 раза? Ответ округлить до целых.

Ответ: _____ В

- 14 Определите угол преломления луча при переходе из воздуха в этиловый спирт, если угол между падающим и преломленным лучами равен 120° . Показатель преломления спирта $n = 1,36$. Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ $^\circ$

- 15 На оси собирающей линзы диаметром 2 см расположен точечный источник света S . Расстояние от источника до линзы равно ее фокусному расстоянию $F = 10$ см. Перед источником на расстоянии $l = 20$ см от линзы находится маленькое плоское зеркало, наклоненное под углом $\alpha = 45^\circ$ к оси линзы. По другую сторону линзы на расстоянии $L = 20$ см от нее расположен экран. Какая картина будет наблюдаться на экране?



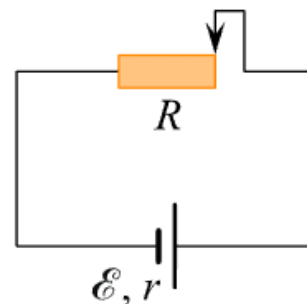
Выберите из предложенных утверждений верные:

1. На экране возникнет светлое пятно радиусом 2 см.
2. На экране возникнет светлое пятно радиусом 1 см.
3. В центре экрана будет светящаяся точка – изображение источника.
4. На экране будет два пятна: большое, диаметром 2 см, и малое.
5. Точка – изображение источника - на экране будет расположена в 10 см от главной оптической оси.

Ответ: _____

- 16 На рисунке изображена схема электрической цепи, состоящей из последовательно соединённых источника

постоянного напряжения с ЭДС и внутренним сопротивлением r и реостата с полным сопротивлением $R = r$. В исходном состоянии контакт реостата находится в правом положении. Контакт реостата перемещают влево. Как в результате этого изменяются сила тока в цепи и тепловая мощность, выделяющаяся в реостате?



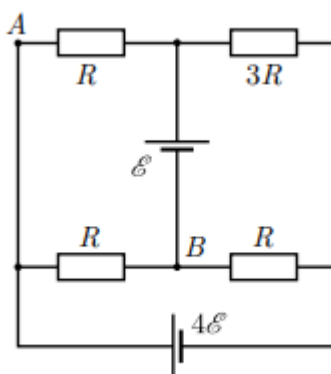
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока в цепи	Тепловая мощность, выделяющаяся в реостате

17 На рисунке приведена схема. Внутренние сопротивления источников пренебрежимо малы.



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) Сила тока через резистор $3R$
- Б) Сила тока через источник с ЭДС 4ε
- В) Разность потенциалов между точками А и В схемы

ФОРМУЛА

- 1) $\frac{\varepsilon}{R}$
- 2) $\frac{2\varepsilon}{R}$
- 3) $\frac{3\varepsilon}{R}$
- 4) ε
- 5) 2ε
- 6) 3ε

А	Б	В

- 18** Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 290$ нм. При облучении катода светом с длиной волны λ фототок прекращается при напряжении между анодом и катодом $U = 1,9$ В. Определите длину волны λ . Ответ выразить в нм и округлить до целого. Заряд электрона принять равным $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, постоянную Планка — $6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с, а скорость света — $3 \cdot 10^8$ м/с.

Ответ: _____ нм

- 19** Электрону, который движется в ускорителе, сообщили дополнительную энергию. Как в результате этого изменятся следующие величины: скорость электрона, полная энергия электрона?
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.

Скорость электрона	Полная энергия электрона

- 20** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях.

Запишите в ответе их номера.

- 1) Потенциальная энергия тела зависит от его массы и скорости движения тела.
- 2) Земля переизлучает падающую на её поверхность солнечную энергию, в том числе в виде инфракрасного излучения.
- 3) Магнитное поле индукционного тока в контуре всегда увеличивает магнитный поток сквозь контур, изменение которого привело к возникновению этого индукционного тока.
- 4) Гармонические колебания электрического заряда в металлических проводниках являются источниками электромагнитных волн радиодиапазона.
- 5) Отклонение α -частиц и β -частиц в магнитном поле в противоположные стороны свидетельствует о наличии частиц, вылетающих с разными скоростями.

Ответ: _____

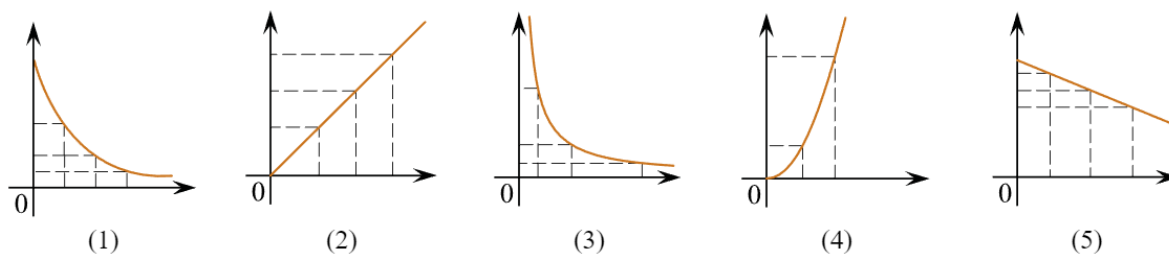
21 Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость модуля перемещения тела от времени при прямолинейном равномерном движении;

Б) зависимость температуры твердого тела от времени при охлаждении при постоянной мощности теплоотвода;

В) зависимость числа оставшихся ядер от времени при радиоактивном распаде.

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.



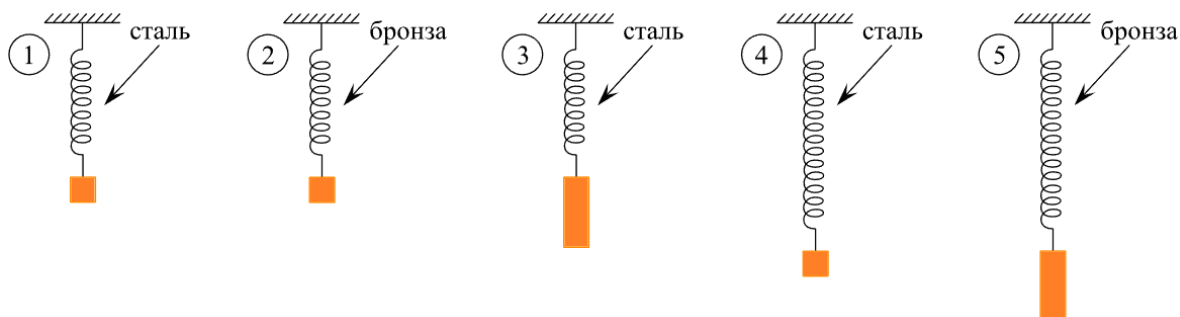
А	Б	В

22 Тележка, двигаясь по рельсам, прошла расстояние 160 см за 10 секунд. Погрешность измерения пройденного тележкой расстояния ± 2 см, а время измеряется электронным секундомером с очень высокой точностью. В каких пределах, согласно этим измерениям, может лежать модуль средней скорости тележки за указанное время? Укажите минимальное и максимальное значения в см/с. В ответе запишите значения слитно без пробела.

Ответ: (_____ \pm _____) см/с

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

- 23 Учитель поручил школьнику проверить, зависит ли период колебаний пружинного маятника от жёсткости пружины, на которой подвешен груз. Ученик взял из шкафа в школьном кабинете физики набор грузов разной массы и набор пружин. Длины пружин были разными, они были изготовлены из различных материалов, но все имели одинаковый диаметр. Все грузы были изготовлены из стали. Какие две установки нужно использовать школьнику для проведения исследования? На рисунках пружины показаны в недеформированном состоянии.



В ответе запишите номера выбранных проводников.

Ответ: _____

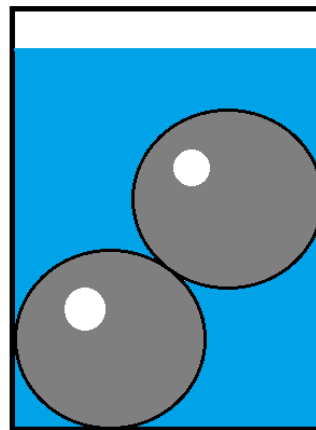
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

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

Часть 2

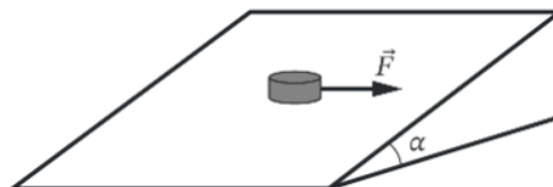
Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- 24 В сосуд с водой поместили железные шары одинаковой массы. После длительного кипячения воды сосуд сняли с плиты, вылили воду, а шары положили на лед. Под каким из шаров – верхним или нижним - расплавилась большая масса льда?



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 Небольшая шайба массой $m = 100$ г покоится на скате крыши, наклоненной под углом $\alpha = \arcsin(0,6)$ к горизонту.



Коэффициент трения между шайбой и поверхностью ската $\mu = \frac{7}{8}$. На шайбу стали действовать с силой F , направленной горизонтально вдоль ската, медленно увеличивая величину силы. При какой величине силы равновесие шайбы нарушится?

- 26 Линза изготовлена из стекла, показатель преломления которого для красных лучей равен $n_k = 1,5$, а для фиолетовых - $n_f = 1,52$. Радиусы кривизны обеих поверхностей линзы одинаковы и равны 1 м. Определить расстояние между фокусами линзы для красных и фиолетовых лучей.
- 27 После опускания в воду, имеющую температуру 15°C , тела, нагретого до 100°C , через некоторое время установилась общая температура 65°C . Какой станет температура воды, если, не вынимая первого тела, в неё опустить ещё одно такое же тело, нагретое до 100°C ?

- 28 Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией B . В точке A он имеет скорость v , вектор которой составляет с вектором магнитной индукции угол α . При какой величине магнитной индукции B электрон попадет при своем движении в точку C , находящуюся на одной силовой линии с точкой A ? Расстояние $AC = L$, модуль заряда электрона e , его масса m .



- 29 С помощью тонкой линзы получается увеличенное в два раза действительное изображение плоского предмета. Если предмет сместить на 1 см в сторону линзы, то изображение будет увеличенным в три раза. Чему равно фокусное расстояние линзы?
- 30 К потолку комнаты прикреплен конец невесомой нерастяжимой нити длиной $L = 4$ м. На другом конце нити закреплен маленький шарик. Расстояние от потолка до пола равно $0,5L$. Слегка натянув нить, шарик отклонили так, чтобы нить приняла горизонтальное положение, а затем отпустили без толчка. В процессе движения шарик совершает с полом абсолютно упругие соударения. Пренебрегая влиянием воздуха, определите расстояние между точками первого и третьего соударений шарика с полом.

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