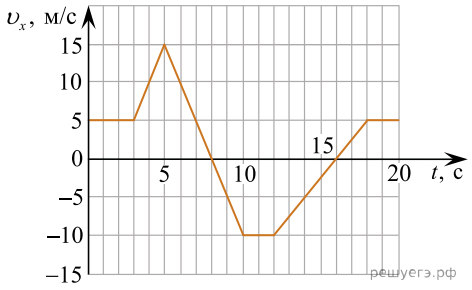
Вариант 36

ID: 13896

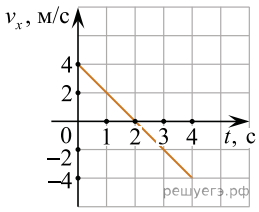
№ 1.

Тело движется вдоль оси *Ox*. На рисунке приведен график зависимости проекции υ_x скорости тела от времени *t*. Определите путь, пройденный телом в интервале времени от 12 до 18 с. *Ответ запишите в метрах.*



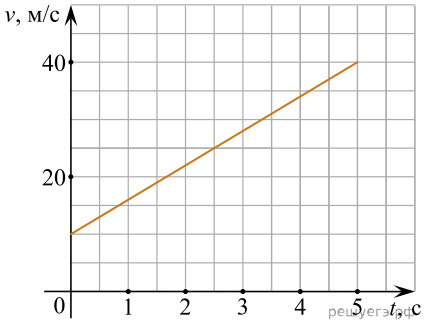
№ 2.

Небольшое тело движется вдоль горизонтальной оси *Ox*. В момент времени $t = 0$ с координата этого тела равна $x_0 = -2$ м. На рисунке приведена зависимость проекции скорости υ_x этого тела на ось *Ox* от времени t. Чему равна координата тела в момент времени $t = 4$ с?



№ 3.

На графике приведена зависимость скорости тела от времени при прямолинейном движении. Определите по графику ускорение тела. (Ответ дайте в метрах в секунду в квадрате.)

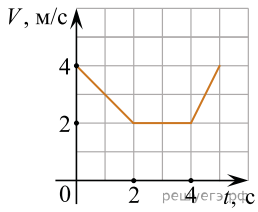


№ 4.

Катер плывет по прямой реке, двигаясь относительно берега перпендикулярно береговой линии. Модуль скорости катера относительно берега равен 6км/ч. Река течет со скоростью 4,5км/ч. Чему равен модуль скорости катера относительно воды? Ответ выразите в км/ч.

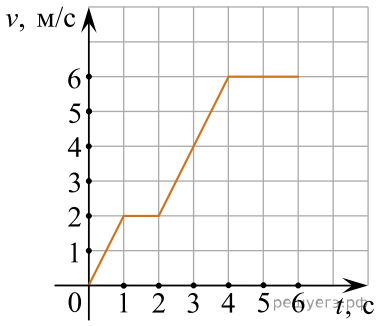
№ 5.

Точечное тело движется вдоль оси OX. На рисунке изображен график зависимости проекции скорости V этого тела на указанную ось от времени t. В момент времени t=0с тело находилось в точке с координатой x_0=4м. Определите координату тела в момент времени t = 3с. *Ответ дайте в метрах.*



№ 6.

На рисунке представлен график зависимости модуля скорости автомобиля от времени. Определите по графику путь, пройденный автомобилем в интервале от момента времени 0с до момента времени 5с после начала отсчета времени. (Ответ дайте в метрах.)

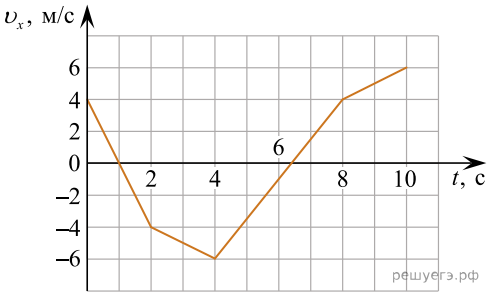


№ 7.

Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью 20м/с. Чему равен модуль скорости тела через 0,5с после начала отсчета времени? Сопротивление воздуха не учитывать. (Ответ дайте в метрах в секунду.)

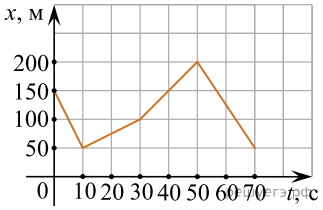
№ 8.

Небольшое тело движется прямолинейно вдоль оси *OX*. На рисунке приведен график зависимости проекции υ_x скорости этого тела от времени t. Определите путь, пройденный этим телом за промежуток времени от 2с до 4с. *Ответ запишите в метрах.*



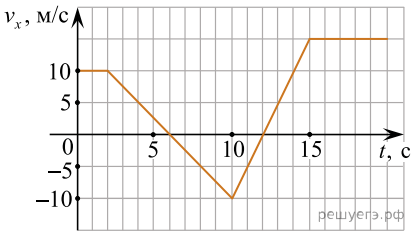
№ 9.

На рисунке представлен график зависимости координаты x велосипедиста от времени t. Чему равен наименьший модуль проекции скорости велосипедиста на ось *Ox*? Ответ выразите в метрах в секунду.



№ 10.

На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела υ_x от времени. Чему равна проекция ускорения этого тела a_x в интервале времени от 6с до 10с? Ответ выразите в метрах на секунду в квадрате.

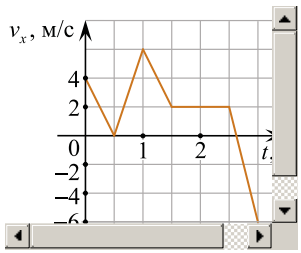


№ 11.

Точечное тело начало двигаться вдоль прямой с постоянным ускорением, равным по модулю $4 м/с^2$, и через 6секунд после начала движения вернулось в исходную точку. Чему был равен модуль начальной скорости тела? *Ответ приведите в метрах в секунду.*

№ 12.

На рисунке показан график зависимости от времени для проекции v_x скорости тела. Какова проекция a_x ускорения этого тела в интервале времени от 0,5 до 1 с?

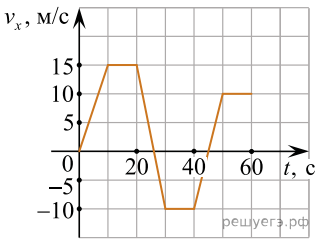


№ 13.

Пешеход идет по прямолинейному участку дороги со скоростью 4км/ч. Навстречу ему движется автобус со скоростью 40км/ч. С какой скоростью (вкм/ч) должен двигаться навстречу пешеходу велосипедист, чтобы модуль его скорости относительно пешехода и автобуса был одинаков?

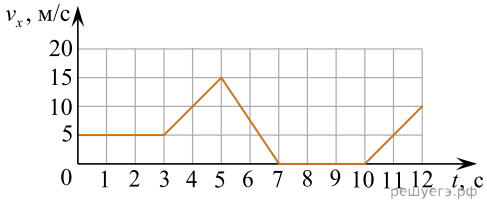
№ 14.

На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела от времени. Чему равна проекция ускорения тела в момент времени 16 с? Ответ выразите в метрах на секунду в квадрате.



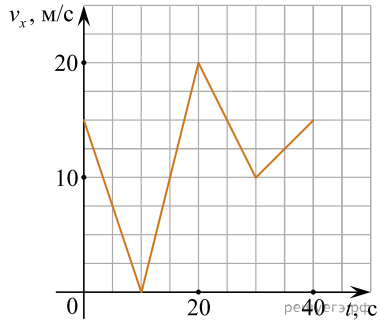
№ 15.

На рисунке приведен график зависимости проекции υ_x скорости тела на ось *Ox* от времени *t*. Определите проекция ускорения тела на ось *Ox* в течение промежутка времени от3с до5с. *Ответ запишите метрах за секунду в квадрате с учетом знака проекции.*



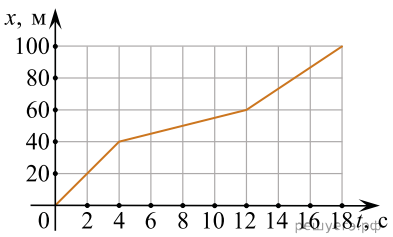
№ 16.

Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость скорости автомобиля от времени. Чему равен максимальный модуль ускорения? Ответ выразите в метрах на секунду в квадрате.



№ 17.

Спортсмен бежит по прямолинейному участку беговой дорожки. На рисунке представлен график зависимости координаты x спортсмена от времени *t* (ось *OX* направлена вдоль беговой дорожки). Определите проекцию скорости спортсмена на ось *OX* в интервале времени от4с до12с. *Ответ запишите в метрах за секунду с учётом знака проекции.*

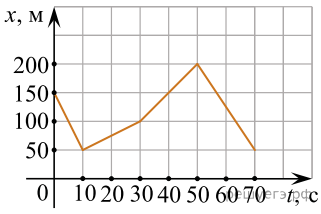


№ 18.

Велосипедист, двигаясь под уклон, проехал расстояние между двумя пунктами со скоростью, равной 15км/ч. Обратно он ехал вдвое медленнее. Какова средняя путевая скорость на всем пути? (Ответ дайте в километрах в час.)

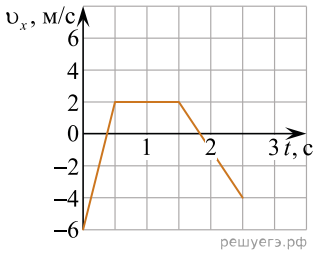
№ 19.

На рисунке представлен график зависимости координаты x велосипедиста от времени t. Чему равен наибольший модуль проекции скорости велосипедиста на ось Ox? Ответ выразите в метрах в секунду.



№ 20.

На рисунке изображен график зависимости проекции υ_x скорости тела от времени t. Определите проекцию a_x ускорения этого тела в интервале времени от 0 до 0,5с. *Ответ запишите в метрах на секунду в квадрате.*



№ 21.

В инерциальной системе отсчета сила $\vec{F}$ сообщает телу массой m ускорение 1м/с^2. Чему равно будет ускорение, если сила в этой системе отсчёта стала равна $3\vec{F}$, а масса 0,4m?

№ 22.

В инерциальной системе отсчета сила F сообщает телу массой m_1=1,2кг ускорение a. Какова должна быть масса другого тела m_2, если сила $\frac{F}{2}$ в этой же системе отсчета сообщает ему ускорение 2a? *Ответ дайте в килограммах.*

№ 23.

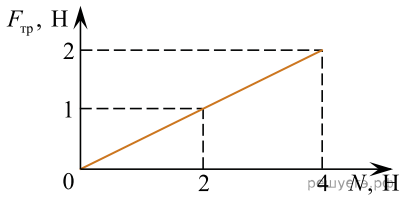
Мальчик скатился с горки высотой 10метров и проехал путь 50метров по горизонтальному участку дороги. Чему равен коэффициент трения? Трением на горке пренебречь.

№ 24.

В инерциальной системе отсчёта сила $\vec{F}$ сообщает телу массой m ускорение $\vec{a}$. Во сколько раз нужно увеличить массу тела, чтобы втрое большая сила сообщала ему в той же системе отсчёта в 5 раз меньшее ускорение?

№ 25.

На рисунке представлен график зависимости модуля силы трения от модуля силы нормального давления. Определите коэффициент трения скольжения.

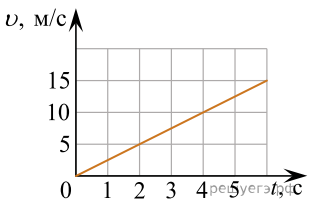


№ 26.

На сколько сантиметров растянется пружина, жесткость которой $k = 1000$ Н/м, под действием силы 100Н? Пружину считайте идеальной.

№ 27.

Тело массой 2кг движется вдоль оси *Ox*. На рисунке представлен график зависимости проекции υ_x скорости этого тела от времени t. Чему равен модуль проекции силы F_x, действующей на это тело в течение первой секунды? *Ответ запишите в ньютонах.*



№ 28.

В инерциальной системе отсчёта сила F_1 сообщает телу массой 5 кг ускорение, равное по модулю 4 м/с^2. Телу какой массы вдвое большая сила сообщит в той же системе отсчёта ускорение 1 м/с^2? *Ответ запишите в килограммах.*

№ 29.

Две пружины растягиваются одинаковыми силами F. Жесткость первой пружины k_1 в 1,5 раза больше жесткости второй пружины k_2. Чему равно отношение удлинений пружин $\frac{\Delta l_2}{\Delta l_1}$?

№ 30.

Пружина жесткостью $2 \cdot 10^4$ Н/м одним концом закреплена в штативе. На какую величину она растянется, если к ней подвесить груз массой 2 кг? *Ответ запишите в сантиметрах.*

№ 31.

На горизонтальной поверхности лежит деревянный брусок массой 1 кг. Для того чтобы сдвинуть этот брусок с места, к нему нужно приложить горизонтально направленную силу 3 Н. Затем на эту же поверхность кладут стальной брусок массой 5 кг. Коэффициент трения для стали о данную поверхность в 2 раза больше, чем для дерева. Какую горизонтально направленную силу нужно приложить к стальному бруску для того, чтобы сдвинуть его с места?

№ 32.

Модуль сил гравитационного притяжения между двумя однородными шарами, центры которых находятся на расстоянии 1 м друг от друга, равен 8 нН. Каков будет модуль сил притяжения между шарами, если расстояние между их центрами увеличить до 2 м? *Ответ дайте в нН.*

№ 33.

В инерциальной системе отсчета сила, равная по модулю 16Н, сообщает телу массой m ускорение $\vec{a}$. Чему равен модуль силы, под действием которой тело массой $\frac{m}{2}$ будет иметь в этой системе отсчета ускорение $\frac{\vec{a}}{4}$? Ответ приведите в ньютонах.

№ 34.

Деревянный брусок массой $m = 0{,}2$ кг скользит равномерно и прямолинейно по горизонтальной шероховатой опоре под действием горизонтальной силы $F = 0{,}3$ Н. Каков коэффициент трения бруска об опору, если площадь соприкосновения бруска с опорой равна $S = 15$ см^2?

№ 35.

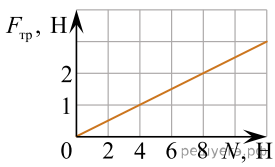
Мяч массой 300г брошен под углом 45° к горизонту с начальной скоростью $\upsilon = 20$ м/с. Чему равен модуль силы тяжести, действующей на мяч сразу после броска? (Ответ дайте в ньютонах.)

№ 36.

Тележку массой2,5кг, находящуюся на гладком горизонтальном столе, тянут вдоль его поверхности, прикладывая неизменную по направлению силу, равную по модулю12Н.Чему равен модуль ускорения тележки в инерциальной системе отсчёта, связанной со столом? *Ответ запишите в метрах за секунду в квадрате.*

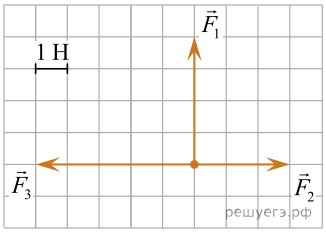
№ 37.

На рисунке дан график зависимости модуля силы трения скольжения $F_{тр}$ от модуля силы реакции опоры N, действующей на тело. Чему равен коэффициент трения?



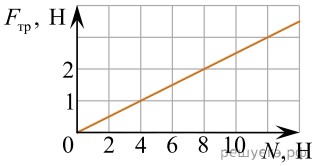
№ 38.

На рисунке показаны силы (в заданном масштабе), действующие на материальную точку. Чему равен модуль равнодействующей силы? (Ответ дайте в ньютонах и округлите до десятых.)



№ 39.

Зависимость модуля силы трения скольжения от модуля силы нормального давления приведена на графике. Определите коэффициент трения.

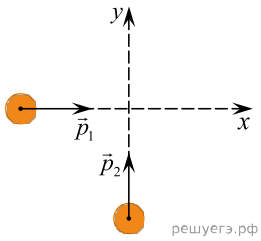


№ 40.

Брусок массой 200г равномерно перемещают по горизонтальной поверхности под действием силы F=0,5Н. Определите коэффициент трения между бруском и горизонтальной поверхностью.

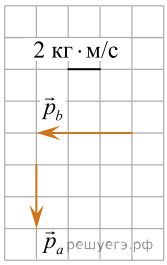
№ 41.

По гладкой горизонтальной плоскости движутся вдоль осей x и y две шайбы с импульсами по модулю p_1=2кг·м/с и p_2 = 3,5кг · м/с (см.рис.). После их соударения вторая шайба продолжает двигаться по оси y в прежнем направлении. Модуль импульса первой шайбы сразу после удара p'_1=2,5кг·м/с. Найдите модуль импульса второй шайбы сразу после удара. *Ответ дайте в кг · м/с.*



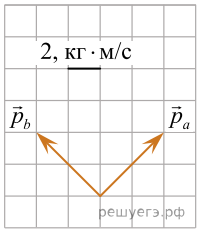
№ 42.

Система состоит из двух тел *a* и *b*. На рисунке стрелками в заданном масштабе указаны импульсы этих тел. Чему по модулю равен импульс всей системы? Ответ выразите в килограммах на метр в секунду и округлите до десятых.



№ 43.

Система состоит из двух тел *a* и *b*. На рисунке стрелками в заданном масштабе указаны импульсы этих тел. Чему по модулю равен импульс всей системы? (Ответ дайте в килограммах на метр в секунду.)



№ 44.

Максимальная высота, на которую поднимается тело массой 1кг, подброшенное вертикально вверх, составляет 20м. Найдите, чему была равна кинетическая энергия тела сразу же после броска.

№ 45.

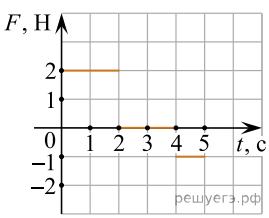
Телу массой 0,2кг сообщили вертикально направленную начальную скорость 10м/с. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите модуль средней мощности силы тяжести, действовавшей на тело во время подъема до максимальной высоты. (Ответ дайте в ваттах.) Ускорение свободного падения считать равным 10 м/с^2.

№ 46.

Тележка движется по инерции по гладким горизонтальным рельсам со скоростью 4м/с. На тележку вертикально сверху аккуратно опускают мешочек с песком. Масса мешочка в 3раза меньше массы тележки. Чему будет равен модуль скорости тележки с мешочком после того, как проскальзывание мешочка относительно тележки прекратится? Ответ выразите в метрах в секунду.

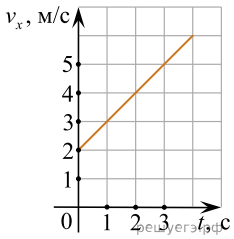
№ 47.

Материальная точка массой 2кг движется вдоль горизонтальной оси Ox под действием горизонтальной силы $\vec{F}$. В начальный момент времени тело покоилось. График зависимости силы F от времени t изображен на рисунке. Чему равен импульс материальной точки в конце третьей секунды? (Ответ дайте в килограммах на метр в секунду.)



№ 48.

Тело движется вдоль оси OX под действием силы F=2Н, направленной вдоль этой оси. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости υ_x тела на эту ось от времени t. Какую мощность развивает эта сила в момент времени $t = 3$ с? (Ответ дайте в ваттах.)



№ 49.

Ящик тянут по земле за веревку по горизонтальной окружности длиной $L = 60$ м с постоянной по модулю скоростью. Работа силы тяги за один оборот по окружности $A = 3$ кДж. Чему равен модуль силы трения, действующей на ящик со стороны земли? (Ответ дайте в ньютонах.)

№ 50.

Человек стоит на гладком льду и держит в руках снежок. Масса снежка в 50раз меньше массы человека. При горизонтальном бросании снежка человек совершил работу 76,5Дж. Какова кинетическая энергия снежка после броска? (Ответ дайте в джоулях.)

№ 51.

Тело движется по прямой под действием постоянной силы, равной по модулю 10Н.Сколько времени потребуется для того, чтобы под действием этой силы импульс тела изменился на 50кг · м/с?

№ 52.

У основания гладкой наклонной плоскости шайба обладает кинетической энергией, равной 0,36Дж. Определите массу шайбы, если максимальная высота, на которую она может подняться по наклонной плоскости относительно основания, равна 2м. Ответ дайте в граммах.

№ 53.

Под действием постоянной силы за 10с импульс тела, движущегося по прямой в одном направлении, изменился на 50кг · м/с. Чему равен модуль силы?

№ 54.

Под действием постоянной силы за 2с скорость тела массой 2кг, движущегося по прямой в одном направлении, изменилась на 6м/с. Чему равен модуль силы?

№ 55.

Телу массой 2кг, находящемуся у основания шероховатой наклонной плоскости, сообщили начальную скорость 3м/с в направлении вверх вдоль наклонной плоскости. Через некоторое время тело вернулось в исходную точку, имея втрое меньшую кинетическую энергию. Какую работу совершила сила трения за время движения тела? (Ответ дайте в джоулях.)

№ 56.

Отношение импульса легкового автомобиля к импульсу мотоцикла $\frac{p_1}{p_2} = 5.$ Каково отношение их скоростей $\frac{v_1}{v_2},$ если отношение массы легкового автомобиля к массе мотоцикла $\frac{m_1}{m_2} = 2,5?$

№ 57.

Тело движется в инерциальной системе отсчета по прямой в одном направлении. Результирующая всех сил, действующих на тело, постоянна и равна по модулю 1,5Н. Каков модуль изменения импульса тела за 8с? *Ответ дайте в кг · м/с.*

№ 58.

Тело движется прямолинейно. Под действием постоянной силы величиной 4Н импульс тела за 2с увеличился и стал равен 20 кг · м/с. Каков первоначальный импульс тела? (Ответ дайте в килограммах на метр в секунду.)

№ 59.

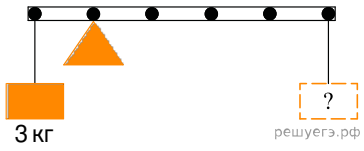
Шайба соскальзывает с гладкой наклонной плоскости высотой 80см. Чему равна максимальная скорость шайбы? Ответ дайте в метрах в секунду.

№ 60.

Масса самолета $m_1 = 6000$ кг, масса вертолета $m_2 = 4000$ кг. Самолет летит со скоростью $\upsilon_1 = 360$ км/ч, вертолет — со скоростью $\upsilon_2 = 180$ км/ч. Чему равно отношение импульса самолета к импульсу вертолета?

№ 61.

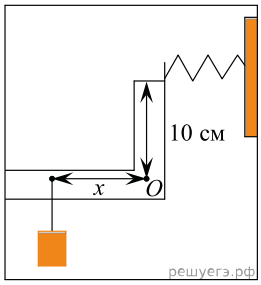
К левому концу невесомого стержня прикреплен груз массой 3кг (см. рис.).



Стержень расположили на опоре, отстоящей от его левого конца на 0,2длины стержня. Чему равна масса груза, который надо подвесить к правому концу стержня, чтобы он находился в равновесии? (Ответ дайте в килограммах.)

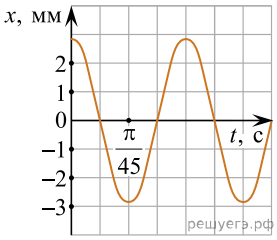
№ 62.

К легкому рычагу сложной формы с точкой вращения в точке O (см.рис.) подвешен груз массой 2кг и прикреплена пружина, второй конец которой прикреплен к неподвижной стене. Рычаг находится в равновесии, а сила натяжения пружины равна 15Н.На каком расстоянии x от оси вращения подвешен груз, если расстояние от оси до точки крепления пружины равно 10см? (Ответ дайте в сантиметрах.)



№ 63.

Груз массой 50г, прикрепленный к легкой пружине, совершает свободные колебания. График зависимости координаты x этого груза от времени t показан на рисунке. Чему равна жесткость пружины? *Ответ запишите в ньютонах на метр.*

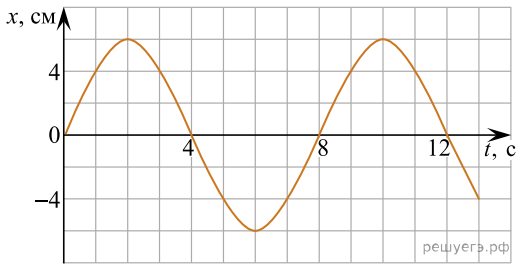


№ 64.

На расстоянии 510м от наблюдателя рабочие вбивают сваи с помощью копра. Какое время пройдет от момента, когда наблюдатель увидит удар копра, до момента, когда он услышит звук удара? Скорость звука в воздухе равна 340м/с. Ответ выразите в с.

№ 65.

На рисунке показан график зависимости координаты материальной точки от времени. Определите частоту колебаний. *Ответ запишите в герцах.*



№ 66.

В таблице представлены данные о положении шарика, гармонически колеблющегося вдоль оси *Ox* в различные моменты времени.

t, с	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3
x, мм	0	2	5	10	13	15	13	10	5	2	0	−2	−5	−10	−13	−15	−

Какова амплитуда колебаний шарика? (Ответ дайте в миллиметрах.)

№ 67.

На рычаг действуют две силы. Момент первой силы относительно оси вращения рычага равен 50Н·м. Какова величина второй силы, если ее плечо относительно этой же оси равно 0,5м и рычаг при этом находится в равновесии?
Ответ запишите в Ньютонах.

№ 68.

Груз, подвешенный на пружине жесткости 400Н/м, совершает вертикальные свободные гармонические колебания. Какой должна быть жесткость пружины, чтобы частота колебаний этого же груза была в 2раза меньше.

№ 69.

Мяч, имеющий объем $160\ см^3$, полностью погружают в сосуд с подсолнечным маслом так, что он не касается стенок сосуда и его дна. Найти силу Архимеда, действующую при этом на мяч. *Ответ запишите в ньютонах.*

№ 70.

Груз, подвешенный на пружине жесткостью $400\ Н/м$, совершает свободные гармонические колебания. Какой должна быть жёсткость пружины, чтобы частота колебаний этого груза увеличилась в 2раза? (Ответ дайте в ньютонах на метр.)

№ 71.

Диапазон частот ультразвуковых волн, применяемых в физиотерапии, занимает частотный интервал от $\nu_1 = 0{,}8$ МГц до $\nu_2 = 3{,}2$ МГц. Каково отношение граничных длин звуковых волн $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ этого интервала?

№ 72.

Тело, имеющее объем 3см^3, полностью погружают в сосуд с подсолнечным маслом так, что он не касается стенок сосуда и его дна. Найти силу Архимеда, действующую при этом на тело. *Ответ запишите в ньютонах.*

№ 73.

Груз массой 0,16кг, подвешенный на пружине, совершает свободные вертикальные гармонические колебания. Груз какой массы нужно подвесить вместо первого груза, чтобы частота свободных колебаний уменьшилась в 2раза? Ответ приведите в килограммах.

№ 74.

Во сколько раз уменьшится период свободных гармонических колебаний математического маятника, если его длину уменьшить в 4раза?

№ 75.

Ученик выполнял лабораторную работу по исследованию условий равновесия лёгкого рычага, к которому приложены силы F_1 и F_2. Результаты, которые он получил, представлены в таблице. l_1, l_2 — плечи сил. Какова сила F_2, если рычаг находится в равновесии? *Ответ запишите в ньютонах.*

F_1, Н	l_1, м	F_2, Н	l_2, м
40	0,4	?	0,8

№ 76.

Чему равна частота колебаний звуковой волны, распространяющейся в воздухе, если её длина равна 1,36 м, а скорость 340 м/с? *Ответ запишите в герцах.*

№ 77.

В научном институте стоит в шкафу математический маятник. Представим себе, что ученые сначала измерили период T_1 колебаний этого маятника на Земле, а затем — период T_2 колебаний этого же маятника на Луне.

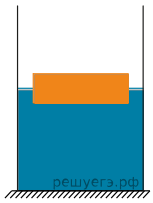
Чему равно отношение $\frac{T_1}{T_2}$? Ускорение свободного падения на Луне равно 1,6 м/с^2, сопротивлением воздуха на Земле можно пренебречь.

№ 78.

Кирпич массой 4,5 кг положили на горизонтальную кладку стены. Площадь грани, на которой лежит кирпич, равна 300 см^2. Определите давление, которое кирпич оказывает на кладку. *Ответ запишите в паскалях.*

№ 79.

Два одинаковых бруска толщиной 10 см каждый, связанные друг с другом, плавают в воде так, что уровень воды приходится на границу между ними (см. рис.). На сколько увеличится глубина погружения стопки брусков, если в нее добавить еще один такой же брусок? *Ответ запишите в сантиметрах.*



№ 80.

Математический маятник, колеблющийся с циклической частотой $\omega = 3\,\text{с}^{-1}$, в нижней точке траектории имеет ускорение, равное по модулю $a = 1\,\text{м/с}^2$. Масса груза маятника $m = 900\,\text{г}$. Чему равен запас механической энергии маятника?

№ 81.

Небольшой груз, покоящийся на гладком горизонтальном столе, соединён пружиной со стенкой. Груз немного смещают от положения равновесия вдоль оси пружины и отпускают из состояния покоя, после чего он начинает колебаться, двигаясь вдоль оси пружины, вдоль которой направлена ось Ox. В таблице приведены значения координаты груза x в различные моменты времени t.

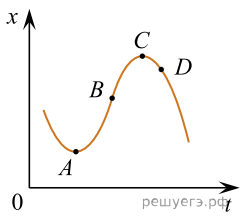
Выберите все верные утверждения о результатах этого опыта на основании данных, содержащихся в таблице.

t, с	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
x, см	4,0	2,8	0,0	−2,8	−4,0	−2,8	0,0	2,8	4,0

1) В момент времени 0,8 с модуль ускорения груза минимален.
2) Период колебаний груза равен 1,6 с.
3) Частота колебаний груза равна 0,25 Гц.
4) В момент времени 0,4 с кинетическая энергия груза максимальна.
5) Модули сил, с которыми пружина действует на груз, в момент времени 0,2 с и в момент времени 0,8 с равны.

№ 82.

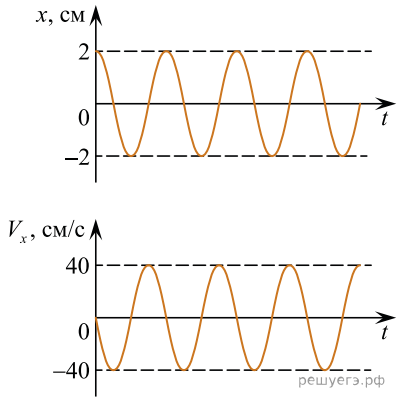
На рисунке показан график зависимости координаты x тела, движущегося вдоль оси Ox, от времени t. Из приведенного ниже списка выберите все правильные утверждения.



1. В точке A проекция скорости тела на ось Ox равна нулю.
2. Проекция перемещения тела на ось Ox при переходе из точки B в точку D отрицательна.
3. На участке BC скорость тела уменьшается.
4. В точке A проекция ускорения тела на ось Ox отрицательна.
5. В точке D ускорение тела и его скорость направлены в противоположные стороны.

№ 83.

Груз, подвешенный на легкой пружине жесткостью 200Н/м, совершает вертикальные колебания. На рисунке изображены графики зависимости смещения груза x и проекции скорости груза V_x от времени t.

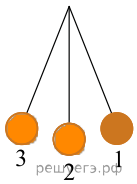


На основании анализа приведенных графиков, выберите все верные утверждения и укажите в ответе их номера.

1. Круговая частота ω колебаний груза равна 20 рад/с.
2. Период колебаний груза равен $(0{,}1\pi)$ с.
3. Максимальное ускорение груза равно по модулю 800 см/с^2.
4. Масса груза равна 1 кг.
5. Максимальная потенциальная энергия упругой деформации пружины равна 4 кДж.

№ 84.

Математический маятник отклонили на небольшой угол от положения равновесия в положение1и отпустили из состояния покоя (см.рис.). Частота его свободных колебаний равняется 0,5Гц. Потенциальная энергия маятника отсчитывается от положения равновесия. Из приведенного ниже списка выберите все верные утверждения, описывающие процесс колебания маятника. Сопротивлением воздуха пренебречь.



1.Потенциальная энергия маятника в первый раз достигнет своего максимума через 2с после начала движения.

2. Через 0,5с маятник первый раз вернется в положение1.

3.При движении из положения2в положение3полная механическая энергия маятника остается неизменной.

4.Кинетическая энергия маятника в первый раз достигнет максимума через 0,5с после начала движения.

5.Длина нити, на которой колеблется данный маятник, приблизительно равна 1метру.

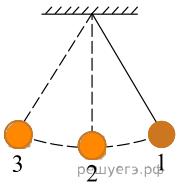
№ 85.

Пуля массой 9г вылетает из винтовки под углом к горизонту с начальной скоростью 100м/с. Во время полета пули на нее помимо силы тяжести действует сила сопротивления воздуха, направленная противоположно скорости пули. Из приведенного ниже списка выберите все правильные утверждения.

1. Полная механическая энергия пули в течение всего полета равна 45Дж.
2. Непосредственно перед падением пули на землю ее кинетическая энергия меньше 45Дж.
3. Пуля в течение всего полета движется равноускоренно.
4. В верхней точке траектории вектор ускорения пули не совпадает по направлению с вектором силы тяжести.
5. В верхней точке траектории ускорение пули равно нулю.

№ 86.

Математический маятник с частотой свободных колебаний 0,5Гц отклонили на небольшой угол от положения равновесия в положение1 и отпустили из состояния покоя (см.рис.). Сопротивлением воздуха пренебречь. Потенциальная энергия маятника отсчитывается от положения равновесия. Из приведенного ниже списка выберите все верные утверждения, описывающие процесс колебания маятника.



1. Потенциальная энергия маятника в первый раз достигнет своего максимума через 2с после начала движения.
2. Через 0,5с маятник первый раз вернется в положение1.
3. При движении из положения2в положение3 полная механическая энергия маятника остается неизменной.
4. Кинетическая энергия маятника в первый раз достигнет своего максимума через 0,5с после начала движения.
5. При движении из положения3в положение2 модуль силы натяжения нити уменьшается.

№ 87.

Школьник проводит опыты с пружинным пистолетом. Он заряжает в пистолет стальной шарик и стреляет им, измеряя зависимость модуля скорости υ шарика в момент его вылета из пистолета от величины Δx сжатия пружины перед выстрелом. Жесткость пружины 80Н/м, масса шарика 30г. После полного распрямления пружины шарик сразу же вылетает из ствола пистолета. Полученные школьником результаты приведены в таблице.

Δx, см	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
υ, м/с	0,365	0,894	1,414	1,932	2,450	2,967	3,483	4,000

Выберите все верные утверждения о результатах этих опытов на основании данных, содержащихся в таблице.

1.Когда пружина пистолета сжата на максимальную величину 8см, в ней запасена потенциальная энергия 256мДж.
2.Если начальное сжатие пружины равно 5см, то модуль импульса шарика в момент вылета из пистолета меньше 0,05кг · м/с.
3. Модуль скорости υ шарика убывает при возрастании величины Δx сжатия пружины.
4. Трение пружины и шарика о ствол пистолета отсутствует.
5.Если начальное сжатие пружины равно 2см, то в процессе выстрела выделяется количество теплоты 4мДж.

№ 88.

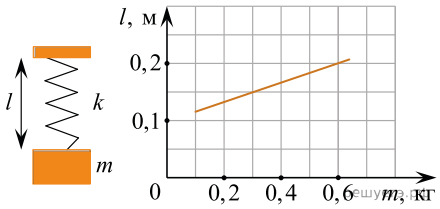
В лаборатории исследовали прямолинейное движение тела массой m=300г из состояния покоя. В таблице приведена экспериментально полученная зависимость пути, пройденного телом, от времени. Выберите все верные утверждения, соответствующие результатам эксперимента.

t, с	0	1	2	3	4	5	6	7
L, м	0	1	4	9	16	25	36	49

1. Тело двигалось равноускоренно.
2. Скорость тела в момент времени 4с равнялась 8м/с.
3. Кинетическая энергия тела в момент времени 5с равна 25Дж.
4. Равнодействующая сил, действующих на тело, все время возрастала.
5.За первые 3с работа равнодействующей сил, действующих на тело, была равна 5,4Дж.

№ 89.

На графике представлены результаты измерения длины пружины l при различных значениях массы m подвешенных к пружине грузов.

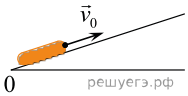


Выберите все утверждения, соответствующие результатам измерений.

1. Длина недеформированной пружины равна 13 см.
2. При массе груза, равной 300 г, длина пружины составляет 15 см.
3. Коэффициент жесткости пружины примерно равен 80 Н/м.
4. Коэффициент жесткости пружины примерно равен 60 Н/м.
5. Деформация пружины не изменялась.

№ 90.

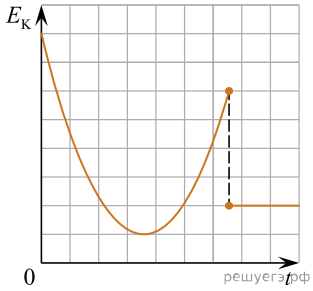
После удара шайба начала скользить вверх по шероховатой наклонной плоскости с начальной скоростью $\vec{v}_0$, как показано на рисунке, и после остановки соскользнула обратно. Выберите из предложенного перечня все утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных наблюдений, и укажите их номера.



1. Время движения шайбы вверх равно времени движения вниз.
2. Модуль максимальной скорости шайбы при движении вниз меньше v_0.
3. При движении вверх и вниз работа силы трения шайбы о плоскость одинакова.
4. Изменение потенциальной энергии шайбы при движении до верхней точки равно кинетической энергии шайбы сразу после удара.
5. Модуль ускорения шайбы при движении вверх меньше, чем модуль ускорения при движении вниз.

№ 91.

На рисунке представлен схематичный вид графика изменения кинетической энергии тела с течением времени.

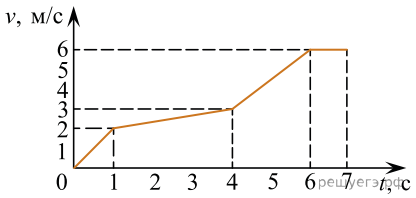


Выберите все верные утверждения, описывающие движение в соответствии с данным графиком.

1. В конце наблюдения кинетическая энергия тела отлична от нуля.
2. Кинетическая энергия тела в течение всего времени наблюдения уменьшается.
3. Тело брошено под углом к горизонту и упало на балкон.
4. Тело брошено вертикально вверх с балкона и упало на Землю.
5. Тело брошено под углом к горизонту с поверхности Земли и упало в кузов проезжающего мимо грузовика, движущегося равномерно.

№ 92.

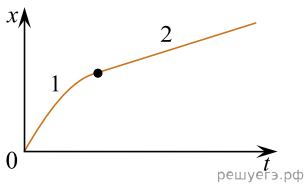
В эксперименте получен график зависимости модуля скорости прямолинейно движущегося тела от времени. Анализируя график, выберите из приведенных ниже утверждений три правильных и укажите их номера.



1. Модуль скорости тела за 6 секунд изменился от 0 м/с до 6 м/с.
2. Из четырех интервалов времени максимальный путь был пройден телом в интервале времени от 4 до 6 с.
3. Тело двигалось равнозамедленно в течение первых 6 секунд и не двигалось в интервале от 6 до 7 с.
4. Тело двигалось равноускоренно в течение первых 6 секунд и не двигалось в интервале от 6 до 7 с.
5. Тело двигалось равномерно в интервале от 6 до 7 секунд со скоростью 6 м/с.

№ 93.

Бусинка движется по неподвижной горизонтальной спице, параллельной оси OX. На графике изображена зависимость координаты x бусинки от времени t. На основании графика выберите все верные утверждения о движении бусинки на участках1 (ветвь параболы) и2 (линейная зависимость). Запишите цифры, под которыми они указаны.



решуегэ.рф

1)На участке1 кинетическая энергия бусинки уменьшается, а на участке2 увеличивается.

2)На участке1 модуль скорости бусинки увеличивается, а на участке2 не изменяется.

3) На участке2 равнодействующая всех сил, действующих на бусинку, равна0.

4)На участке1 модуль импульса бусинки уменьшается, а на участке2 остаётся неизменным.

5)На участке1 вектор скорости бусинки направлен в ту же сторону, что и вектор её ускорения.

№ 94.

Учащиеся роняли с башни шарики для настольного тенниса и снимали их полет цифровой видеокамерой. Обработка видеозаписей позволила построить графики зависимости пути s, пройденного шариком, и его скорости υ от времени падения t. Выберите все верные утверждения, характеризующие наблюдаемое падение.

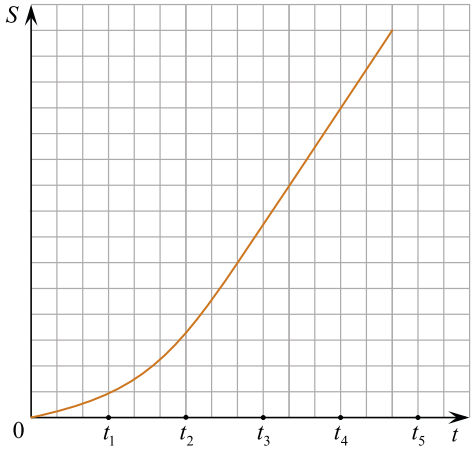
1.Величина ускорения, с которым падал шарик, увеличивалась в интервале времени $(0–t_3)$ и оставалась постоянной при $t > t_3$.

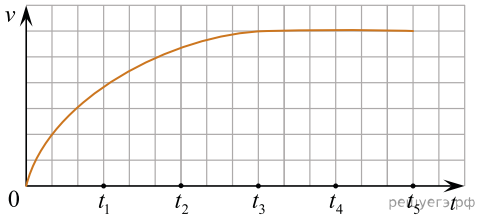
2.В течение всего времени падения $(0– t_5)$ потенциальная энергия шарика в поле тяжести, отсчитываемая от основания башни, уменьшалась.

3.Сумма кинетической и потенциальной энергий шарика оставалась неизменной во время падения.

4.В течение всего времени падения $(0– t_5)$ величина импульса шарика сначала возрастала, а затем была постоянной.

5. Путь, пройденный за время $(0–t_1)$ меньше пути, пройденного за время $(t_3–t_4)$.





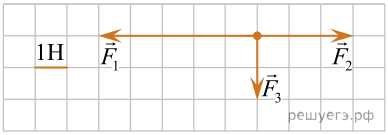
решуегэ.рф

№ 95.

Искусственный спутник обращается вокруг Земли по вытянутой эллиптической орбите. В некоторый момент времени спутник проходит положение минимального удаления от Земли. Из приведенного ниже списка выберите все правильные утверждения.

1. Сила притяжения спутника к Земле в этом положении минимальна.
2. Потенциальная энергия спутника в этом положении максимальна.
3. Ускорение спутника при прохождении этого положения равно 0.
4. Скорость спутника при прохождении этого положения максимальна.
5. При движении спутника его полная механическая энергия остается неизменной.

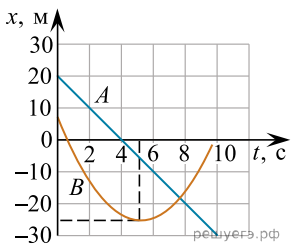
№ 96.



На рисунке показаны силы (в заданном масштабе), действующие на небольшой шарик массой m=2кг, лежащий на горизонтальной поверхности В начальный момент времени шарик удерживали неподвижным. Выберите из перечисленных ниже все верные утверждения о движении шарика после того, как он был отпущен и никаких других сил на него не действовало. В ответе укажите их номера.

1. Шарик движется криволинейно.
2. После того, как шарик отпустили, он остался неподвижным.
3. Модуль ускорения шарика приблизительно равен 1,4 м/с^2.
4. Через 3 секунды скорость шарика стала приблизительно равной 8 м/с.
5. Модуль импульса шарика через 4с после отпускания изменился примерно на 11,3 кг · м/с.

№ 97.

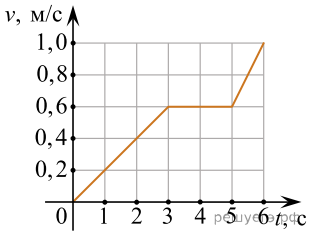


На рисунке приведены графики зависимости координаты от времени для двух тел *А* и *В*, движущихся вдоль оси *Ox*. Выберите все верные утверждения о характере движения тел.

1. Проекция ускорения тела *В* на оси *Ox* положительна.
2. В момент времени 3с проекция скорости тела *А* на ось *Ox* равна −5 м/с.
3. Импульс тела *А* с течением времени увеличивается.
4. За время от 3 до 9с тело *В* прошло путь 15 м.
5. В момент времени 2с скорость тела *В* равна 0.

№ 98.

Брусок массой 100 г может двигаться прямолинейно. Зависимость модуля скорости бруска υ от времени t в инерциальной системе отсчёта показана на графике.



На основании этого графика выберите все верные утверждения о движении бруска. В ответе укажите их номера.

1) Через 3 с от момента начала движения брусок имел импульс, равный по модулю 0,06 кг • м/с.

2) В промежутке времени от 3 с до 5 с равнодействующая всех сил, приложенных к бруску, была равна нулю.

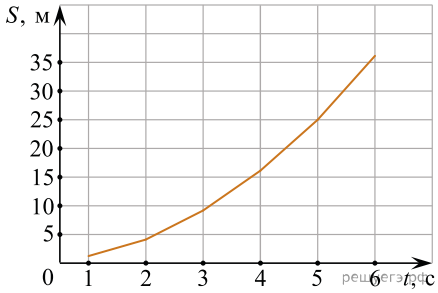
3) В промежутке времени от 5 с до 6 с кинетическая энергия бруска увеличилась в 2 раза.

4) Путь, пройденный бруском за первые 3 с, равен 1 м.

5) Модуль ускорения бруска был максимален в промежутке времени от 0 с до 3 с.

№ 99.

При проведении эксперимента исследовалась зависимость пройденного телом пути S от времени t. Тело начинало движение из состояния покоя. График полученной зависимости приведен на рисунке.

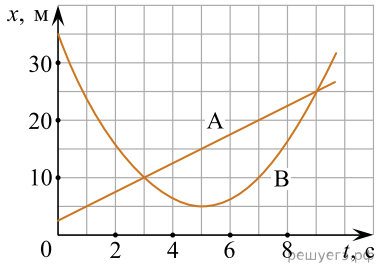


Выберите все утверждения, соответствующие результатам этих измерений.

1. Скорость тела равна 6 м/с.
2. Ускорение тела равно 2 м/с^2.
3. Скорость тела уменьшается с течением времени.
4. За вторую секунду пройден путь 4 м.
5. За пятую секунду пройден путь 9 м.

№ 100.

На рисунке приведены графики зависимости координаты от времени для двух тел: *A* и *B*, движущихся по прямой, вдоль которой и направлена ось *Ox*.



Выберите все верные утверждения о движении тел.

1. Тело *A* движется равномерно.
2. Временно́й интервал между встречами тел *A* и *B* составляет 6 с.
3. В течение первых пяти секунд тела двигались в одном направлении.
4. За первые 5 с тело *A* прошло 15 м.
5. Тело *B* движется с постоянным ускорением.

№ 101.

Подвешенный на легкой пружине груз совершает свободные вертикальные гармонические колебания. Пружину заменили на другую, жесткость которой больше, оставив массу груза и амплитуду колебаний неизменными.

Как при этом изменятся частота свободных колебаний груза и его максимальная скорость?

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.

Частота свободных колебаний груза	Максимальная скорость груза

№ 102.

Математический маятник совершает незатухающие гармонические колебания. При прохождении положения равновесия скорость груза маятника равна υ. Длину нити маятника увеличили, а груз и его положение равновесия оставили прежними. Как изменятся в результате этого частота колебаний маятника и полная механическая энергия системы, если скорость груза маятника при прохождении положения равновесия будет той же, что и раньше?

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.

Частота колебаний маятника	Полная механическая энергия системы

№ 103.

Первый камень бросают с горизонтальной поверхности под углом 45° к горизонту. Второй камень бросают с той же по модулю начальной скоростью, но угол, под которым она направлена к горизонту, уменьшают в 2раза. Как для второго камня по сравнению с первым изменятся время полета и дальность полета, если сопротивление воздуха пренебрежимо мало?

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.

Время полета камня	Дальность полета камня

№ 104.

Человек сидит на стуле. Установите соответствие между силами, перечисленными в первом столбце, и их характеристиками, перечисленными во втором столбце. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) Сила тяжести человека
Б) Сила веса человека на стул

ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1. Приложена к человеку и направлена вертикально вниз
2. Приложена к человеку и направлена вертикально вверх
3. Приложена к стулу и направлена вертикально вниз
4. Приложена к стулу и направлена вертикально вверх

А	Б

№ 105.

Звуковая волна переходит из одной однородной среды в другую однородную среду. При этом скорость волны уменьшается. Определите, как при этом изменяются частота и длина звуковой волны.

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.

Частота звуковой волны	Длина звуковой волны

№ 106.

Спутник массой m обращается вокруг Земли по круговой орбите, высота которой над поверхностью планеты равна h. Радиус Земли равен R. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче (g — ускорение свободного падения на поверхности Земли).

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 спутника
Б) период обращения спутника

ФОРМУЛЫ

1) $R\sqrt{\dfrac{g}{R+h}}$;
2) $\dfrac{R\sqrt{g}}{(R+h)^{\frac{3}{2}}}$;
3) $\dfrac{2\pi(R+h)^{\frac{3}{2}}}{R\sqrt{g}}$;
4) $\dfrac{mgR^2}{2(R+r)}$.

А	Б

№ 107.

Космический зонд стартовал с Земли и через некоторое время опустился на другую планету, масса которой меньше массы Земли в 4раза, а радиус больше радиуса Земли в 2раза.

Определите, как в результате этого космического перелета изменятся следующие физические величины, измеряемые зондом, по сравнению со значениями для Земли: ускорение свободного падения на поверхности планеты, первая космическая скорость для планеты.

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.

Ускорение свободного падения на поверхности планеты	Первая космическая скорость для планеты

№ 108.

Кубик со стороной a и плотностью ρ_k подвешен на нерастяжимой нити и погружен в воду так, что его верхняя грань параллельна поверхности воды и находится на глубине a. Кубик не касается дна и стенок сосуда. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) давление воды на верхнюю грань
Б) сила натяжения нити

ИЗМЕНЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) $a^3(\rho_k - \rho_в)g$
2) $a^3\rho_k g$
3) $2a\rho_в g$
4) $a\rho_в g$

А	Б

№ 109.

В результате перехода искусственного спутника Земли с одной круговой орбиты на другую скорость его движения по орбите увеличилась. Как изменились в результате этого перехода радиус орбиты спутника и его период обращения вокруг Земли?

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.

Радиус орбиты спутника	Период обращения спутника вокруг Земли

№ 110.

Груз массой m на пружине жесткостью k совершает колебания в горизонтальной плоскости с амплитудой A. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно определить. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) максимальная энергия пружины E
Б) циклическая частота колебаний ω_0

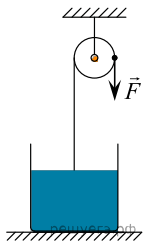
ФОРМУЛЫ

1) $\frac{kA^2}{2}$
2) $\sqrt{\frac{k}{m}}$
3) $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$
4) mgA

А	Б

№ 111.

К железному бруску массой 7,8кг привязали тонкую невесомую нерастяжимую нить, которую перекинули через неподвижный идеальный блок, а сам брусок целиком погрузили в воду (см.рис.). Свободный конец нити удерживают, действуя на него с некоторой силой так, что брусок находится в равновесии. Установите соответствие между физическими величинами и их численными значениями, выраженными в указанных единицах. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

А) модуль силы натяжения нити, Н
Б) объем бруска, дм^3

ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ

1) 89,5
2) 1
3) 68
4) 0,5

А	Б

№ 112.

С высоты 40м вертикально вверх бросают небольшое точечное тело с начальной скоростью 20м/с. Определите, как изменятся по сравнению с начальными значениями кинетическая энергия тела и его потенциальная энергия взаимодействия с Землей (относительно поверхности Земли) через 3секунды.

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.

Кинетическая энергия тела	Потенциальная энергия взаимодействия с Землей

№ 113.

Камень бросили вертикально вверх с горизонтальной площадки. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. В некоторый момент времени t_1 в процессе полета кинетическая энергия камня была равна 13Дж. В момент времени $t_2 > t_1$ камень все еще находился в полете, а его кинетическая энергия уменьшилась на 2Дж. Определите, как изменились к моменту t_2 по сравнению с моментом t_1 высота подъема камня над площадкой и модуль скорости камня.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

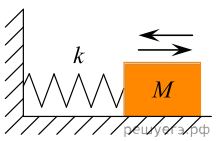
1. Увеличится.
2. Уменьшится.
3. Не изменится.

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

Высота подъема камня над площадкой	Модуль скорости камня

№ 114.

На гладком горизонтальном столе брусок массой M, прикрепленный к вертикальной стене пружиной жесткостью k, совершает гармонические колебания с амплитудой A (см.рис.). 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.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) период колебаний груза
Б) амплитуда скорости груза

ФОРМУЛЫ

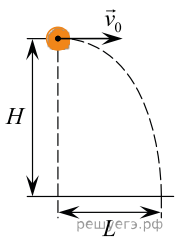
1) $2\pi\sqrt{\frac{M}{k}}$
2) $A\sqrt{\frac{M}{k}}$
3) $2\pi\sqrt{\frac{k}{M}}$
4) $A\sqrt{\frac{k}{M}}$

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

А	Б

№ 115.

Шарик, брошенный горизонтально с высоты H с начальной скоростью $\vec{V}_0$, за время полета t пролетел в горизонтальном направлении расстояние L (см.рис.). Что произойдет с временем полета и ускорением шарика, если на той же установке при неизменной начальной скорости шарика увеличить высоту H? (Сопротивлением воздуха пренебречь.)



Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения.

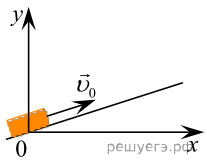
1. Увеличится.
2. Уменьшится.
3. Не изменится.

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

Время полета	Ускорение шарика

№ 116.

После удара в момент $t=0$ шайба начала скользить вверх по гладкой наклонной плоскости с начальной скоростью $\vec{v}_0$, как показано на рисунке. В момент времени t_0 шайба вернулась в исходное положение. Графики *А* и *Б* отображают изменение с течением времени физических величин, характеризующих движение шайбы.



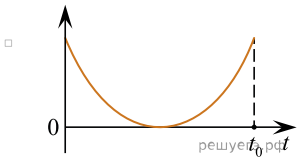
Установите соответствие между графиками и физическими величинами, изменение которых со временем эти графики могут отображать.

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

ГРАФИКИ

А)

Б)



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) проекция скорости v_x
2) проекция ускорения a_y
3) кинетическая энергия $E_к$
4) полная механическая энергия E_{max}

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

А	Б

№ 117.

Шарик свободно падает без начальной скорости сначала с высоты 20м над землей, а затем — с высоты 40м над землей. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

Определите, как в результате этого изменятся следующие физические величины: путь, пройденный шариком за вторую секунду полета; путь, пройденный шариком за последнюю секунду полета.

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.

Путь, пройденный шариком за вторую секунду полета	Путь, пройденный шариком за последнюю секунду полета

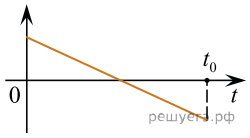
№ 118.

Шарик брошен вертикально вверх с начальной скоростью $\vec{v}_0$ (см.рис.). Считая сопротивление воздуха малым, установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять (t_0 — время полета). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

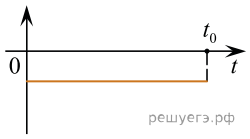


ГРАФИКИ

А)



Б)



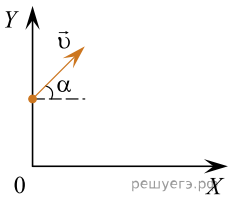
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) координата шарика
2) проекция скорости шарика v_y
3) потенциальная энергия шарика
4) проекция силы тяжести, действующей на шарик

А	Б

№ 119.

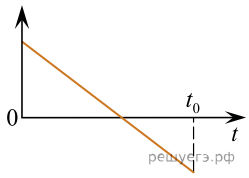
Небольшой мячик брошен с некоторой начальной скоростью с края крыши дома под углом α к горизонту (см.рисунок) с балкона высотой h (см.рис.). Графики А и Б представляют собой зависимость физических величин, характеризующих движение мячика в процессе полета, от времени t. Сопротивлением воздуха пренебречь. Потенциальная энергия мячика отсчитывается от уровня $y = 0$.



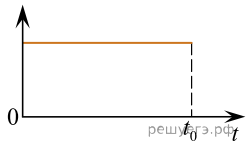
Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени t эти графики могут представлять (t_0 — время полета). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИК

А)



Б)



. . . .

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

1) кинетическая энергия мячика
2) координата y шарика
3) проекция скорости на ось OY
4) проекция скорости на ось Ox

Ответ:

А	Б

№ 120.

Груз, подвешенный к пружине с коэффициентом жесткости k, совершает колебания с периодом T и амплитудой x_0. Что произойдет с частотой колебаний и максимальной скоростью, если пружину заменить на другую с меньшим коэффициентом жесткости, а амплитуду колебаний оставить прежней?

Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения.

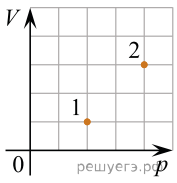
1. Увеличивается.
2. Уменьшается.
3. Не изменяется.

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

Частота колебаний	Максимальная скорость

№ 121.

В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Во сколько раз изменится температура газа, если он перейдет из состояния 1 в состояние 2 (см. рис.)?

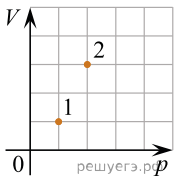


№ 122.

В сосуде неизменного объема находится идеальный газ. Во сколько раз нужно уменьшить количество вещества газа в сосуде, чтобы после увеличения абсолютной температуры газа в 2 раза его давление стало вдвое меньше начального?

№ 123.

В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Во сколько раз изменится температура газа, если он перейдет из состояния1в состояние2 (см. рис.)?



№ 124.

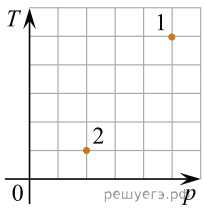
Давление постоянной массы идеального газа в сосуде с жёсткими стенками при температуре $t = 27°C$ равно p=45кПа. Каким будет давление в этом сосуде, если газ нагреть до температуры $127°C$? *Ответ запишите в килопаскалях.*

№ 125.

Идеальный газ в количестве 4моль изохорно остывает в герметичном сосуде от $t_1 = 127°C$ до $t_2 = 27°C$. Чему равно отношение давлений $\frac{p_2}{p_1}$ идеального газа?

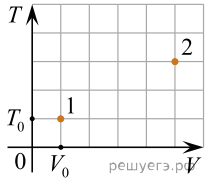
№ 126.

В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Он переходит из состояния1в состояние2 (см.рис.). Чему равно отношение объемов $\frac{V_2}{V_1}$?



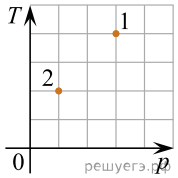
№ 127.

На графике изображена диаграмма «температура— объем» (*TV*–диаграмма). Неизменное количество идеального газа переводят из состояния1в состояние2 (см.рис.). Определите, во сколько раз давление газа в состоянии2 отличается от давления газа в состоянии1.



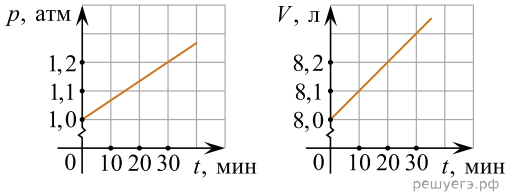
№ 128.

Идеальный одноатомный газ, находящийся в сосуде под поршнем, переходит из состояния1в состояние2 (см.рисунок, где T— абсолютная температура газа, p— его давление). Масса газа в процессе не изменяется. Найдите отношение объема газа в состоянии2к объему газа в состоянии1.



№ 129.

На графиках приведены зависимости давления p и объема V от времени t для 0,2молей идеального газа. Чему равна температура газа в момент $t = 30$минут? Ответ выразите в кельвинах с точностью до 10К.

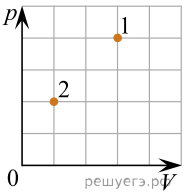


№ 130.

Во сколько раз отличаются среднеквадратичные скорости хаотического теплового движения молекул гелия и углекислого газа, входящих в состав воздуха, при комнатной температуре? Ответ округлите до десятых долей.

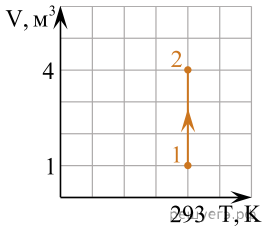
№ 131.

В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Газ переходит из состояния 1в состояние 2, как показано на рисунке (p— давление газа, V— его объём). Во сколько раз уменьшится температура газа в процессе 1–2?



№ 132.

На *VT*–диаграмме показан процесс изменения состояния неизменного количества одноатомного идеального газа. Начальное давление составляет 160кПа. Определите конечное давление газа. *Ответ запишите в килопаскалях.*

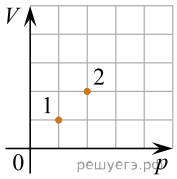


№ 133.

При нагревании масса воздуха в сосуде постоянного объёма изменилась, так как крышка, закрывавшая сосуд, была негерметична. Найдите отношение масс воздуха в сосуде в конечном и начальном состояниях $\frac{m_2}{m_1}$, если при увеличении температуры воздуха в 2 раза давление увеличилось в 1,5 раза.

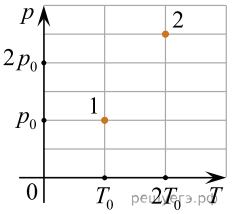
№ 134.

В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Во сколько раз изменится температура газа, если он перейдет из состояния1в состояние2 (см. рис.)?



№ 135.

В двух сосудах находится один и тот же идеальный одноатомный газ. На *pT*–диаграмме точками1 и 2 обозначены состояния газа в первом и во втором сосудах. Чему равно отношение плотности газа во втором сосуде к плотности газа в первом сосуде?



№ 136.

В закрытом баллоне находится воздух при температуре 300К и давлении 100кПа. Баллон нагрели до 450К.Определите давление воздуха в баллоне в результате нагревания. *Запишите ответ в кПа.*

№ 137.

В результате изохорного перехода 1моль идеального газа перевели из начальной точки в конечную уменьшив его давление в 3раза, при этом конечная температура 630К. Найдите начальную температуру газа. *Ответ запишите в Кельвинах.*

№ 138.

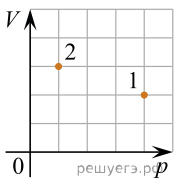
Концентрацию молекул идеального одноатомного газа уменьшили в 2раза. Одновременно в 4раза увеличили среднюю кинетическую энергию теплового движения молекул газа. Во сколько раз в результате этого увеличилось давление газа в сосуде?

№ 139.

Какая масса воздуха выйдет из комнаты, если температура воздуха возросла с 10°С до 20°С? Объем комнаты $60\ м^3$, давление нормальное. Ответ выразите в килограммах и округлите до десятых.

№ 140.

В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Он переходит из состояния1в состояние2 (см.рис.). Чему равно отношение температур $\frac{T_2}{T_1}$?



№ 141.

В ходе некоторого процесса идеальный одноатомный газ получил количество теплоты, равное 900Дж. На сколько уменьшилась внутренняя энергия газа, если он совершил работу, равную 1500Дж. *Ответ запишите в джоулях.*

№ 142.

Внешние силы совершили над газом работу 60Дж, при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 40Дж. Какое количество теплоты отдал газ в этом процессе? *Ответ запишите в джоулях.*

№ 143.

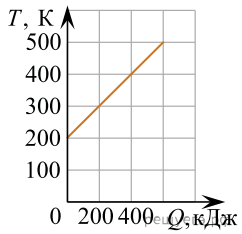
В калориметр залили три порции воды массами 200г, 300г и 500г, которые имели температуры 20°С, 40°С и 60°С соответственно. Теплообмен воды с окружающими телами пренебрежимо мал. Какой будет температура воды в калориметре после установления теплового равновесия? *Ответ дайте в градусах Цельсия.*

№ 144.

В медный калориметр массой 500г, находившийся при температуре 20°С, налили 200г воды, температура которой была равна 50°С. Через некоторое время, когда между водой и калориметром установилось тепловое равновесие, температура воды в нем оказалась равной 40°С. Какое количество теплоты было отдано водой и калориметром в окружающую среду? *Ответ запишите в джоулях.*

№ 145.

На рисунке приведена зависимость температуры твердого тела от полученного им количества теплоты. Масса тела 2кг. Какова удельная теплоемкость вещества этого тела? *Ответ запишите в джоулях на килограмм на кельвин.*

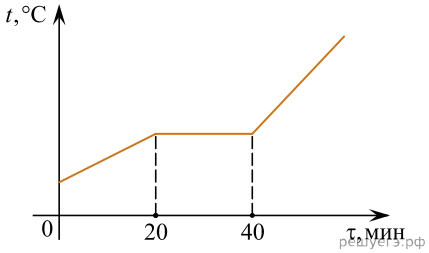


№ 146.

Температура нагревателя 227°С, температура холодильника на 200К меньше, чем у нагревателя. Чему равен максимально возможный КПД теплового двигателя, работающего с этими нагревателем и холодильником? *Ответ запишите в процентах.*

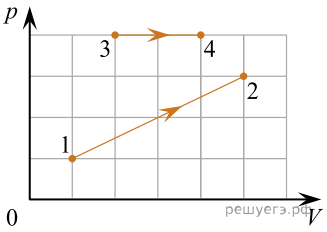
№ 147.

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



№ 148.

На pV-диаграмме показаны два процесса, проведённые с одним и тем же количеством неона. Чему равно отношение работ $\frac{A_{34}}{A_{12}}$, совершённых неоном в этих процессах?



№ 149.

Тепловая машина с КПД 40% за цикл работы отдает холодильнику 60Дж. Какое количество теплоты за цикл машина получает от нагревателя? (Ответ дайте в джоулях.)

№ 150.

Для нагревания на 72°С чугунной детали потребовалось сообщить ей некоторое количество теплоты. На сколько градусов нагреется алюминиевая деталь той же массы, если сообщить ей такое же количество теплоты?

Ответ дайте в °С.

№ 151.

Железный метеорит массой 1кг упал в холодное северное море, температура воды в котором равна 0°С. Перед попаданием в воду метеорит двигался со скоростью 2км/с и был разогрет до температуры 1000°С. Какое количество теплоты выделилось при торможении и остывании метеорита в воде? Ответ укажите в килоджоулях.

№ 152.

Для нагревания на 20°С алюминиевой детали потребовалось сообщить ей некоторое количество теплоты. На сколько градусов нагреется чугунная деталь той же массы, если сообщить ей такое же количество теплоты?

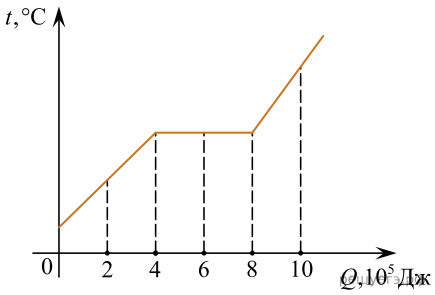
Ответ дайте в °С.

№ 153.

Какое количество теплоты необходимо для нагревания 100г свинца от 300К до 320К? Ответ дать в джоулях. (Удельная теплоемкость свинца — 130 Дж/(кг · К).)

№ 154.

На рисунке показан график изменения температуры вещества t по мере поглощения им количества теплоты Q. Масса вещества равна 2кг. Первоначально вещество было в твердом состоянии. Какова удельная теплота плавления вещества? Ответ приведите в килоджоулях на килограмм.

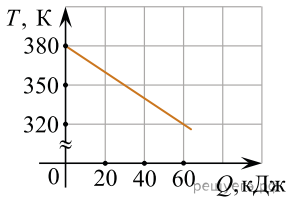


№ 155.

Чему равен максимально возможный КПД теплового двигателя, если температура его нагревателя равна500К, а температура холодильника на200К меньше, чем у нагревателя? *Ответ запишите в процентах.*

№ 156.

Твердое тело остывает. На рисунке представлен график зависимости температуры тела от отданного им количества теплоты. Удельная теплоемкость тела 500Дж/(кг·К). Чему равна масса тела? (Ответ дать в килограммах.)



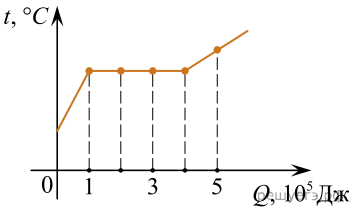
№ 157.

Тепловая машина с КПД 40% за цикл работы отдает холодильнику количество теплоты, равное 60Дж. Какое количество теплоты машина получает за цикл от нагревателя? (Ответ дайте в джоулях.)

№ 158.

На рисунке показан график изменения температуры вещества, находящегося в закрытом сосуде, по мере поглощения им количества теплоты. Масса вещества равна 0,5кг. Первоначально вещество было в жидком состоянии. Какова удельная теплота парообразования вещества?

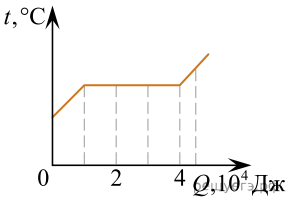
Ответ дайте в кДж/кг.



№ 159.

В сосуде находится вещество массой 4кг. График изменения температуры t вещества по мере поглощения им количества теплоты Q показан на рисунке. Первоначально вещество было в твердом состоянии. Определите удельную теплоту плавления вещества.

Ответ запишите в килоджоулях на килограмм.



№ 160.

Тепловой двигатель, работающий по циклу Карно, имеет нагреватель с температурой +127°С и холодильник с температурой +27°С. Какое количество теплоты этот двигатель отдает холодильнику за один цикл работы, если за каждый цикл он получает от нагревателя количество теплоты, равное 2кДж?

Ответ дайте в кДж.

№ 161.

Горячая жидкость медленно охлаждалась в стакане. В таблице приведены результаты измерений ее температуры с течением времени.

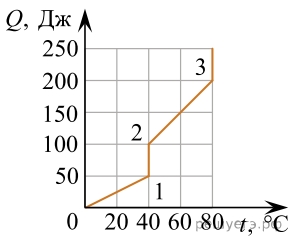
Время, мин	0	2	4	6	8	10	12	14
Температура, °С	95	88	81	80	80	80	77	72

Выберите из предложенного перечня все утверждения, которые соответствуют результатам проведенного экспериментального исследования, и укажите их номера.

1. Температура кристаллизации жидкости в данных условиях равна 80 °С.
2. Через 7мин. после начала измерений в стакане находилось вещество только в твердом состоянии.
3. Через 4мин. после начала измерений в стакане находилось вещество как в жидком, так и в твердом состоянии.
4. Через 12мин. после начала измерений в стакане находилось вещество только в жидком состоянии.
5. Через 14мин. после начала измерений в стакане находилось вещество только в твердом состоянии.

№ 162.

Образец вещества нагревают в печи. На графике представлена зависимость поглощенного этим образцом количества теплоты Q от температуры образца t.



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

В начале процесса образец находился в твердом состоянии.

1. Температура плавления вещества равна 40 °С.
2. Для того чтобы нагреть полностью расплавленное вещество до температуры кипения необходимо передать ему количество теплоты 100 Дж.
3. В состоянии 2 вещество находится в твердой фазе.
4. В процессе 2–3 внутренняя энергия вещества уменьшается.
5. В процессе 0–1 часть вещества находится в твердой фазе, а часть — в жидкой фазе.

№ 163.

В таблице показаны результаты измерения зависимости давления p некоторого постоянного количества идеального одноатомного газа от его объема V в некотором процессе. Давление приведено в атмосферах (1атм=10^5Па). Объем измерялся с точностью до сотой доли литра.

p, атм	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1
V, л	1,66	1,78	1,92	2,08	2,27

Выберите все верные утверждения на основании анализа представленной таблицы.

1. Этот процесс можно считать изотермическим.
2. Этот процесс можно считать изобарным.
3. Этот процесс можно считать изохорным.
4. Внутренняя энергия газа в этом процессе возрастает.
5. Внутренняя энергия газа в этом процессе при объеме 1,35л была примерно равна 374Дж.

№ 164.

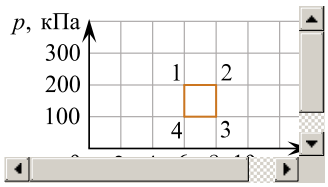
При изучении процессов, происходящих с идеальным газом, ученик занес в таблицу результаты измерения температуры и давления одного и того же количества газа в различных равновесных состояниях. Пользуясь таблицей, выберите все верные утверждения о результатах этих измерений.

№ состояния	1	2	3	4	5	6	7
p, кПа	200	180	150	100	110	150	200
t, °C	27	27	27	27	57	177	327

1. Объем газа в состоянии 4 в 2 раза больше объема газа в состоянии 1.
2. В опытах 1 — 3 объем газа был одинаковым.
3. Внутренняя энергия в опыте 7 в 2 раза больше, чем в опыте 4.
4. При переходе из состояния 5 к состоянию 7 газ отдавал тепло.
5. При переходе из состояния 1 к состоянию 2 газ совершал работу.

№ 165.

С идеальным газом происходит циклический процесс 1–2–3–4–1, pV–диаграмма которого представлена на рисунке. Максимальная температура, достигаемая газом в этом процессе, составляет 400К. На основании анализа этого циклического процесса выберите все верные утверждения.



1. Количество вещества газа, участвующего в циклическом процессе, превышает 0,5 моля.
2. Работа газа при его изобарном расширении равна 400 Дж.
3. Работа, совершенная над газом при его изобарном сжатии, равна 100 Дж.
4. На участке 2–3 газ отдает положительное количество теплоты.
5. Минимальная температура газа в циклическом процессе равна 100 К.

№ 166.

В закрытом сосуде неизменного объема при комнатной температуре находилась смесь аргона и гелия (по 1 молю каждого газа). Половину содержимого этого сосуда выпустили наружу, а затем добавили в сосуд еще 2 моля гелия. Считая газы идеальными, а их температуру постоянной, выберите из предложенного перечня все утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных исследований.

Запишите цифры, под которыми они указаны.

1. Парциальное давление аргона уменьшилось.
2. Давление смеси газов в сосуде не изменилось.
3. Концентрация гелия увеличилась.
4. В начале опыта плотности газов были одинаковые.
5. В начале опыта внутренние энергии газов были одинаковые.

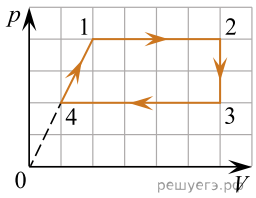
№ 167.

В сосуде с жесткими стенками находится в равновесном состоянии смесь одного моля гелия и одного моля аргона. Температуру смеси повысили. Выберите все верные утверждения.

1. Среднеквадратичные скорости молекул гелия и молекул аргона в равновесном состоянии одинаковы.
2. Средние кинетические энергии поступательного теплового движения молекул гелия и молекул аргона в равновесном состоянии одинаковы.
3. В результате повышения температуры внутренняя энергия гелия увеличилась больше, чем внутренняя энергия аргона.
4. После повышения температуры парциальное давление гелия в сосуде увеличилось.
5. После повышения температуры давление в сосуде увеличилось.

№ 168.

Один моль идеального одноатомного газа совершает циклический процесс 1–2–3–4–1, график которого показан на рисунке в координатах p–V. Из предложенного перечня выберите все верные утверждения.

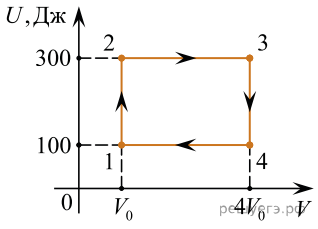


1. В процессе 1–2 газ совершает отрицательную работу.
2. В процессе 2–3 газу сообщают положительное количество теплоты.
3. В процессе 3–4 газ отдает положительное количество теплоты в окружающую среду.
4. В процессе 4–1 внутренняя энергия газа остается неизменной.
5. Работа, совершенная газом в процессе 1–2, в 1,6 раза больше работы, совершенной над газом в процессе 3–4.

№ 169.

Два моля одноатомного идеального газа участвуют в циклическом процессе, график которого изображен на UV-диаграмме (U — внутренняя энергия газа, V — его объем).

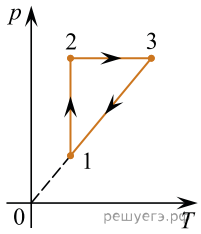
Выберите все верные утверждения на основании анализа представленного графика.



1. В процессе 1–2 газ изобарно нагревается.
2. В процессе 2–3 температура газа увеличивается.
3. В процессе 3–4 газ отдает некоторое количество теплоты.
4. В процессе 4–1 работа газа отрицательная.
5. В процессе 1–2 газ совершает работу 200 Дж.

№ 170.

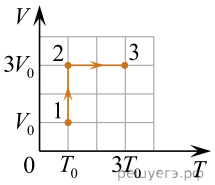
В результате эксперимента по изучению циклического процесса, проводившегося с некоторым постоянным количеством одноатомного газа, который в условиях опыта можно было считать идеальным, получилась зависимость давления p от температуры T, показанная на графике. Выберите все утверждения, соответствующие результатам этого эксперимента, и запишите в таблицу цифры, под которыми указаны эти утверждения.



1. В процессе 1–2 газ совершал положительную работу.
2. В процессе 2–3 газ совершал положительную работу.
3. В процессе 3–1 газ совершал отрицательную работу.
4. Изменение внутренней энергии газа на участке 1–2 было больше изменения внутренней энергии газа на участке 2–3.
5. В процессе 3–1 работа не совершалась.

№ 171.

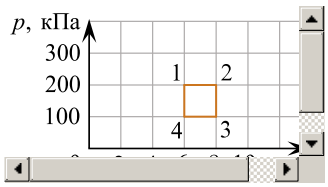
В лаборатории изучали процессы, происходящие с газом. График зависимости объёма V постоянной массы газа от его абсолютной температуры T приведён на рисунке. Считая газ идеальным, выберите все верные утверждения.



1) На участке 1–2 внутренняя энергия газа увеличивалась.
2) На участке 2–3 газ совершал работу.
3) Давление газа в состоянии 2 меньше давления газа в состоянии 1.
4) На участке 2–3 газ получал положительное количество теплоты.
5) В состояниях 1 и 3 давление газа одинаково.

№ 172.

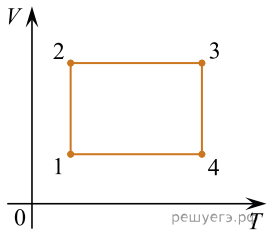
С постоянной массой идеального одноатомного газа происходит циклический процесс 1–2–3–4–1. p–V-диаграмма которого представлена на рисунке. Максимальная температура газа в этом процессе составляет 400 К. На основании анализа этого циклического процесса выберите все верные утверждения.



1. Работа, совершенная газом при его изобарическом расширении, равна 200 Дж.
2. Количество вещества газа, участвующего в циклическом процессе, больше 0,45 моль.
3. Работа, совершенная над газом при его изобарическом сжатии, равна 200 Дж.
4. Изменение внутренней энергии газа в процессе 1–2–3–4–1 равно нулю.
5. Количество теплоты, переданное газу при изохорическом нагревании, равно 400 Дж.

№ 173.

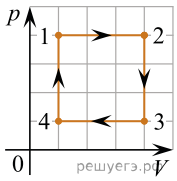
На VT-диаграмме изображен циклический процесс.
Выберите все верные утверждения.



1. На участке 1–2 внутренняя энергия газа увеличивается.
2. На участке 2–3 газ совершает положительную работу.
3. На участке 3–4 давление газа увеличивается.
4. На участке 2–3 газу сообщили некоторое количество теплоты.
5. Внутренняя энергия газа в состоянии 1 больше, чем внутренняя энергия газа в состоянии 3.

№ 174.

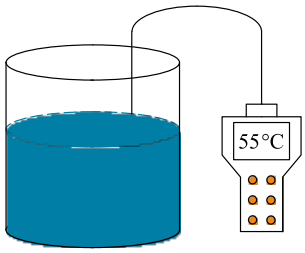
Один моль идеального одноатомного газа совершает циклический процесс 1–2–3–4–1, график которого показан на рисунке в координатах p–V. Из предложенного перечня выберите все верные утверждения и укажите их номера.



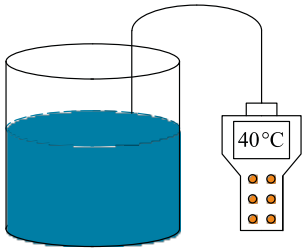
1. В процессе 1–2 внутренняя энергия газа увеличивается.
2. В процессе 2–3 газ совершает положительную работу.
3. В процессе 3–4 газ отдает некоторое количество теплоты.
4. В процессе 4–1 температура газа увеличивается в 4 раза.
5. Работа, совершенная газом в процессе 1–2, в 3 раза больше работы, совершенной над газом в процессе 3–4.

№ 175.

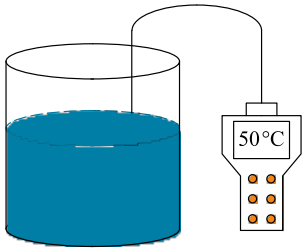
Ученик в три калориметра одинакового объема с холодной водой опускал нагретые бруски одинаковой массы, изготовленные из стали, меди и алюминия (см.рис.). Начальная температура всех брусков одинакова и больше температуры воды. Начальная температура воды во всех калориметрах одинакова.



1 – алюминий решуегэ.рф



2 – медь решуегэ.рф



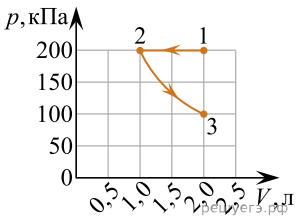
3 – сталь решуегэ.рф

Выберите из предложенного перечня все утверждения, соответствующих результатам опыта, и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

1. Наименьшей теплоемкостью обладает алюминий.
2. Наименьшей теплоемкостью обладает медь.
3. Температура системы после установления равновесия определяется теплоемкостью погружаемого тела.
4. Температура системы после установления равновесия зависит от начальной температуры воды.
5. Теплоемкость воды больше теплоемкости алюминия.

№ 176.

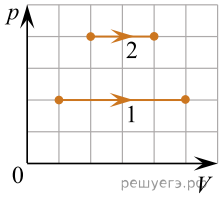
На рисунке приведён график процесса 1–2–3, проводимого с постоянной массой идеального газа (p — давление газа, V — его объём). Используя данные графика, выберите из предложенного перечня все верные утверждения о процессах, происходящих с газом, и укажите их номера.



1) В состояниях 2 и 3 внутренняя энергия газа одинаковая.
2) В процессе 1–2 внутренняя энергия газа увеличивается.
3) В процессе 1–2 газ совершает положительную работу.
4) Абсолютная температура газа в состоянии 1 больше абсолютной температуры в состоянии 3 в два раза.
5) В процессе 2–3 газ получает положительное количество теплоты.

№ 177.

На рисунке показаны два процесса, проведенных с одним и тем же количеством газообразного неона (p — давление неона; V — его объем). Из приведенного ниже списка выберите все верные утверждения, характеризующие процессы на рисунке.

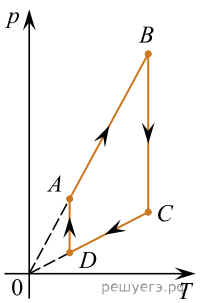


1. В процессе 2 абсолютная температура неона изобарно увеличилась в 2 раза.
2. В процессе 1 плотность неона увеличилась в 5 раз.
3. Работа, совершенная неоном, в обоих процессах одинакова.
4. В процессе 1 объем неона изобарно увеличился в 4 раза.
5. В процессе 2 концентрация молекул неона увеличилась в 2 раза.

№ 178.

На рисунке показан график циклического процесса, проведенного с одноатомным идеальным газом, в координатах p–T, где p — давление газа, T — абсолютная температура газа. Количество вещества газа постоянно.

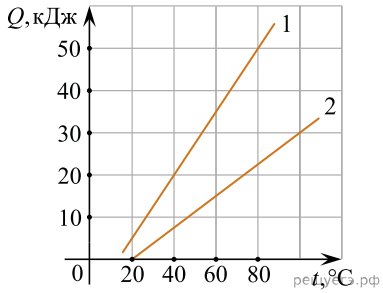
Из приведенного ниже списка выберите все правильные утверждения, характеризующих процессы на графике, и укажите их номера.



1. Газ за цикл совершает положительную работу.
2. В процессе AB газ получает положительное количество теплоты.
3. В процессе BC внутренняя энергия газа уменьшается.
4. В процессе CD над газом совершают работу внешние силы.
5. В процессе DA газ изотермически расширяется.

№ 179.

На графике представлены результаты измерения количества теплоты Q, затраченного на нагревание 1кг вещества1 и 1кг вещества2, при различных значениях температуры t этих веществ.

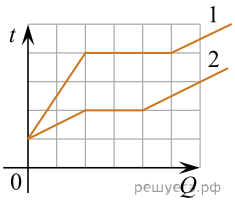


Выберите все утверждения, соответствующие результатам этих измерений.

1. Теплоемкости двух веществ одинаковы.
2. Теплоемкость первого вещества больше теплоемкости второго вещества.
3. Для изменения температуры 1кг вещества1 на 20° необходимо количество теплоты 6000 Дж.
4. Для изменения температуры 1кг вещества2 на 10° необходимо количество теплоты 3750 Дж.
5. Начальные температуры обоих веществ равны 0°С.

№ 180.

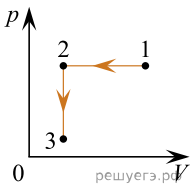
На рисунке представлены графики зависимости температуры t двух тел одинаковой массы от сообщенного количества теплоты Q. Первоначально тела находились в твердом агрегатном состоянии. Используя данные графиков, выберите из предложенного перечня все верные утверждения и укажите их номера.



1. Температура плавления первого тела в 2 раза больше, чем у второго.
2. Тела имеют одинаковую удельную теплоемкость в твердом агрегатном состоянии.
3. Удельная теплоемкость второго тела в твердом агрегатном состоянии в 3 раза больше, чем у первого.
4. Оба тела имеют одинаковую удельную теплоту плавления.
5. Тела имеют одинаковую удельную теплоемкость в жидком агрегатном состоянии.

№ 181.

Одинмоль одноатомного идеального газа участвует в процессе 1–2–3, график которого изображен на рисунке в координатах $p-V$, где p — давление газа, V — объем газа. Как изменяются абсолютная температура газа T в ходе процесса 1–2 и концентрация молекул газа n в ходе процесса 2–3? Масса газа остаётся постоянной.



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.

Абсолютная температура газа в ходе процесса 1–2	Концентрация молекул газа в ходе процесса 2–3

№ 182.

Температура нагревателя идеального теплового двигателя, работающего по циклу Карно, равна T_1, а температура холодильника равна T_2. За цикл двигатель совершает работу, равную A. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) количество теплоты, отдаваемое двигателем за цикл холодильнику
Б) КПД двигателя

ФОРМУЛЫ

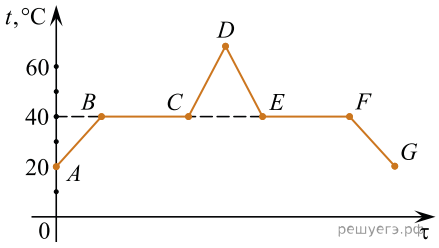
1) $\frac{T_1 - T_2}{T_2}$
2) $1 - \frac{T_2}{T_1}$
3) $\frac{AT_1}{T_1 - T_2}$
4) $\frac{AT_2}{T_1 - T_2}$

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

А	Б

№ 183.

В начальный момент в сосуде под легким поршнем находится только жидкий эфир. На рисунке показан график зависимости температуры t эфира от времени τ его нагревания и последующего охлаждения. Установите соответствие между процессами, происходящими с эфиром, и участками графика.



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

ПРОЦЕССЫ

А) Нагревание паров эфира
Б) Конденсация эфира

УЧАСТКИ ГРАФИКА

1) BC
2) CD
3) DE
4) EF

А	Б

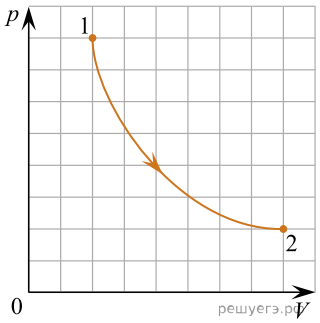
№ 184.

На рисунках *А* и *Б* приведены графики двух процессов: 1–2 (гипербола) и 3–4, в каждом из которых участвует 1 моль разреженного гелия. Графики построены в координатах *p–V* и *V–t*, где *p* — давление, *V* — объем и *T* — абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображенные на графиках процессы.

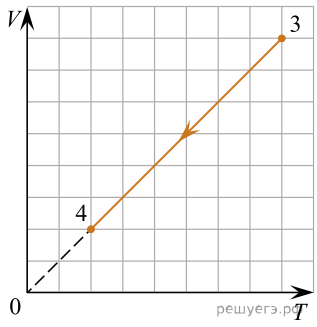
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)



Б)



УТВЕРЖДЕНИЯ

1. Газ получает положительное количество теплоты и совершает положительную работу.
2. Газ получает положительное количество теплоты при это его внутренняя энергия увеличивается.
3. Над газом совершают положительную работу, при этом его внутренняя энергия увеличивается.
4. Над газом совершают положительную работу, при этом газ отдает положительное количество теплоты.

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

А	Б

№ 185.

В сосуде находятся смесь воды и льда при температуре 0°С. Системе сообщили некоторое количество теплоты, и часть льда растаяла. Как в результате изменились внутренняя энергия льда и внутренняя энергия жидкой воды?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

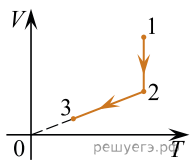
1. Увеличилась.
2. Уменьшилась.
3. Не изменилась.

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

Внутренняя энергия льда	Внутренняя энергия жидкой воды

№ 186.

Один моль одноатомного идеального газа участвует в процессе 1–2–3, график которого изображен на VT-диаграмме. Как изменяются плотность газа в процессе 1–2 и давление газа в процессе 2–3?



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.

Плотность в процессе 1–2	Давление в процессе 2–3

№ 187.

Установите соответствие между физическими процессами в идеальном газе неизменной массы и формулами, которыми эти процессы можно описать (N — число частиц, p — давление, V — объем, T — абсолютная температура). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ

А) Изобарный процесс при $N = const$
Б) Изохорный процесс при $N = const$

ФОРМУЛЫ

1) $\frac{p}{T} = const$

2) $\frac{V}{T} = const$

3) $pV = const$

4) $Q = 0$

А	Б

№ 188.

Один моль идеального газа используется в качестве рабочего тела идеальной тепловой машины, работающей по циклу Карно. Количество идеального газа увеличивают вдвое, а температуры нагревателя и холодильника оставляют прежними.

Определите, как в результате этого изменятся КПД тепловой машины и работа, совершаемая газом при адиабатическом расширении.

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.

КПД тепловой машины	Работа, совершаемая газом при адиабатическом расширении

№ 189.

Плотность водяного пара в воздухе при температуре T равна ρ. Плотность насыщенного водяного пара при этой температуре равна $\rho_н$. Молярная масса воды $\mu_{воды}$=18г/моль, а сухого воздуха $\mu_{возд.}$=29г/моль. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно определить. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

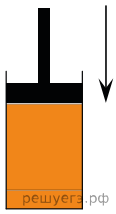
А) относительная влажность воздуха при температуре T
Б) парциальное давление водяного пара при температуре T

ФОРМУЛА

1) $\frac{\rho RT}{\mu_{воды}}$
2) $\frac{\rho_н RT}{\mu_{возд.}}$
3) $\rho/\rho_н$
4) $\rho_н/\rho$

№ 190.

В цилиндре под поршнем находятся жидкость и ее насыщенный пар (см.рис.). Как будут изменяться давление пара и масса жидкости при небольшом медленном перемещении поршня вниз при постоянной температуре?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

1. Увеличилась.
2. Уменьшилась.
3. Не изменилась.

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

Давление пара	Масса жидкости

№ 191.

В сосуде находится идеальный одноатомный газ, масса одной молекулы которого равна m_0. Концентрация газа равна n, а абсолютная температура равна T. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (k — постоянная Больцмана). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

А) давление газа
Б) среднеквадратичная скорость молекул газа

УТВЕРЖДЕНИЕ

1) $\sqrt{\frac{3kT}{2m_0}}$
2) nkT
3) $\frac{1}{3}nkT$
4) $\sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$

А	Б

№ 192.

В сосуде неизменного объёма находилось при комнатной температуре смесь двух идеальных газов, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавил в сосуд 1 моль второго газа. Температура в сосуде поддерживалась неизменной. Как изменились в результате парциальное давление второго газа второго газа и суммарное давление смеси газов?

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.

Парциальное давление второго газа	Суммарное давление смеси газов

№ 193.

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

Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения.

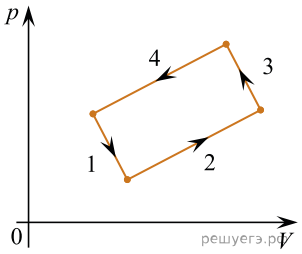
1. Увеличилась.
2. Уменьшилась.
3. Не изменилась.

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

КПД тепловой машины	Работа газа за цикл

№ 194.

На рисунке изображена диаграмма четырех последовательных изменений состояния 2моль идеального газа. Какие процессы связаны с наименьшим положительным значением работы газа и наибольшим положительным значением работы внешних сил?



Установите соответствие между такими процессами и номерами процессов на диаграмме. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ

А) Работа газа положительна и минимальна
Б) Работа внешних сил положительна и максимальна

НОМЕРА ПРОЦЕССОВ

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

А	Б

№ 195.

В закрытом сосуде под подвижным поршнем находятся влажный воздух и немного воды. Перемещая поршень, объем сосуда медленно увеличивают при постоянной температуре. Как изменяются в этом процессе относительная влажность воздуха и концентрация пара? Известно, что в конечном состоянии в сосуде остается вода.

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.

Относительная влажность воздуха	Концентрация пара

№ 196.

Температура нагревателя идеального теплового двигателя, работающего по циклу Карно, равна T_1, а коэффициент полезного действия этого двигателя равен η. За цикл рабочее тело двигателя получает от нагревателя количество теплоты Q_1. 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.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) количество теплоты, отдаваемое рабочим телом двигателя холодильнику за цикл
Б) температура холодильника

ФОРМУЛЫ

1) $\frac{T_1}{1-\eta}$
2) $T_1(1-\eta)$
3) $Q_1(1-\eta)$
4) $Q_1\eta$

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

А	Б

№ 197.

В сосуде находится идеальный одноатомный газ, давление которого равно p. Средняя кинетическая энергия поступательного теплового движения молекул этого газа равна $\overline{E}_{к}$. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (k — постоянная Больцмана). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

А) концентрация молекул газа n
Б) температура T

УТВЕРЖДЕНИЕ

1) $\frac{2p}{3\overline{E}_{к}}$
2) $\frac{3p}{2\overline{E}_{к}}$
3) $\frac{3\overline{E}_{к}}{k}$
4) $\frac{2\overline{E}_{к}}{3k}$

А	Б

№ 198.

Количество теплоты, полученное рабочим телом идеальной тепловой машины Карно от нагревателя за цикл, увеличили. Количество теплоты, отданное рабочим телом холодильнику за цикл, не изменилось. Температура холодильника осталась прежней. Как изменились при этом КПД тепловой машины и работа тепловой машины за цикл?

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.

КПД тепловой машины	Работа тепловой машины за цикл

№ 199.

Тело *А*, имеющее температуру T_1, привели в тепловой контакт с телом *Б*, имеющим температуру $T_2 > T_1$. Тела обмениваются тепловой энергией только друг с другом, фазовых превращений не происходит. Как в результате установления теплового равновесия изменятся следующие физические величины: температура тела *А*, суммарная внутренняя энергия тел *А* и *Б*?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

1. Увеличится.
2. Уменьшится.
3. Не изменится.

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

Температура тела *А*	Суммарная внутренняя энергия тел *А* и *Б*

№ 200.

В ходе адиабатного процесса внутренняя энергия идеального газа уменьшается. Как изменяются в этом процессе объем газа и его температура?

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.

Объем газа	Температура газа

№ 201.

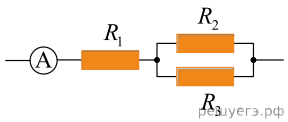
Через проводник постоянного сечения течет постоянный ток силой 1нА. Сколько электронов в среднем проходит через поперечное сечение этого проводника за 0,72мкс?

№ 202.

Медный цилиндрический проводник длиной l подключили к источнику постоянного напряжения. При этом сила тока, текущего через проводник, равна0,6А.Найдите силу тока, который будет течь через этот проводник, если последовательно присоединить к нему медный цилиндрический проводник длиной$2\,l$ того же сечения и подключить их к тому же источнику напряжения.

Ответ дайте в амперах.

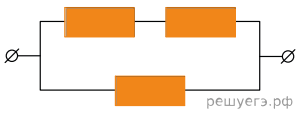
№ 203.



На рисунке изображена схема участка электрической цепи, состоящего из трех одинаковых резисторов и идеального амперметра, который показывает силу тока 2А.

Найдите отношение мощности, выделяемой в сопротивлении R_1 к мощности, выделяемой в сопротивлении R_3.

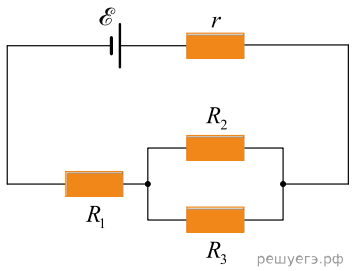
№ 204.



На участке цепи, изображенном на рисунке, сопротивление каждого из резисторов равно 210м. Чему равно полное сопротивление участка?

№ 205.

Источник тока имеет ЭДС $\mathscr{E} = 6$ В, внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом, $R_1 = 1$ Ом, $R_2 = R_3 = 2$ Ом. Какой силы ток течет через источник? (Ответ дайте в амперах.)



№ 206.

Во сколько раз увеличатся силы электростатического взаимодействия двух точечных зарядов, если расстояние между ними увеличить в2раза, а каждый заряд увеличить в4раза?

Ответ: в ____ раз(а).

№ 207.

Сколько электронов проходит за 10минут через поперечное сечение цилиндрического проводника, по которому течет постоянный электрический ток силой 2А? *Ответ поделите на 10^{20} и округлите до целого числа.*

№ 208.

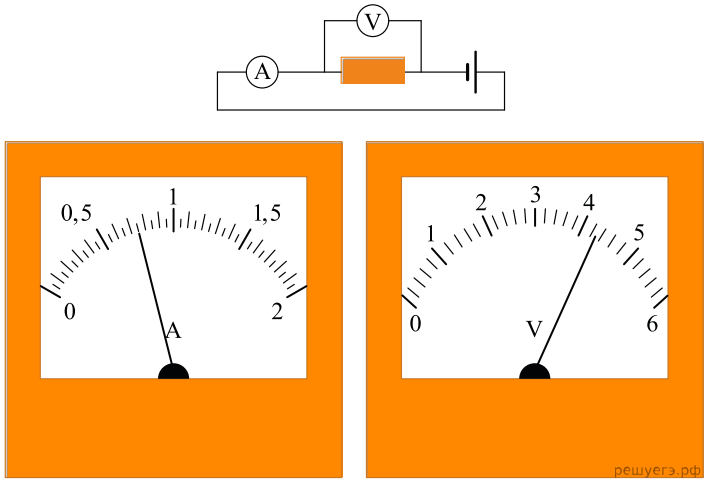
Сила тока в проводнике постоянна и равна 0,5А.Какой заряд пройдет по проводнику за 20минут? (Ответ дайте в кулонах.)

№ 209.

Расстояние между двумя точечными электрическими зарядами уменьшили в 2раза, и один из зарядов увеличили в 2раза. Во сколько раз увеличился модуль сил взаимодействия между зарядами?

№ 210.

На рисунке приведена фотография электрической цепи, собранной учеником для исследования зависимости силы тока, проходящего через резистор, от напряжения на нем. Какое напряжение должно быть на резисторе, чтобы через него протекал ток силой 1 А? (Ответ дайте в вольтах с точностью до десятых.)

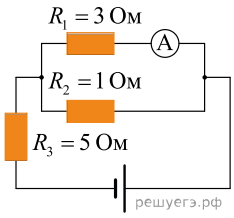


№ 211.

В цепи, изображенной на рисунке, амперметр показывает 1 А. Найдите напряжение на R_2.

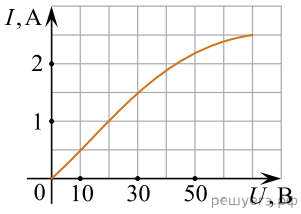
Амперметр считать идеальным.

Ответ дайте в В.



№ 212.

На рисунке показан график зависимости силы тока в лампе накаливания от напряжения на ее клеммах. Какова мощность тока в лампе при напряжении 30 В? (Ответ дайте в ваттах.)

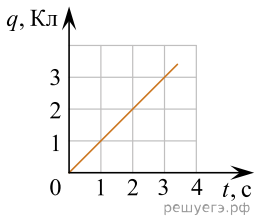


№ 213.

Лампа накаливания подключена к источнику напряжения. После увеличения напряжения на лампе в 3раза выделяющаяся в ней мощность возросла в 6раз. Во сколько раз при этом увеличилось сопротивление спирали лампы? Ответ округлите до десятых долей.

№ 214.

По проводнику течёт постоянный электрический ток. Заряд, прошедший через поперечное сечение проводника, растёт с течением времени согласно представленному графику (см.рисунок). Определите силу тока в проводнике. *Ответ дайте в амперах.*



№ 215.

Два маленьких одинаковых металлических шарика, имеющие заряды 4мкКл и 6мкКл, взаимодействуют в вакууме с силой 0,24Н.Какой будет сила взаимодействия между этими шариками, если их привести в соприкосновение, а потом разнести на прежнее расстояние друг от друга?

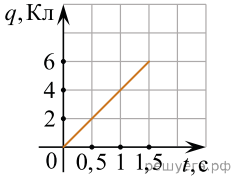
Ответ запишите в Ньютонах.

№ 216.

К батарее с ЭДС, равной6В, и внутренним сопротивлением0,50м подключили резистор с сопротивлением23,50м. Чему равна сила тока в полученной электрической цепи? *Ответ запишите в амперах.*

№ 217.

По проводнику течет постоянный электрический ток. Величина заряда, прошедшего через проводник, возрастает с течением времени согласно графику. Какова сила тока в проводнике? (Ответ дайте в амперах.)

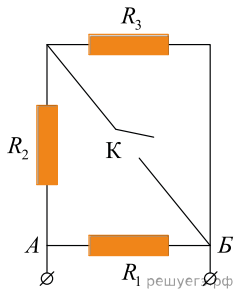


№ 218.

Два последовательно соединенных резистора сопротивлениями 4Ом и 8Ом подключены к аккумулятору, напряжение на клеммах которого равно 24В.Какая тепловая мощность выделяется в резисторе большего номинала?

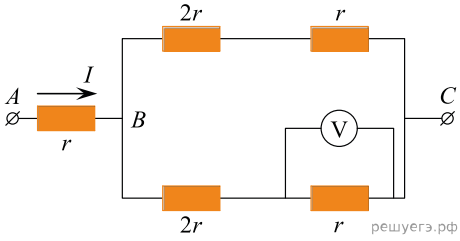
№ 219.

В начальный момент времени ключ *K* замкнут, сопротивления всех резисторов равны $R_1 = R_2 = R_3 = R$=6Ом. На сколько увеличится сопротивление на участке *АБ*, если ключ *K* разомкнуть?



№ 220.

На рисунке показана схема участка электрической цепи. По участку *АВ* течет постоянный ток $I = 6$А.Какое напряжение показывает идеальный вольтметр, если сопротивление $r = 1$Ом? (Ответ дайте в вольтах.)



№ 221.

Энергия магнитного поля катушки с током равна 0,64Дж. Индуктивность катушки равна 20мГн. Какова сила тока в катушке? *Ответ выразите в амперах.*

№ 222.

В катушке индуктивностью 7мГн протекает ток силой 3А.Какой магнитный поток пронизывает катушку? Ответ дайте в веберах.

№ 223.

Индуктивность витка тонкой проволоки равна 4мГн. При какой силе тока в этом витке магнитный поток через поверхность, ограниченную витком, равен 24мВб?
Ответ дайте в А.

№ 224.

Чему равен модуль ЭДС самоиндукции, возникающий в катушке индуктивностью $L = 0{,}6$ Гн, при равномерном изменении силы тока от 5 до 10А за 0,1с? *Ответ запишите в вольтах.*

№ 225.

Проволочная рамка вращается в постоянном однородном магнитном поле вокруг оси, перпендикулярной вектору магнитной индукции. Ось вращения лежит в плоскости рамки. Магнитный поток, пронизывающий поверхность, которая ограничена рамкой, изменяется по закону $\Phi = 4 \cdot 10^{-7} \cos(100\pi t)$, где все величины выражены в СИ. Модуль вектора магнитной индукции равен2мТл. Определите площадь рамки. *Ответ запишите в сантиметрах квадратных.*

№ 226.

За время $\Delta t = 4$ с магнитный поток через площадку, ограниченную проволочной рамкой, равномерно уменьшается от некоторого значения Ф до нуля. При этом в рамке генерируется ЭДС, равная 8мВ. Определите начальный магнитный поток Φ через рамку. *Ответ запишите в милливеберах.*

№ 227.

Прямолинейный проводник длиной l, по которому течет ток I, помещен в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции B. Во сколько раз увеличится сила Ампера, действующая на проводник, если его длину увеличить в 4раза, а модуль индукции магнитного поля уменьшить в 2раза? Сила тока и расположение проводника в магнитном поле остаются неизменными.

№ 228.

Прямолинейный проводник длиной 50см расположен в однородном магнитном поле под углом 30° к направлению вектора магнитной индукции, модуль которой равен 0,4Тл. Чему равен модуль силы Ампера, действующей на этот проводник, если сила тока в нём равна 0,2А? *Ответ запишите в миллиньютонах.*

№ 229.

Две частицы с зарядами $q_1 = 2q$ и $q_2 = q$ влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции со скоростями $\upsilon_1 = \upsilon$ и $\upsilon_2 = 2\upsilon$ соответственно. Определите отношение модулей сил $F_1 : F_2$, действующих на них со стороны магнитного поля.

№ 230.

Два прямолинейных проводника помещены в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции B. Длина первого проводника равна L, второго $0{,}5L$, по ним протекают токи I и $2I$ соответственно. Чему равно отношение $\frac{F_2}{F_1}$ модулей сил Ампера, действующих на данные проводники?

№ 231.

За Δt=4с магнитный поток через площадку, ограниченную проволочной рамкой, равномерно уменьшается от некоторого значения Φ до нуля. При этом в рамке генерируется ЭДС, равная 6мВ. Определите начальный магнитный поток Φ через рамку. *Ответ запишите в милливеберах.*

№ 232.

При силе тока в проводнике 20А на участок прямого проводника длиной 50см в однородном магнитном поле действует сила Ампера 12Н.Вектор индукции магнитного поля направлен под углом 37° к проводнику $(\sin 37^\circ \approx 0{,}6, \quad \cos 37^\circ \approx 0{,}8)$. Определите модуль индукции магнитного поля. Ответ выразите в теслах и округлите до целого числа.

№ 233.

Электрон движется по окружности в однородном магнитном поле. Во сколько раз уменьшится модуль ускорения электрона, если уменьшить в 4раза его кинетическую энергию и во столько же раз уменьшить модуль индукции магнитного поля?

№ 234.

Проволочная рамка площадью 10^{-3} м^2 вращается в однородном магнитном поле вокруг оси, перпендикулярной вектору магнитной индукции. Магнитный поток, пронизывающий площадь рамки, изменяется по закону $\Phi = 2 \cdot 10^{-7} \cos 2\pi t$, где все величины выражены вСИ. Чему равен модуль магнитной индукции? *Ответ запишите в миллитеслах.*

№ 235.

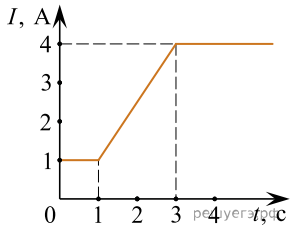
Кольцо, изготовленное из тонкой медной проволоки постоянного сечения, находится в однородном магнитном поле $\vec{B}$, линии индукции которого перпендикулярны плоскости кольца. Модуль индукции магнитного поля равномерно уменьшают до нулевого значения. Во сколько раз увеличится $\mathscr{E}$ индукции, если проводить этот же эксперимент с кольцом вдвое большего радиуса, не изменяя другие условия опыта?

№ 236.

По проволочной катушке протекает постоянный электрический ток силой 2А.При этом поток вектора магнитной индукции через контур, ограниченный витками катушки, равен 4мВб. Электрический ток какой силы должен протекать по катушке для того, чтобы поток вектора магнитной индукции через указанный контур был равен 6мВб? *Ответ запишите в амперах.*

№ 237.

К цепи, сила тока в которой меняется со временем согласно графику, подключена катушка индуктивностью L=2мГн. Найдите модуль ЭДС самоиндукции в момент времени t=2с. *Ответ запишите в милливольтах.*



№ 238.

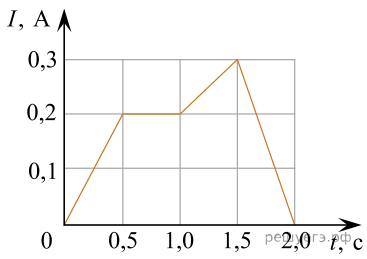
За $\Delta t = 5$ с магнитный поток, пронизывающий проволочную рамку, равномерно уменьшается от 30мВб до нуля. Определите ЭДС, которая генерируется при этом в рамке. *Ответ запишите в милливольтах.*

№ 239.

По прямолинейному проводнику длиной 20см течет постоянный электрический ток силой 0,5А.Проводник расположен в однородном магнитном поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. Чему равен модуль индукции магнитного поля, если на проводник действует сила Ампера, равная 10мН? *Ответ запишите в теслах.*

№ 240.

На рисунке приведён график зависимости силы электрического тока I от времени t в катушке, индуктивность которой0,3Гн. Определите модуль ЭДС самоиндукции в интервале времени от1,5с до2с. *Ответ запишите в вольтах.*



№ 241.

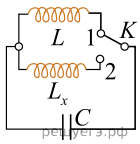
Колебательный контур состоит из катушки индуктивности и батареи конденсаторов. В состав батареи входят четыре одинаковых конденсатора, соединенных параллельно. Круговая частота ω свободных электромагнитных колебаний, которые могут происходить в этом контуре, равна 2500$с^{-1}$. По разным причинам три конденсатора из четырех вышли из строя. На сколько изменилась круговая частота свободных электромагнитных колебаний в контуре?

№ 242.

В идеальном колебательном контуре заряд q конденсатора емкостью 25пФ изменяется с течением времени t по закону $q = 10^{-5}\cos(10^6 \cdot t)$ (в этой формуле все величины заданы в СИ). Какую максимальную энергию запасает катушка контура в процессе таких колебаний?

№ 243.

При переводе ключа K из положения1в положение2 (см.рис.) период собственных электромагнитных колебаний в идеальном колебательном контуре увеличился в 1,5раза. Во сколько раз индуктивность L_x катушки в колебательном контуре больше L?



решуегэ.рф

№ 244.

Колебания напряжения на конденсаторе в цепи переменного тока описываются уравнением $U = 40\cos(500t)$, где все величины выражены в СИ. Емкость конденсатора равна $C = 6$ мкФ. Найдите амплитуду силы тока. (Ответ дать в амперах.)

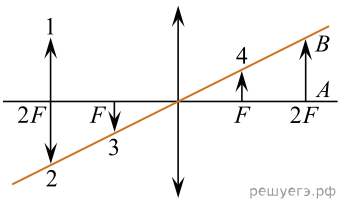
№ 245.

В идеальном колебательном контуре, состоящем из плоского конденсатора и катушки индуктивности, происходят электромагнитные колебания с периодом 2мс. Каким будет период колебаний в этом контуре, если увеличить расстояние между пластинами конденсатора в 4раза?

Ответ дайте в миллисекундах.

№ 246.

Какой из образов1–4 служит изображением предмета *АБ* в тонкой линзе с фокусным расстоянием *F*?



решуегэ.рф

№ 247.

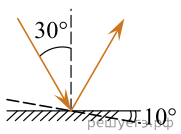
Колебательный контур состоит из катушки индуктивности и конденсатора. В нем наблюдаются гармонические электромагнитные колебания с периодом T=5мс. В начальный момент времени заряд конденсатора максимален и равен $4 \cdot 10^{-6}$ Кл. Каков будет заряд конденсатора через t = 2,5мс? (Ответ дать в мкКл.)

№ 248.

Луч света падает на плоское зеркало. Угол отражения равен 12°. Сколько градусов угол между падающим лучом и зеркалом?

№ 249.

Угол падения света на горизонтальное плоское зеркало равен $30°$. Чему будет равен угол отражения света, если повернуть зеркало на $10°$ так, как показано на рисунке? *Ответ дайте в градусах.*



№ 250.

Чему равен синус предельного угла полного внутреннего отражения при переходе света из вещества с $n = 1{,}5$ в вещество с $n = 1{,}2$?

№ 251.

В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями $L_1 = 1$ мкГн и $L_2 = 2$ мкГн, а также два конденсатора, емкости которых $C_1 = 30$ пФ и $C_2 = 40$ пФ. С какой наименьшей собственной частотой ν можно составить колебательный контур из двух элементов этого набора? (Ответ выразите в мегагерцах и округлите до целого числа.)

№ 252.

Небольшая лампочка находится на расстоянии 80см от плоского зеркала. Лампочку отодвинули дальше от зеркала на 20см. Каким станет расстояние между лампочкой и ее изображением в зеркале?

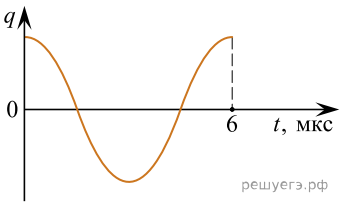
Ответ дайте в м.

№ 253.

На шахматной доске на расстоянии двух клеток от вертикального плоского зеркала стоит конь. На сколько увеличится расстояние в клетках между конём и его изображением, если его на три клетки отодвинуть от зеркала?

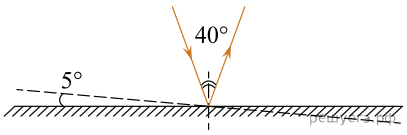
№ 254.

На рисунке приведен график гармонических колебаний заряда в колебательном контуре. Если конденсатор в этом контуре заменить на другой, электроемкость которого в 9раз меньше, то каков будет период колебаний? *Ответ запишите в микросекундах.*



№ 255.

Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим и отражённым лучами равен40°. Каким будет угол между отражённым лучом и плоскостью зеркала, если повернуть зеркало на5° так, как показано на рисунке?



№ 256.

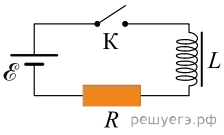
Луч света падает на плоское зеркало. Угол падения равен15°. Определите угол между падающим и отраженным лучами. *Ответ запишите в градусах.*

№ 257.

Угол падения луча света на зеркальную поверхность равен20°. Каков угол между падающем и отраженным лучом? *Ответ запишите в градусах.*

№ 258.

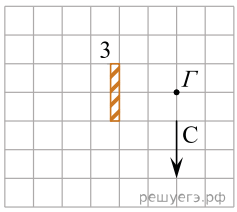
Катушка индуктивности подключена к источнику тока с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением через резистор $R = 40$ Ом (см.рис.). В момент t=0ключ K замыкают. Значения силы тока в цепи, измеренные в последовательные моменты времени с точностью ±0,01А, представлены в таблице. Чему равна ЭДС самоиндукции катушки в момент времени $t = 2{,}0$ с? (Ответ дайте в вольтах.)



t, с	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
I, А	0	0,12	0,19	0,23	0,26	0,29	0,29	0,30	0,30

№ 259.

В плоском зеркалеЗ наблюдается изображение стрелки *С*. глаз находится в точке *Г*. На сколько клеток нужно сместить глаз по горизонтали. чтобы полностью увидеть изображение стрелки? (Смещение считайте положительным при движении вправо и отрицательным при движении влево.)

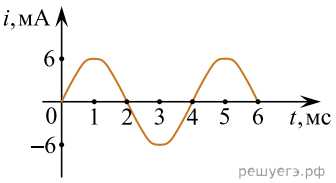


№ 260.

Точечный источник света находится перед плоским зеркалом на расстоянии 0.8м от него. На сколько изменится расстояние между источниками и его изображением. если отодвинуть его от источника на 0.2м? *Ответ запишите в метрах.*

№ 261.

На рисунке приведен график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре. образованном конденсатором и катушкой. индуктивность которой равна 0.3Гн. Из приведенного ниже списка выберите все правильные утверждения и укажите их номера.



1. Период электромагнитных колебаний равен 5мс.
2. Максимальное значение энергии электрического поля конденсатора равно 0.9мкДж.
3. В момент времени 3мс заряд конденсатора равен нулю.
4. В момент времени 4мс энергия магнитного поля катушки достигает своего минимума.
5. За первые 6мс энергия магнитного поля катушки достигла своего максимума 2раза.

№ 262.

При изучении законов геометрической оптики ученик расположил небольшой предмет на расстоянии 50см от тонкой собирающей линзы. Оптическая сила линзы равна 2,5дптр. После этого он стал перемещать предмет вдоль главной оптической оси линзы.

Выберите все верные утверждения о результатах этого опыта. В ответе укажите их номера.

1. Первоначально изображение предмета находилось на расстоянии 2м от линзы.
2. Первоначальное изображение предмета получилось мнимым и увеличенным.
3. При перемещении предмета на 20см ближе к линзе изображение предмета стало уменьшенным.
4. Фокусное расстояние линзы равно 40см.
5. При перемещении предмета на 30см дальше от линзы размер изображения предмета стал равен размеру самого предмета.

№ 263.

Две параллельные металлические пластины больших размеров расположены на расстоянии d друг от друга и подключены к источнику постоянного напряжения (рис.1). Пластины закрепили на изолирующих подставках и спустя длительное время отключили от источника (рис. 2).

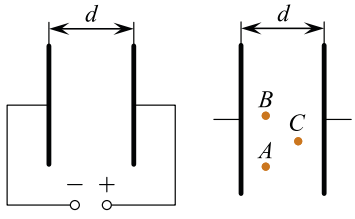


Рис. 1

Рис. 2

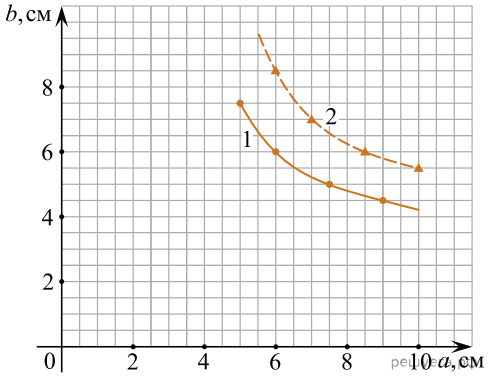
решуегэ.рф

Из приведенного ниже списка выберите все правильные утверждения.

1. Напряженность электрического поля в точке A больше, чем в точке B.
2. Потенциал электрического поля в точке A больше, чем в точке C.
3. Если увеличить расстояние между пластинами d, то напряженность электрического поля в точке C не изменится.
4. Если уменьшить расстояние между пластинами d, то заряд правой пластины не изменится.
5. Если пластины полностью погрузить в керосин, то энергия электрического поля конденсатора останется неизменной.

№ 264.

Небольшой предмет располагают на расстоянии a от тонкой собирающей линзы и получают с ее помощью изображение этого предмета, расположенное на расстоянии b от линзы. На рисунке изображены графики зависимостей b от a для двух тонких собирающих линз 1 и 2.



Выберите все верные утверждения на основании анализа представленных графиков.

1. Фокусное расстояние линзы 1 равно 3 см.
2. Фокусное расстояние линзы 1 больше фокусного расстояния линзы 2 на 1,5 см.
3. Оптическая сила линзы 1 больше оптической силы линзы 2.
4. Если предмет расположен на расстоянии 5 см от линзы 1, то изображение этого предмета будет увеличено в 2 раза.
5. При одинаковом расстоянии от линз до предметов линза 1 будет давать изображение с меньшим увеличением.

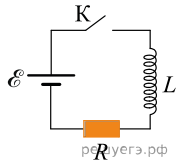
№ 265.

Луч света идет в воде, падает на плоскую границу раздела «вода — воздух» и целиком отражается от границы раздела. Затем угол падения луча на границу раздела начинают уменьшать. Выберите все верные утверждения о характере изменений углов, характеризующих ход луча, и о ходе самого луча.

1. Угол отражения луча будет уменьшаться.
2. Может появиться преломленный луч.
3. Отраженный луч не исчезает.
4. Если преломление будет возможно, то угол преломления луча будет увеличиваться.
5. Угол отражения может стать больше угла падения.

№ 266.

Катушка индуктивности подключена к источнику тока с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением через резистор с сопротивлением R=80Ом (см.рис.). В момент t=0с ключ К замыкают. Значения силы тока I в цепи, измеренные в последовательные моменты времени, представлены в таблице.



решуегэ.рф

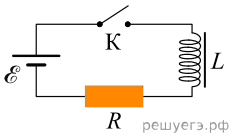
t, с	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
I, А	0	0,12	0,19	0,23	0,26	0,29	0,29	0,30	0,30

Выберите все верные утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте. В ответе укажите их номера.

1) Сила тока, текущего в катушке, в процессе наблюдения не изменяется.
2) Через 5с после замыкания ключа ток в катушке полностью прекратился.
3) ЭДС источника тока составляет 24В.
4) В момент времени t = 3,0с модуль ЭДС самоиндукции катушки равен 0,8В.
5) В момент времени t = 1,0с напряжение на резисторе равно 7,6В.

№ 267.

Катушка индуктивности подключена к источнику тока с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением через резистор R = 60Ом (см.рис.). В момент t = 0 ключ K замыкают. Значения силы тока в цепи, измеренные в последовательные моменты времени с точностью ±0,01А, представлены в таблице.



решуегэ.рф

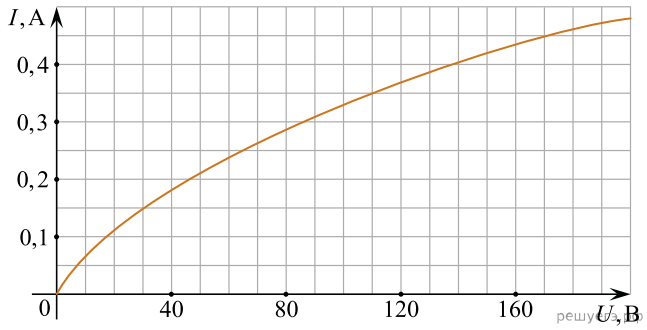
t, с	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
I, А	0	0,12	0,19	0,23	0,26	0,28	0,29	0,30	0,30

Выберите все верные утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте.

1. В опыте наблюдаются колебания силы тока в цепи.
2. Через 6с после замыкания ключа ток через катушку достиг минимального значения.
3. ЭДС источника тока составляет 18В.
4. В момент времени t = 2,0с ЭДС самоиндукции катушки равна 2,4В.
5. В момент времени t = 3,0с напряжение на резисторе равно 15В.

№ 268.

На рисунке изображена зависимость силы тока через лампу накаливания от приложенного к ней напряжения. Выберите все верные утверждения, которые можно сделать, анализируя этот график.



1. Сопротивление лампы не зависит от приложенного напряжения.
2. Мощность, выделяемая в лампе при напряжении 110 В, равна 38,5 Вт.
3. Мощность, выделяемая в лампе при напряжении 170 В, равна 40 Вт.
4. Сопротивление лампы при силе тока в ней 0,15 А равно 200 Ом.
5. Сопротивление лампы при напряжении 100 В равно 400 Ом.

№ 269.

В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялся заряд конденсатора в колебательном контуре с течением времени.

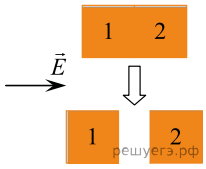
t, 10^{-6} с	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
q, 10^{-9} Кл	2	1,42	0	−1,42	−2	−1,42	0	1,42	2	1,42

Выберите все верные утверждения о процессе, происходящем в контуре.

1. Период колебаний равен $4 \cdot 10^{-6}$ с.
2. В момент $t = 2 \cdot 10^{-6}$ с энергия катушки максимальна.
3. В момент $t = 4 \cdot 10^{-6}$ с энергия конденсатора минимальна.
4. В момент $t = 2 \cdot 10^{-6}$ с сила тока в контуре равна 0.
5. Частота колебаний равна 125 кГц.

№ 270.

Два незаряженных стеклянных кубика 1 и 2 сблизили вплотную и поместили в электрическое поле, напряженность которого направлена горизонтально вправо, как показано в верхней части рисунка. Затем кубики раздвинули и уже потом убрали электрическое поле (нижняя часть рисунка). Выберите из предложенного перечня все утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных исследований, и укажите их номера.



1. После того как кубики раздвинули, заряд первого кубика оказался отрицателен, заряд второго — положителен.
2. После помещения в электрическое поле электроны из первого кубика стали переходить во второй.
3. После того как кубики раздвинули, заряды обоих кубиков остались равными нулю.
4. До разделения кубиков в электрическом поле левая поверхность 1-го кубика была заряжена отрицательно.
5. До разделения кубиков в электрическом поле правая поверхность 2-го кубика была заряжена отрицательно.

№ 271.

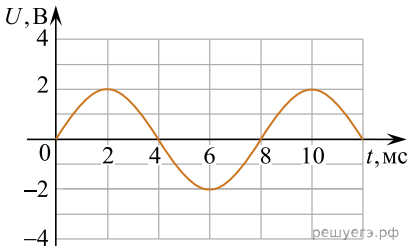
Электромагнит представляет собой картонный цилиндр длиной 50см и радиусом 1см, на который плотно намотано 2000витков тонкого изолированного провода. Намотка осуществлена виток к витку. По проводу течет постоянный электрический ток.

Из приведенного ниже списка выберите все правильные утверждения.

1. В любой точке снаружи цилиндра магнитное поле неоднородно.
2. Внутри цилиндра вблизи его середины магнитное поле можно считать практически однородным.
3. Индукция магнитного поля внутри каркаса увеличится, если увеличить силу тока, протекающего по проводу (при прочих равных условиях).
4. Положение северного и южного полюсов электромагнита не зависит от направления протекания тока в проводе.
5. Снаружи цилиндра магнитное поле отсутствует.

№ 272.

На рисунке изображен график зависимости напряжения U между обкладками конденсатора в колебательном контуре от времени t. Емкость конденсатора равна 10 мкФ.

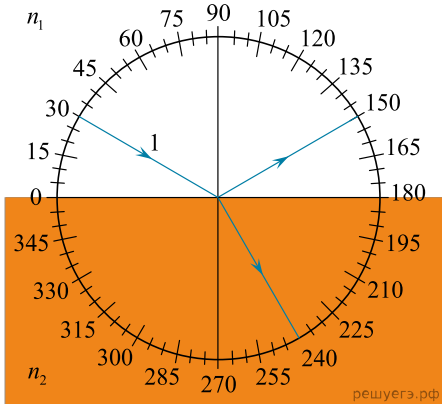


Выберите все верные утверждения об этом колебательном контуре.

1. Сила тока в колебательном контуре изменяется с частотой 250 Гц.
2. Период изменения энергии электрического поля конденсатора равен 4 мс.
3. Максимальный заряд конденсатора равен 20 мкКл.
4. Индуктивность катушки колебательного контура примерно равна 0,16 Гн.
5. В момент времени 4 мс сила тока в контуре равна нулю.

№ 273.

На рисунке изображен ход светового луча 1, падающего из среды с показателем преломления n_1 на плоскую поверхность среды с показателем преломления n_2. На рисунке также показаны отраженный и преломленный лучи.



Из приведенного ниже списка выберите все верные утверждения. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1. Угол падения луча на границу раздела сред равен 60°.
2. Угол отражения луча равен 150°.
3. Угол между отраженным и преломленным лучами равен 90°.
4. Показатель преломления среды 1 меньше показателя преломления среды 2.
5. Скорость распространения света в среде 1 меньше скорости распространения света в среде 2.

№ 274.

Электрическая цепь состоит из последовательно соединенных идеальной батареи с ЭДС $\mathscr{E}$, катушки сопротивлением R и индуктивностью L, а также ключа, который сначала разомкнут. Затем ключ замыкают.

Из приведенного ниже списка выберите все правильные утверждения.

1. Сразу после замыкания ключа сила электрического тока в цепи будет равна нулю.
2. Сразу после замыкания ключа модуль напряжения на катушке будет равен $\mathscr{E}$.
3. После замыкания ключа в цепи все время будет протекать постоянный ток.
4. Через очень большое время после замыкания ключа в цепи будет протекать постоянный электрический ток силой $\frac{\mathscr{E}}{R}$.
5. После замыкания ключа в цепи будут происходить гармонические колебания электрического тока.

№ 275.

На рис.1 приведена схема установки, с помощью которой исследовалась зависимость напряжения на реостате от величины протекающего тока при движении ползунка реостата справа налево. На рис.2 приведены графики, построенные по результатам измерений для двух разных источников напряжения.

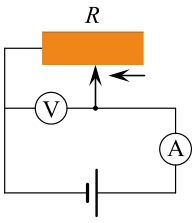


Рис. 1

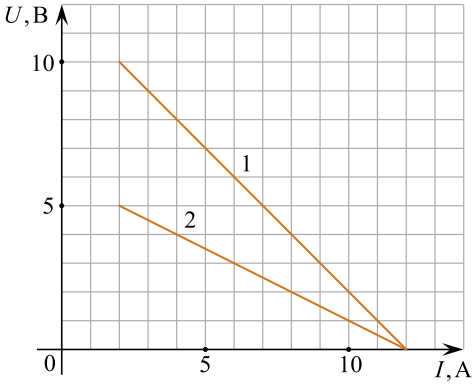


Рис. 2

решуегэ.рф

Выберите все утверждения, соответствующие результатам этих опытов, и запишите в ответ цифры, под которыми указаны эти утверждения. Вольтметр считать идеальным.

1. При силе тока 12 А вольтметр показывает значение ЭДС источника.
2. Ток короткого замыкания равен 12 А.
3. Во втором опыте сопротивление резистора уменьшалось с большей скоростью.
4. Во втором опыте ЭДС источника в 2 раза меньше, чем в первом.
5. В первом опыте ЭДС источника равна 5 В.

№ 276.

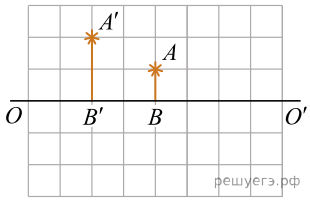
Свободные электромагнитные колебания происходят в колебательном контуре. В таблице показано, как изменялся заряд с течением времени. Выберите все верные утверждения о данной ситуации и укажите их номера.

1) Период колебаний равен 4 мкс.
2) В момент $t = 2$ мкс энергия катушки максимальна.
3) В момент $t = 4$ мкс энергия конденсатора минимальна.
4) В момент $t = 2$ мкс сила тока в контуре равна нулю.
5) Частота колебаний равна 125 кГц.

t, мкс	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
q, нКл	10	5	0	−5	−10	−5	0	5	10	5

№ 277.

На рисунке изображены главная оптическая ось OO' тонкой линзы, предмет AB и его изображение $A'B'$, полученное с помощью этой линзы.



Выберите все верные утверждения на основании анализа представленного рисунка.

1. Изображение $A'B'$ предмета AB получено с помощью собирающей линзы.
2. Центр линзы находится правее предмета AB.
3. Изображение $A'B'$ действительное.
4. Фокусное расстояние линзы больше расстояния $B'B$.
5. Один из фокусов линзы находится между предметом и его изображением.

№ 278.

На рис.1 приведена схема установки, с помощью которой исследовалась зависимость напряжения на реостате от величины протекающего тока при движении ползунка реостата справа налево. На рис.2 приведены графики, построенные по результатам измерений для двух разных источников напряжения.

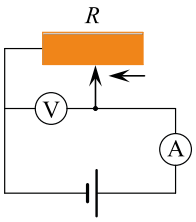


Рис. 1

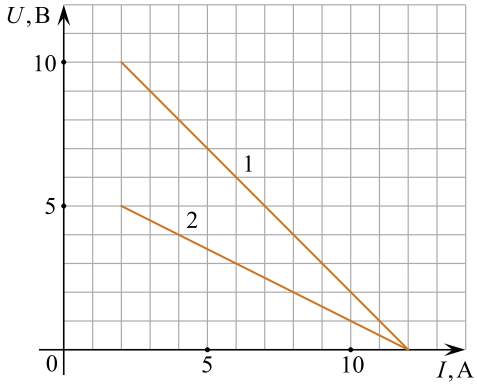


Рис. 2

решуегэ.рф

Выберите все утверждения, соответствующих результатам этих опытов, и запишите в ответ цифры, под которыми указаны эти утверждения. Вольтметр считать идеальным.

1. В первом опыте при силе тока 6А вольтметр показывает значение 6В.
2. Ток короткого замыкания равен 10А.
3. Во втором опыте сопротивление резистора уменьшалось с большей скоростью.
4. Во втором опыте при силе тока 4А вольтметр показывает значение 4В.
5. В первом опыте ЭДС источника равна 5В.

№ 279.

Между горизонтально расположенными заряженными пластинами плоского конденсатора находится в равновесии отрицательно заряженная капелька масла (см. рис.).



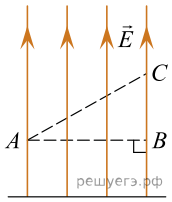
решуегэ.рф

Какие утверждения верно описывают наблюдаемое явление? В ответе запишите номера всех верных утверждений.

1) Верхняя пластина конденсатора заряжена отрицательно.
2)Вектор напряжённости электрического поля конденсатора направленвертикально вниз.
3)Сила тяжести, действующая на капельку масла, равна по модулю силе, действующей на каплю со стороны электрического поля конденсатора.
4)Если поменять заряды пластин конденсатора на противоположные по знаку, то капля останется в равновесии.
5) Напряжение между пластинами конденсатора равно нулю.

№ 280.

Однородное электростатическое поле создано равномерно заряженной протяженной горизонтальной пластиной. Линии напряженности поля направлены вертикально вверх (см. рис.).



Из приведенного ниже списка выберите все правильные утверждения и укажите их номера.

1. Если в точку A поместить пробный точечный отрицательный заряд, то на него со стороны пластины будет действовать сила, направленная вертикально вниз.
2. Пластина имеет отрицательный заряд.
3. Потенциал электростатического поля в точке B ниже, чем в точке C.
4. Напряженность поля в точке A меньше, чем в точке C.
5. Работа электростатического поля по перемещению пробного точечного отрицательного заряда из точки A и в точку B равна нулю.

№ 281.

При постановке первого опыта маленький шарик массой m, несущий заряд $q>0$, отпускают с высоты h вблизи поверхности земли без начальной скорости в области, в которой создано однородное электрическое поле. Линии напряженности этого поля направлены параллельно поверхности земли, сопротивление воздуха пренебрежимо мало. При постановке второго опыта бросают в аналогичных условиях с высоты $2h$ шарик массой $2m$, который несет заряд $q/2$. Определите, как изменяются время полета и горизонтальное смещение шарика при постановке второго опыта по сравнению с первым опытом.

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.

Время полета	Горизонтальное смещение

№ 282.

Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора и катушки индуктивностью 4мГн. Заряд на пластинах конденсатора изменяется во времени в соответствии с формулой $q(t) = 2 \cdot 10^{-4} \cdot \cos(5000t)$ (все величины выражены в СИ).

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимость от времени в условиях данной задачи.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) сила тока $i(t)$ в колебательном контуре
Б) энергия $W_L(t)$ магнитного поля катушки

ФОРМУЛЫ

1) $1 \cdot \cos(5000t + \frac{\pi}{2})$
2) $20 \cdot \sin(5000t)$
3) $2 \cdot 10^{-3} \cdot \sin^2(5000t)$
4) $2 \cdot 10^{-3} \cdot \cos^2(5000t)$

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

А	Б

№ 283.

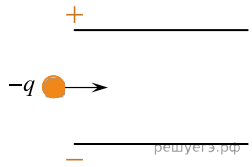
Отрицательно заряженная пылинка, движущаяся со скоростью, намного меньшей скорости света, влетает в пространство между пластинами заряженного плоского конденсатора так, как показано на рисунке. Пылинка пролетает через конденсатор. Действием сил тяжести и трения, а также искажениями электрического поля вблизи краев пластин конденсатора можно пренебречь.

Как изменятся за время пролета через конденсатор модуль импульса пылинки и расстояние от пылинки до положительно заряженной пластины конденсатора, если увеличить напряжение между его пластинами?

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.



Модуль импульса пылинки в момент вылета из конденсатора	Расстояние от пылинки до положительно заряженной пластины конденсатора в момент вылета

№ 284.

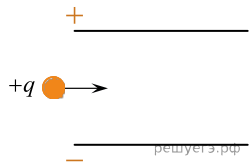
Положительно заряженная пылинка, движущаяся со скоростью, намного меньшей скорости света, влетает в пространство между пластинами заряженного плоского конденсатора так, как показано на рисунке. Пылинка пролетает через конденсатор. Действием сил тяжести и трения, а также искажениями электрического поля вблизи краев пластин конденсатора можно пренебречь.

Как изменятся за время пролета через конденсатор модуль импульса пылинки и расстояние от пылинки до положительно заряженной пластины конденсатора, если увеличить напряжение между его пластинами?

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.



Модуль импульса пылинки в момент вылета из конденсатора	Расстояние от пылинки до положительно заряженной пластины конденсатора в момент вылета

№ 285.

Небольшой предмет расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы между фокусным и двойным фокусным расстоянием от нее. Предмет начинают приближать к фокусу линзы. Как меняются при этом размер изображения и оптическая сила линзы?

Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения.

1. Увеличивается.
2. Уменьшается.
3. Не изменяется.

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

Размер изображения	Оптическая сила линзы

№ 286.

Заряженная частица, имеющая положительный заряд q, движется перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля по окружности радиусом R с периодом обращения T. Модуль импульса частицы равен p. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

А) масса частицы
Б) модуль индукции магнитного поля

ФОРМУЛА

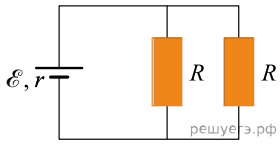
1) $\frac{pR}{q}$
2) $\frac{p}{qR}$
3) $\frac{pT}{2\pi R}$
4) $\frac{2\pi T}{pR}$

Ответ:

А	Б

№ 287.

Электрическая цепь на рисунке состоит из источника тока с ЭДС $\mathscr{E}$ и внутренним сопротивлением r и внешней цепи из двух одинаковых резисторов сопротивлением R, включенных параллельно. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче.



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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) мощность тока на внутреннем сопротивлении источника тока
Б) мощность тока на одном из резисторов R

ФОРМУЛЫ

1) $\dfrac{\mathscr{E}^2 R}{(2r+R)^2}$

2) $\dfrac{\mathscr{E}^2 R}{2\left(r+\frac{R}{2}\right)^2}$

3) $\dfrac{4\mathscr{E}^2 r}{(2r+R)^2}$

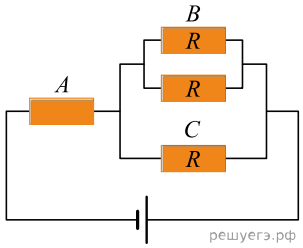
4) $\dfrac{2\mathscr{E}^2}{2r+R}$

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

А	Б

№ 288.

В электрической цепи, схема которой показана на рисунке, через резистор *A* течет ток силой I_0. Чему равна сила тока, текущего через резистор *B* и через резистор *C*? Установите соответствие между физическими величинами и их значениями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

А) Сила тока, текущего через резистор *B*
Б) Сила тока, текущего через резистор *C*

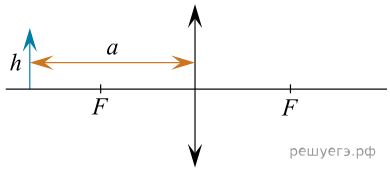
ВЫРАЖЕНИЕ ДЛЯ НЕЕ

1) I_0
2) $\frac{I_0}{2}$
3) $\frac{I_0}{3}$
4) $\frac{2I_0}{3}$

А	Б

№ 289.

Предмет высотой h расположен перпендикулярно главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии a от плоскости линзы (см.рисунок). Фокусное расстояние линзы равно F. 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) высота изображения предмета
Б) расстояние от линзы до изображения

ФОРМУЛА

1) $\frac{F^2}{a-F}$
2) $\frac{hF}{a-F}$
3) $\frac{aF}{a-F}$
4) $\frac{ha}{a-F}$

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

А	Б

№ 290.

Проволочное кольцо находится в однородном магнитном поле, линии индукции которого перпендикулярны плоскости кольца. Модуль индукции магнитного поля уменьшают с постоянной скоростью. Затем кольцо заменяют на другое, вдвое большей площади, сохраняя прежнее расположение кольца относительно линий индукции. При этом скорость изменения модуля индукции магнитного поля уменьшают в 4раза. Как в результате этого изменятся следующие физические величины: магнитный поток через контур кольца в момент начала изменения модуля магнитной индукции и ЭДС индукции, возникающая в кольце.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

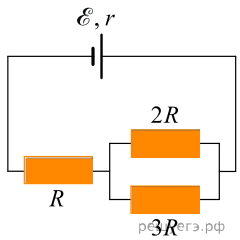
1. Увеличится.
2. Уменьшится.
3. Не изменится.

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

Магнитный поток через контур кольца в момент начала изменения модуля магнитной индукции	ЭДС индукции, возникающая в кольце

№ 291.

Три резистора сопротивлениями R, $2R$ и $3R$ подключены к аккумулятору с внутренним сопротивлением $r = \frac{R}{5}$ (см.рисунок). Сила тока, текущего через резистор сопротивлением $3R$, равна I. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.



реш егэ.рф

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

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

А) напряжение на резисторе с сопротивлением R
Б) тепловая мощность, выделяющаяся во всей электрической цепи

ФОРМУЛА

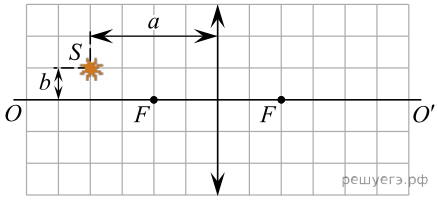
1) $\frac{5}{2}IR$
2) $15I^2R$
3) $\frac{3}{2}IR$
4) $\frac{12}{5}I^2R$

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

А	Б

№ 292.

Оптическая система состоит из тонкой собирающей линзы, имеющей фокусное расстояние F. На расстоянии a от линзы находится точечный источник света S, удаленный от главной оптической оси OO' линзы на расстояние b. Вплотную к этой линзе ставят точно такую же вторую линзу так, что главные оптические оси линз совпадают. Определите, как в результате этого изменятся следующие физические величины: расстояние от линзы до изображения источника и оптическая сила системы.



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.

Расстояние от линзы до изображения источника	Оптическая сила системы

№ 293.

Установите соответствие между формулами для вычисления физических величин на участке цепи постоянного тока, содержащего резистор и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения: I — сила тока на участке цепи; U — напряжение на участке цепи, R — сопротивление резистора. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ

А) $\frac{U^2}{R}$
Б) IR

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) заряд, протекший через резистор
2) напряжение на резисторе
3) мощность тока, выделяющаяся на резисторе
4) сила тока через резистор

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

А	Б

№ 294.

Частица массой m, несущая заряд q, движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиусом R со скоростью v. Что произойдет с радиусом орбиты и периодом обращения частицы при уменьшении скорости ее движения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

1. Увеличится.
2. Уменьшится.
3. Не изменится.

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

Радиус орбиты частицы	Период обращения частицы

№ 295.

Ион калия движется в однородном магнитном поле по окружности радиусом с постоянной скоростью. Как изменятся центростремительное ускорение иона и сила Лоренца, действующая на него, если скорость иона уменьшится?

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.

Центростремительное ускорение	Сила Лоренца

№ 296.

Протон движется в однородном магнитном поле по замкнутой траектории с постоянной по модулю скоростью, направленной перпендикулярно линиям магнитной индукции. Как при увеличении модуля скорости протона изменятся модуль действующей на него силы Лоренца и период обращения протона? Индукция магнитного поля остается прежней.

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.

Модуль действующей на протон силы Лоренца	Период обращения протона

№ 297.

Установите соответствие между формулами для расчета физических величин в цепях постоянного тока и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения: I — сила тока; U — напряжение на резисторе; W — мощность выделяемая на резисторе. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ

А) $\sqrt{WR}$
Б) $\frac{U}{I}$

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) сопротивление резистора
2) мощность тока в резисторе
3) работа тока
4) напряжение на резисторе

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

А	Б

№ 298.

Плоский воздушный конденсатор все время подключен к аккумулятору. Внутрь конденсатора параллельно его обкладкам помещают металлическую пластинку, площадь которой равна площади обкладок конденсатора, а толщина в 3раза меньше расстояния между обкладками. Как при этом изменятся электроемкость конденсатора и величина заряда на его обкладках?

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.

Электроемкость конденсатора	Величина заряда на обкладках конденсатора

№ 299.

Конденсатор подключен к аккумулятору и заряжается. Как меняется в процессе зарядки конденсатора модуль напряжения на его обкладках и электроемкость конденсатора?

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.

Модуль напряжения на обкладках конденсатора	Электроемкость конденсатора

№ 300.

Ион калия движется по окружности в однородном магнитном поле. Как изменятся скорость движения иона в магнитном поле и период его обращения, если модуль вектора магнитной индукции останется неизменным, а радиус окружности, по которой движется ион, увеличится?

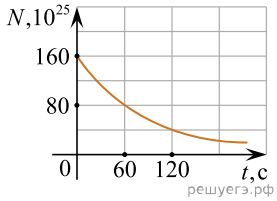
Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:
1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

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

Скорость движения иона	Период обращения иона

№ 301.

На рисунке приведен график зависимости числа нераспавшихся ядер эрбия $^{173}_{68}\mathrm{Er}$ от времени. Каков период полураспада этого изотопа? (Ответ дать в секундах.)



№ 302.

Ядро бериллия может захватить нейтрон, в результате чего происходит ядерная реакция $^{1}_{0}n + ^{9}_{4}\mathrm{Be} \longrightarrow ^{A}_{Z}\mathrm{X} + 2^{1}_{0}n$ с образованием ядра химического элемента $^{A}_{Z}\mathrm{X}$. Каков заряд образовавшегося ядра Z?

№ 303.

Каково массовое число ядра X в реакции $^{241}_{95}Am + ^{4}_{2}He \longrightarrow X + 2^{1}_{0}n$?

№ 304.

Сколько электронов содержится в электронной оболочке нейтрального атома изотопа золота $^{197}_{79}\mathrm{Au}$?

№ 305.

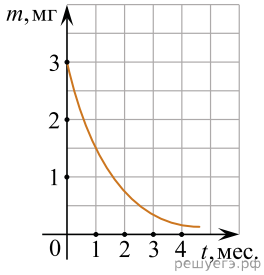
Сколько нейтронов в ядре нейтрального атома кюрия $^{247}_{98}\mathrm{Cm}$.

№ 306.

Период полураспада некоторого радиоактивного изотопа составляет 10дней. Изначально образец содержит большое количество ядер этого изотопа. Через какое время число ядер радиоактивного изотопа в образце уменьшится в 8раз? *В ответе укажите количество дней.*

№ 307.

На рисунке показан график изменения массы находящегося в пробирке радиоактивного изотопа с течением времени. Каков период полураспада этого изотопа? (Ответ дать в месяцах.)



решуегэ.рф

№ 308.

Какая доля радиоактивных ядер распадается через интервал времени, равный половине периода полураспада? Ответ приведите в процентах и округлите до целых.

№ 309.

Какое количество нейтронов содержится в ядре изотопа кальция $^{42}_{20}Ca$?

№ 310.

В пробирке в момент времени t_0=0 находилось некоторое количество ядер радиоактивного изотопа. Через t_1=5мин. в пробирке осталось 3416мкмоль нераспавшихся ядер, а через t_2=17мин. — 427мкмоль нераспавшихся ядер. Чему равен период полураспада исходного изотопа? Ответ приведите в минутах.

№ 311.

Период полураспада изотопа цезия $^{137}_{55}Cs$ равен 30дням. Во сколько раз уменьшится количество атомов этого изотопа цезия в образце, содержавшем первоначально 1мкмоль изотопа, за 60дней?

№ 312.

Какое количество нейтронов содержится в ядре урана $^{238}_{92}U$?

№ 313.

В образце, содержащем большое количество атомов углерода $^{14}_{6}\mathrm{C}$, через 5700лет останется половина начального количества атомов. Каков период полураспада ядер атомов углерода? (Ответ дать в годах.)

№ 314.

Радиоактивный изотоп калия $^{40}_{19}\mathrm{K}$ испытывает электронный β^- распад. Какой заряд будет иметь ядро изотопа, образовавшееся в результате этой реакции?

№ 315.

В результате ядерной реакции синтеза $^{2}_{1}\mathrm{H}+^{2}_{1}\mathrm{H}\rightarrow^{\mathrm{A}}_{\mathrm{Z}}\mathrm{X}+^{1}_{1}\mathrm{p}$ образуется ядро химического элемента $^{A}_{Z}\mathrm{X}$. Каковы заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда) и его массовое число A?

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A

№ 316.

В результате цепной реакции деления урана $^{1}_{0}n+^{235}_{92}\mathrm{U}\rightarrow^{A}_{Z}X+^{139}_{56}\mathrm{Ba}+3^{1}_{0}n$ образуется ядро химического элемента $^{A}_{Z}X$. Каковы заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда) и его массовое число A?

В ответе запишите числа слитно без пробела.

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A

№ 317.

Ядро $^{207}_{82}\mathrm{Pb}$ поглотило нейтрон. Сколько протонов содержится в ядре, образовавшемся в результате этой реакции?

№ 318.

В результате ядерной реакции ${}^{6}_{3}\mathrm{Li}+{}^{2}_{1}\mathrm{H}\to{}^{A}_{Z}\mathrm{X}+{}^{4}_{2}\mathrm{He}$ образуется ядро химического элемента ${}^{A}_{Z}\mathrm{X}$. Каково массовое число A образовавшегося ядра X?

№ 319.

В результате реакции ${}^{27}_{13}\mathrm{Al}+{}^{1}_{0}\mathrm{n}\to{}^{A}_{Z}\mathrm{X}+{}^{4}_{2}\mathrm{He}$ образуется некоторое ядро X. Каковы заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда) и его массовое число A?

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A

№ 320.

Ядро изотопа никеля захватывает нейтрон, в результате чего происходит ядерная реакция ${}^{1}_{0}n+{}^{58}_{28}Ni\to{}^{A}_{Z}X+2{}^{1}_{0}n$ с образованием ядра химического элемента ${}^{A}_{Z}X$. Каков заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда)?

№ 321.

Как изменятся при β^-–распаде ядра изотопа эйнштейния ${}^{256}_{99}Es$ массовое число ядра и заряд ядра?

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

Массовое число ядра	Заряд ядра

№ 322.

При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотоэлемент освещался через различные светофильтры. В первой серии опытов использовали синий светофильтр, а во второй — фиолетовый.

Как изменились при переходе от первой серии опытов ко второй длина волны света, падающего на фотоэлемент, и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов?

Для каждой физической 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.

Длина волны света	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

№ 323.

При освещении металлической пластины светом длиной волны λ наблюдается явление фотоэлектрического эффекта. Как изменились частота световой волны и энергия фотонов при уменьшении в 2 раза длины волны падающего на пластину света?

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.

Частота световой волны	Энергия фотона

№ 324.

При проведении опытов по наблюдению фотоэффекта пластину из металла облучали светом с длиной волны λ и измеряли для фотоэлектронов модуль запирающего напряжения U.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче. Модуль заряда электрона равен e, его масса m, постоянная Планка h, скорость света в вакууме c.

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

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

А) Максимальная скорость фотоэлектронов
Б) Модуль импульса падающих фотонов

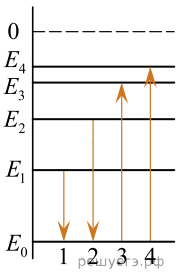
ФОРМУЛА

1) $\sqrt{\frac{eU}{2m}}$
2) $\frac{hc}{\lambda}$
3) $\frac{h}{\lambda}$
4) $\sqrt{\frac{2eU}{m}}$

Ответ:

А	Б

№ 325.



На рисунке изображена упрощенная диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какой из этих четырех 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.

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

ПРОЦЕССЫ

А) поглощение света наименьшей частоты
Б) излучение света наибольшей частоты

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ

1) 1

2) 2

3) 3

4) 4

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

А	Б

№ 326.

При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотоэлемент освещался через светофильтры. В первой серии опытов использовался синий светофильтр, а во второй — желтый. В каждом опыте измеряли запирающее напряжение.

Как изменяются длина световой волны и напряжение запирания?

Для каждой физической 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.

Длина световой волны	Запирающее напряжение

№ 327.

Как изменяются при α-распаде ядра следующие его характеристики: число протонов и число нейтронов?

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.

Число протонов	Число нейтронов

№ 328.

Для проведения опытов по наблюдению фотоэффекта взяли пластину из металла с работой выхода $3{,}4 \cdot 10^{-19}$Дж и стали освещать ее светом частотой $6 \cdot 10^{14}$Гц. Как изменится модуль запирающего напряжения $U_з$ и максимальный импульс фотоэлектронов p_{max}, вылетающих с поверхности металла, если увеличить интенсивность падающего света, не изменяя его частоту?

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.

Модуль запирающего напряжения Uз	Максимальный импульс фотоэлектронов p_{max}

№ 329.

При переходе электрона в атоме с $(n+1)$-го энергетического уровня на n-й энергетический уровень испускается фотон. Как изменятся следующие физические величины при уменьшении n на единицу: энергия испускаемого фотона, длина волны испускаемого фотона.

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.

А	Б

№ 330.

Большое число N радиоактивных ядер некоторого элемента распадается так, что в результате каждого распада образуется одно стабильное дочернее ядро.

Период полураспада равен T. Какое количество исходных ядер останется через время, равное $2T$, и какое количество дочерних ядер появится за время $3T$ после начала наблюдений?

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

А) количество исходных ядер через время $2T$
Б) количество дочерних ядер, появившихся за время $3T$

ЗНАЧЕНИЕ

1) $\frac{N}{2}$
2) $\frac{N}{4}$
3) $\frac{3N}{4}$
4) $\frac{7N}{8}$

Ответ:

А	Б

№ 331.

У одного изотопа меди массовое число равно A_1, а у другого равно A_2, причем $A_2 > A_1$. Как меняется число протонов и число нейтронов в ядре при переходе от первого изотопа ко второму?

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.

Число протонов в ядре	Число нейтронов в ядре

№ 332.

Для проведения опытов по наблюдению фотоэффекта взяли пластину из металла с работой выхода $3{,}4 \cdot 10^{-19}$Дж и стали освещать ее светом частоты $6 \cdot 10^{14}$Гц. Как изменятся работа выхода фотоэлектронов из этого металла и количество фотоэлектронов, вылетающих с поверхности этого металла, если при неизменной интенсивности падающего света в 2раза уменьшить его частоту?

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.

Работа выхода фотоэлектронов из металла $A_{вых}$	Количество вылетающих фотоэлектронов

№ 333.

Для наблюдения фотоэффекта поверхность некоторого металла облучают светом, частота которого равна ν. Затем частоту света увеличивают вдвое. Как изменятся следующие физические величины: работа выхода электрона и максимальная кинетическая энергия вылетающих электронов?

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.

Работа выхода электрона	Максимальная кинетическая энергия вылетающих электронов

№ 334.

В лабораторной работе ученик изучает зависимость максимальной кинетической энергии фотоэлектронов, вылетающих с фотокатода, от частоты падающего света. В опытах наблюдается явление фотоэффекта. Частоту падающего света в опыте немного увеличивают. Как при этом изменяются максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов и работа выхода фотоэлектронов из металла фотокатода?

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.

Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов	Работа выхода фотоэлектронов

№ 335.

Для наблюдения фотоэффекта поверхность некоторого металла облучают светом, частота которого равна ν. Затем частоту света увеличивают вдвое. Как изменятся следующие физические величины: длина волны падающего света и работа выхода 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.

Длина волны падающего света	Работа выхода электрона

№ 336.

Металлическую пластину освещали монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 500$ нм. Что произойдет с частотой падающего света и импульсом фотонов при освещении этой пластины монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 700$ нм одинаковой интенсивности? Фотоэффект наблюдается в обоих случаях.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

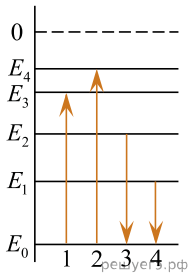
1. Увеличилась.
2. Уменьшилась.
3. Не изменилась.

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

Частота падающего света	Импульсом фотонов

№ 337.

На рисунке изображена упрощенная диаграмма энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Установите соответствие между процессами поглощения света наибольшей длины волны и испускания света наибольшей длины волны и стрелками, указывающими энергетические переходы атома. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПРОЦЕСС

А) поглощение света наибольшей длины волны
Б) излучение света наибольшей длины волны

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД

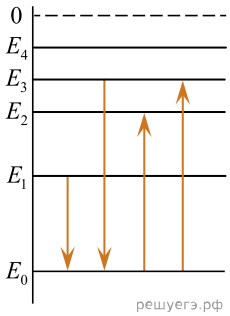
1) 1
2) 2
3) 3
4) 4

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

А	Б

№ 338.

На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями.



Установите соответствие между процессами поглощения света наибольшей длины волны и излучения света с наименьшей энергией и энергией соответствующего фотона. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕСС

А) поглощение света наибольшей длины волны
Б) излучение света с наименьшей энергией

ЭНЕРГИЯ ФОТОНА

1) E_1-E_0
2) E_2-E_0
3) E_3-E_0
4) E_4-E_0

А	Б

№ 339.

Ядро урана $^{238}_{92}U$ испытывает бета-распад. При этом образуются электрон и ядро нового элемента. Как при данном переходе меняется количество нейтронов в ядре и его масса?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

1. Увеличивается
2. Уменьшается
3. Не изменяется

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

Количество нейтронов	Масса ядра

№ 340.

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 ядра	Число нейтронов в ядре

№ 341.

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

1.Ускорение, приобретенное телом, прямо пропорционально действующей силе и обратно пропорционально массе тела.

2.Тепловым движением называют самопроизвольное перемешивание газов или жидкостей.

3.При протекании электрического тока по проводнику количество теплоты, выделяющееся в нем за одно и то же время, возрастает обратно пропорционально квадрату силы тока.

4.Ультрафиолетовое, рентгеновское и видимое излучения имеют электромагнитную природу и различаются длиной волны в вакууме.

5.Альфа-, бета- и гамма-компоненты радиоактивного излучения— волны электромагнитной природы, различающиеся частотой.

№ 342.

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

1.Материальная точка движется равноускоренно под действием нескомпенсированной постоянной силы.
2.В ходе процесса плавления кристаллического тела его температура и внутренняя энергия не меняются.
3.В гальваническом элементе происходит преобразование механической энергии в электрическую.
4.Рентгеновское, гамма- и видимое излучения имеют электромагнитную природу и различаются длиной волны в вакууме.
5.Тепловые нейтроны вызывают деления ядер урана в некоторых типах ядерных реакторов атомных электростанций.

№ 343.

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

1.Тело движется ускоренно под действием силы трения покоя, сообщаемое этой силой ускорение сонаправлено силе трения покоя.
2.Для конденсации жидкости ей необходимо сообщить некоторое количество теплоты.
3.При размыкании цепи, содержавшей катушку с железным сердечником, по которой шел постоянный ток, наблюдается явление самоиндукции.
4. Просветление линз и объективов базируется на законах геометрической оптики.
5.Фотоны обладают ненулевой массой и могут двигаться в вакууме со скоростями, меньшими или равными 300000км/с.

№ 344.

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

1) Потенциальная энергия тела зависит от его массы и скорости движения тела.
2)Конвекция— вид теплопередачи, при котором тепло передаётся струями и потоками самого вещества.
3)Сила взаимодействия двух неподвижных точечных зарядов в вакууме обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.
4) Угол падения равен углу отражения.
5) При бета-распаде элемент теряет 4 а. е. м.

№ 345.

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

1.Чем меньше сила трения колес 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.

№ 346.

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

1)При уменьшении скорости движущегося тела его кинетическая энергия не изменяется.
2)Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул гелия уменьшается при уменьшении температуры газа.
3)Сопротивление алюминиевой проволоки постоянной толщины прямо пропорционально её длине.
4)При переходе электромагнитных волн из воды в воздух частота волны уменьшается.
5) При испускании протона масса атомного ядра не меняется.

№ 347.

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

1. Одна и та же сила сообщает телу большей массы меньшее ускорение.
2.В системе Солнце— Земля Солнце излучает энергию только тогда, когда в данной местности день, Земля — когда ночь.
3.Силой Ампера называют силу, с которой магнитное поле действует на проводник с током.
4.Явление дифракции не может наблюдаться для электромагнитных волн длинноволновой части радиодиапазона.
5. Период полураспада урана-238 4,5млрд лет, что сравнимо с возрастом Земли.

№ 348.

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

1.При равномерном прямолинейном движении за любые равные промежутки времени тело совершает одинаковые перемещения.
2.В процессе изохорного нагревания постоянной массы газа он совершает положительную работу.
3.В цепи постоянного тока при последовательном соединении резисторов чем больше сопротивление резистора, тем меньше напряжение на нём.
4.Скорость распространения инфракрасного излучения в вакууме равна скорости света в вакууме.
5.Периодом полураспада называют промежуток времени, в течение которого распадается половина исходно большого числа атомов данного радиоактивного элемента.

№ 349.

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

1.При переходе искусственного спутника Земли на более низкую орбиту модуль его центростремительного ускорения увеличивается.
2.При изотермическом расширении постоянной массы идеального газа его внутренняя энергия увеличивается.
3.Во всех проводящих телах электрический ток представляет собой упорядоченное движение электронов.
4.При переходе электромагнитных волн из воздуха в воду частота колебаний остается неизменной.
5. При α-распаде радиоактивных ядер заряд ядра уменьшается.

№ 350.

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

1.При увеличении скорости движущегося тела равнодействующая приложенных к нему сил совершает положительную работу.
2.При подъеме чугунной гири с пола на стол ее внутренняя энергия увеличивается.
3.Количество теплоты, выделяющееся при разрядке конденсатора, зависит только от его заряда.
4.При переходе электромагнитных волн из воздуха в стекло длина волны уменьшается.
5. Нейтральный атом лития $^{7}_{3}\mathrm{Li}$ содержит 7электронов.

№ 351.

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

1.Давление жидкости на дно стакана зависит от высоты уровня налитой в стакан жидкости и не зависит от плотности этой жидкости.
2.При медленном изотермическом сжатии насыщенного пара его давление не изменяется.
3.При увеличении модуля заряда одного из одноименно заряженных маленьких шариков модуль силы их отталкивания уменьшается.
4.Работа выхода электронов из металла зависит от длины волны падающего на металл света.
5. Ядро бериллия $^{7}_{4}Be$ содержит 3 нейтрона.

№ 352.

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

1.Система отсчета, связанная с автомобилем, является инерциальной, если автомобиль движется по окружности с постоянной по модулю скоростью.
2. При изобарном нагревании газа совершаемая им работа равна нулю.
3.При увеличении расстояния между двумя точечными зарядами модуль силы их взаимодействия уменьшается.
4.При увеличении индуктивности катушки идеального колебательного контура период колебаний в нем увеличивается.
5.Работа выхода электронов из металла при фотоэффекте зависит от длины волны падающего излучения.

№ 353.

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

1. Под водой меньшее давление передается вниз, а большее — вверх.
2.Температура кипения жидкости есть характеристика только жидкости, не изменяемая никаким способом.
3.Сила Лоренца не действует на заряженные частицы, влетающие параллельно линиям индукции однородного магнитного поля.
4.Дифракция радиоволн никогда не наблюдалась вследствие их большой длины волны.
5.Критическая масса вещества— минимальная масса радиоактивного вещества, необходимая для начала самоподдерживающейся цепной реакции деления.

№ 354.

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

1)Период гармонических колебаний колебательной системы обратно пропорционален частоте её колебаний.
2)Внутренняя энергия постоянной массы идеального газа увеличивается при понижении абсолютной температуры газа.
3)Изначально незаряженные тела в процессе электризации трением приобретают равные по модулю и одинаковые по знаку заряды.
4)Индукционный ток возникает в замкнутом проводящем контуре при изменении магнитного потока, пронизывающего контур.
5)В планетарной модели атома число протонов в ядре равно числу электронов в электронной оболочке нейтрального атома.

№ 355.

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

1.При торможении шайбы при ее движении по горизонтальной поверхности работа силы тяжести, действующей на шайбу, равна нулю.
2. Процесс диффузии может наблюдаться только в газах и жидкостях
3.При коротком замыкании внешней цепи идеальный амперметр, включенный в цепь, показывает силу тока, равную нулю.
4.В замкнутом проводящем контуре при изменении магнитного потока через ограниченную им площадку возникает индукционный ток.
5.Максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона больше энергии кванта света, выбившего его с поверхности фотокатода, на величину работы выхода.

№ 356.

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

1.При колебаниях пружинного маятника ускорение груза максимально по модулю в момент прохождения грузом положения равновесия.
2.При постоянной температуре давление насыщенных паров вещества возрастает при уменьшении объема пара.
3.Если диэлектрик помещен во внешнее электростатическое поле, то напряженность поля внутри диэлектрика больше, чем снаружи.
4.Собирающая линза может формировать как действительное, так и мнимое изображение.
5. При увеличении скорости частицы ее длина волны де Бройля уменьшается.

№ 357.

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

1.Сила Архимеда увеличивается с увеличением плотности тела, погруженного в жидкость.
2.Импульс тела— векторная величина, равная произведению массы тела на его скорость.
3.В процессе плавления кристаллических тел их температура остается неизменной.
4. Разноименные полюса постоянных магнитов отталкиваются друг от друга.
5.Силой Лоренца называют силу, с которой магнитное поле действует на движущиеся заряженные частицы.

№ 358.

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

1.При соскальзывании шайбы по гладкой наклонной плоскости ее полная механическая энергия остается неизменной, а потенциальная энергия убывает.
2. При изохорическом нагревании работа газа равна нулю.
3. При пробое диэлектрика конденсатор становится разрывом в цепи.
4.Сила Ампера— это сила, с которой магнитное поле действует на заряженные частицы.
5. Инфракрасное излучение имеет скорость меньше, чем скорость света.

№ 359.

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

1.При вынужденных механических колебаниях в колебательной системе резонанс возникает в том случае, если собственная частота колебаний системы совпадает с частотой изменения внешней силы.
2.В процессе изохорного нагревания постоянной массы газа давление газа уменьшается.
3.Поверхность проводника, находящегося в электростатическом поле, является эквипотенциальной.
4.При прохождении монохроматической световой волны через границу раздела двух оптически прозрачных сред с разными показателями преломления изменяются скорость волны и длина волны, а ее частота остается неизменной.
5.При β-распаде ядра выполняются законы сохранения энергии и электрического заряда, но не выполняется закон сохранения импульса.

№ 360.

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

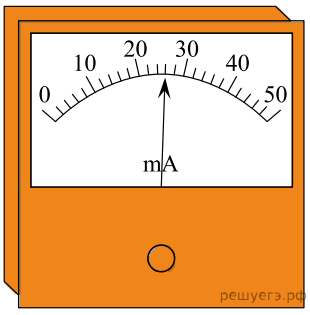
1) При свободном падении камня на землю его кинетическая энергия уменьшается.
2)Испарение жидкости происходит при любых температурах, соответствующих жидкому состоянию данного вещества.
3) При увеличении напряжения на резисторе сила тока в нём увеличивается.
4)Если неподвижный магнит находится в катушке, то в ней возникает ЭДС индукции.
5) Нейтральный атом алюминия $^{27}_{13}Al$ содержит 27 электронов.

№ 361.

В старые времена в обращении находились золотые монеты. Некоторые нечестные купцы «добывали» из них золото следующим незаконным способом. Много монет клали в мешочек из плотной ткани, плотно завязывали и очень долго трясли. Золото— мягкий металл, монеты при тряске истирались друг о друга, и в мешке собиралось некоторое количество золотой пыли, которая и становилась добычей нечестного купца. При этом внешний вид монет не позволял заподозрить их умышленную порчу. Как-то раз один такой купец определил, что после долгой тряски в мешке общая масса 50золотых монет уменьшилась на 1,50±0,02г. Сколько (в среднем) золота украл купец из каждой монеты? *Ответ выразите в миллиграммах и запишите с учетом погрешности (массу и погрешность запишите слитно, без пробела).*

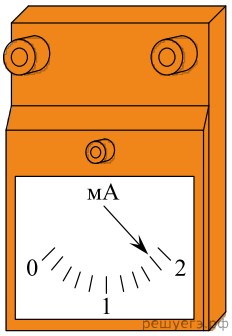
№ 362.

При помощи миллиамперметра измеряется ток в некоторой электрической цепи. Миллиамперметр изображен на рисунке. Чему равен ток в цепи, если погрешность прямого измерения тока составляет половину цены деления миллиамперметра? Ответ приведите в миллиамперах. В ответе запишите значение и погрешность слитно без пробела.



№ 363.

При помощи миллиамперметра измеряется ток в некоторой электрической цепи. Миллиамперметр изображен на рисунке. Чему равен ток в цепи, если погрешность прямого измерения тока составляет половину цены деления миллиамперметра? Ответ приведите в миллиамперах. В ответе запишите значение и погрешность слитно без пробела.



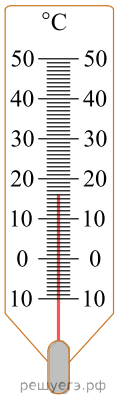
№ 364.

Для измерения освещенности используют приборы, называемые люксметрами (единица освещенности в СИ — люкс). На рисунке показана фотография современного цифрового люксметра, сделанная во время его использования. Чему равна измеренная с помощью этого люксметра освещенность, если в паспорте прибора указано, что он обеспечивает погрешность измерения 10%? Ответ: (_____ ± _____) люкс.



№ 365.

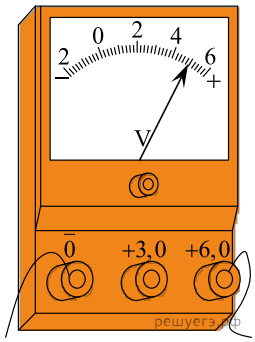
На рисунке изображен термометр, с помощью которого измеряют температуру в помещении по шкале Цельсия. Чему равна абсолютная температура в помещении? Погрешность измерения равна цене деления термометра.



Ответ: (_____ ± _____) К.

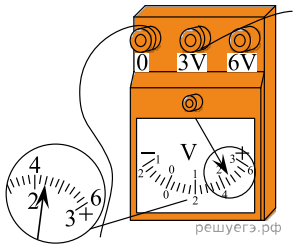
№ 366.

Запишите результат измерения электрического напряжения, учитывая, что погрешность равна цене деления. В ответе запишите значение и погрешность слитно без пробела.



№ 367.

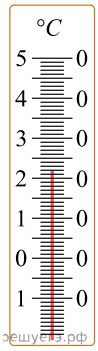
Определите напряжение на лампочке, если абсолютная погрешность прямого измерения напряжения равна цене деления вольтметра. Ответ запишите в виде последовательности чисел без пробелов и запятых между ними.



№ 368.

Ученик измерял температуру воздуха в классе. Показания термометра приведены на фотографии. Погрешность измерения температуры равна цене деления термометра. Чему равна температура воздуха в классе по результатам этих измерений?

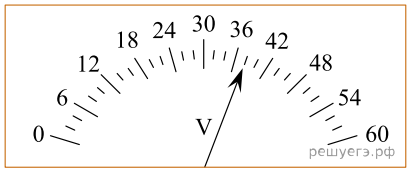
Запишите в ответ показания термометра с учетом погрешности измерений.



Ответ: (_____±_____)°C.

№ 369.

Запишите результат измерения электрического напряжения, учитывая, что погрешность равна цене деления. В ответе запишите значение и погрешность слитно без пробела.



№ 370.

Для определения линейной плотности нити (массы единицы длины) отмеряют отрезок длиной L=10м (делают это с очень высокой точностью) и взвешивают его на весах. Масса отрезка оказывается равной m=(12,6±0,1) г. Чему равна линейная плотность нити? (Ответ дайте в г/м, значение и погрешность запишите слитно без пробела.)

№ 371.

Манометр проградуирован в миллиметрах ртутного столба. Запишите его показания, если абсолютная погрешность измерения давления манометром Δp=3мм.рт.ст. *В ответе запишите значение и погрешность слитно без пробела.*



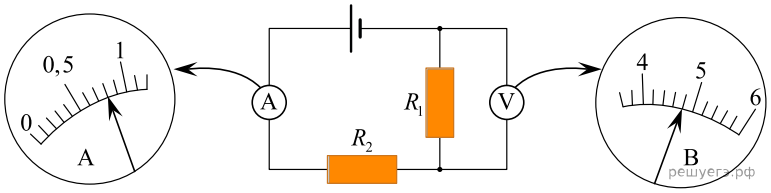
№ 372.

Для определения массы порции подсолнечного масла ученик измерил ее объем с использованием мерного цилиндра и получил результат: $V = (12 \pm 1)$ см^3. Чему равна масса данной порции масла с учетом погрешности измерений?

Ответ: (_____±_____) г.

№ 373.

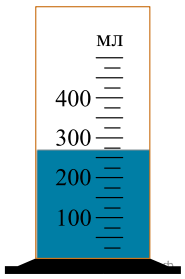
Чему равна сила тока в резисторе R_2 (см.рисунок), если погрешность прямого измерения силы тока равна цене деления амперметра?



Ответ: (_____ ± _____) А.

№ 374.

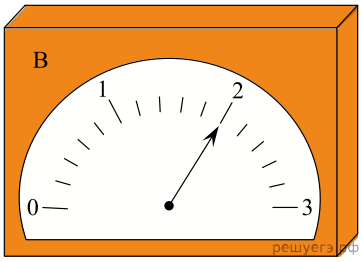
В мензурку налита вода. Шкала мензурки проградуирована в миллилитрах(мл). Погрешность измерений объема равна цене деления шкалы мензурки. Чему равен объем налитой воды? В ответе запишите значение и погрешность в мл слитно без пробела.



№ 375.

Для контроля силы постоянного тока, текущего в участке цепи, часто применяют следующий способ. В участок цепи последовательно включают резистор, сопротивление которого известно с высокой точностью (такой резистор называют калиброванным), и измеряют напряжение на этом резисторе.

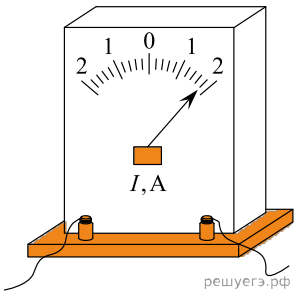
На рисунке показано изображение шкалы вольтметра, при помощи которого измеряют напряжение на калиброванном резисторе сопротивлением 5 Ом.



Считая, что погрешность прямого измерения напряжения равна половине цены деления прибора, определите силу тока в участке цепи. В ответе запишите значение и погрешность слитно без пробела.

№ 376.

Запишите результат измерения тока, учитывая, что погрешность равна половине цены деления. В ответе запишите значение и погрешность слитно без пробела.

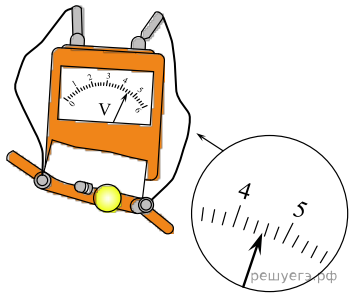


№ 377.

При взвешивании 50конфеток весы показали 300г. Погрешность весов составляет 0,5г. Какова масса одной конфетки по результатам взвешивания с учетом погрешности? *Ответ дайте в г, значение и погрешность запишите слитно без пробела.*

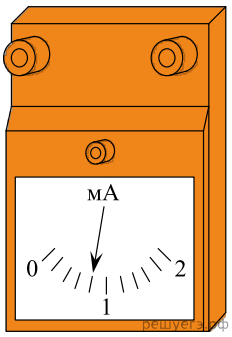
№ 378.

Чему равно напряжение на лампочке (см.рис.), если погрешность прямого измерения напряжения составляет половину цены деления вольтметра? В ответе запишите значение и погрешность слитно без пробела.



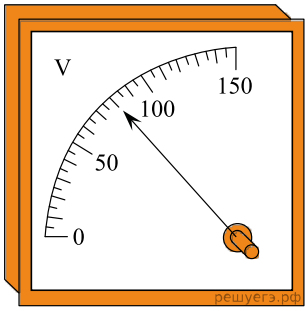
№ 379.

При помощи миллиамперметра измеряется ток в некоторой электрической цепи. Миллиамперметр изображен на рисунке. Чему равен ток в цепи, если погрешность прямого измерения тока составляет половину цены деления миллиамперметра? Ответ приведите в миллиамперах. В ответе запишите значение и погрешность слитно без пробела.



№ 380.

При помощи вольтметра измеряется напряжение в некоторой электрической цепи. Вольтметр изображен на рисунке. Чему равно напряжение в цепи, если погрешность прямого измерения напряжения составляет половину цены деления вольтметра? Ответ приведите в вольтах. В ответе запишите значение и погрешность слитно без пробела.



№ 381.

Ученик проводит опыты по наблюдению дифракции света. В его распоряжении имеется набор светофильтров, различные дифракционные решетки и тонкие собирающие линзы. Ученик направляет перпендикулярно решетке параллельный пучок света, прошедшего через светофильтр. За решеткой параллельно ей располагается линза. В результате на экране, установленном в фокальной плоскости линзы, наблюдаются дифракционные максимумы. Какие два набора оборудования необходимо взять ученику для того, чтобы на опыте проверить, как зависят углы наблюдения главных максимумов от периода дифракционной решетки при нормальном падении на нее монохроматического света?

№ набора	Период решетки, штрихов на мм	Длина волны света, пропускаемого светофильтром, нм	Фокусное расстояние линзы, см
1	300	650	15
2	300	550	17
3	200	650	19
4	200	600	21
5	400	500	25

№ 382.

Ученик изучает свойства силы трения скольжения. В его распоряжении имеются установки, состоящие из горизонтальной опоры и сплошного бруска. Площадь соприкосновения бруска с опорой при проведении всех опытов одинакова. Параметры установок приведены в таблице.

Какие из этих установок нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость коэффициента трения от модуля силы нормального давления тела на опору?

№ установки	Материал опоры	Объем бруска	Материал, из которого сделан брусок
1	Сталь	30 $см^3$	Стекло
2	Сталь	50 $см^3$	Стекло
3	Сталь	30 $см^3$	Алюминий
4	Алюминий	30 $см^3$	Стекло
5	Алюминий	50 $см^3$	Медь

В ответ запишите номера выбранных установок.

№ 383.

Необходимо провести лабораторную работу по обнаружению зависимости жесткости проволоки от материала, из которого она изготовлена. Для этого использовали установки, состоящие из прикрепленной к потолку за конец проволоки и подвешенного к ней груза. Какие две установки из перечисленных в таблице необходимо выбрать, чтобы провести такое исследование? Все проволоки имели одинаковый диаметр.

№ установки	Длина проволоки	Материал проволоки	Масса груза
1	1,0 м	Медь	10 кг
2	1,5 м	Медь	2 кг
3	2,0 м	Медь	5 кг
4	0,5 м	Алюминий	5 кг
5	0,5 м	Медь	5 кг

В ответе запишите номера выбранных установок.

№ 384.

Ученику требуется определить зависимость периода свободных колебаний пружинного маятника от коэффициента жесткости пружины. Для этого он приготовил штатив с муфтой и лапкой, линейку с миллиметровой шкалой, груз известной массы. Какие два предмета из приведенного ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

В ответ запишите номера выбранных предметов.

1. Деревянная рейка.
2. Мензурка с водой.
3. Набор грузов с неизвестными массами.
4. Набор пружин.
5. Секундомер.

№ 385.

Ученику нужно провести лабораторную работу по исследованию зависимости мощности, выделяющейся в резисторе, от силы постоянного тока, протекающего через этот резистор. Для этого ученик собрал электрические цепи, каждая из которых состоит из последовательно соединенных резистора, очень хорошего амперметра и аккумулятора с некоторым внутренним сопротивлением. Какие две цепи из перечисленных в таблице необходимо выбрать, чтобы провести такое исследование?

№ электрической цепи	Сопротивление резистора	ЭДС аккумулятора	Сила постоянного тока в цепи
1	5Ом	6В	1,2
2	1Ом	10В	8,3
3	2Ом	6В	2,9
4	3Ом	12В	3,4
5	2Ом	10В	4,0

В ответе запишите номера выбранных электрических цепей.

№ 386.

Ученику необходимо на опыте обнаружить зависимость объема газа, находящегося в сосуде под подвижным поршнем, от внешнего давления. У него имеются пять различных сосудов с манометрами. Сосуды наполнены одним и тем же газом при различных значениях температуры и давления (см. таблицу).

Какие **два** сосуда необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

№ сосуда	Давление, кПа	Температура газа в сосуде, °С	Масса газа, г
1	160	45	10
2	180	45	15
3	160	30	15
4	160	30	10
5	180	30	15

№ 387.

Ученик изучает колебания пружинного маятника. В его распоряжении имеется пять маятников, характеристики которых указаны в таблице. Какие **два** маятника необходимо взять ученику для того, чтобы на опыте исследовать зависимость периода колебаний от массы груза?

№ маятника	Масса груза m, г	Жесткость пружины k, Н/м	Длина пружины L, см
1	200	10	15
2	250	15	25
3	200	10	25
4	300	15	15
5	400	10	15

№ 388.

Ученики выполняли лабораторную работу, посвященную изучению явления электролиза. В инструкции было написано, что нужно подключить источник постоянного напряжения к двум угольным электродам, погруженным в электролитическую ванну с раствором медного купороса, а затем установить фиксированную силу тока в цепи и поддерживать ее неизменной в течение определенного интервала времени. Масса выделившейся при электролизе меди определяется путем взвешивания соответствующего электрода до и после проведения эксперимента (перед взвешиванием электрод тщательно протирается от остатков электролита). Для выполнения этой работы ученикам было выдано следующее оборудование: сосуд с раствором медного купороса и электродами, аналитические весы, источник постоянного напряжения, секундомер, соединительные провода, фильтровальная бумага.

Какие два предмета из приведенного ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать, чтобы провести этот эксперимент?

1. Амперметр.
2. Вольтметр.
3. Мензурка.
4. Линейка.
5. Реостат.

№ 389.

Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить коэффициент трения скольжения алюминия по дереву. Для этого школьник взял деревянную рейку и прикрепил к столу. Какие два предмета из приведенного ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента? В ответ запишите номера выбранных предметов.

1. Линейка.
2. Мензурка.
3. Динамометр.
4. Алюминиевый брусок.
5. Пластмассовая рейка.

№ 390.

Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить сопротивление резистора. Для этого, помимо резистора, школьник взял соединительные провода, реостат, ключ и аккумулятор. Какие еще два предмета из приведенного ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

1. Лампочка.
2. Вольтметр.
3. Катушка индуктивности.
4. Конденсатор.
5. Амперметр.

В ответ запишите номера выбранных предметов.

№ 391.

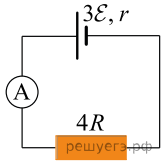
Для проведения лабораторной работы по обнаружению зависимости сопротивления проводника от его диаметра ученику выдали пять проводников, изготовленных из разных материалов, различных длины и диаметра (см.таблицу). Какие два проводника из предложенных необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

№ проводника	Длина проводника	Диаметр проводника	Материал
1	10 м	1,0 мм	медь
2	10 м	0,5 мм	медь
3	20 м	1,0 мм	медь
4	5 м	1,0 мм	алюминий
5	10 м	0,5 мм	алюминий

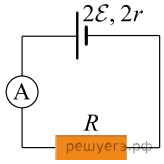
В ответе запишите номера выбранных проводников.

№ 392.

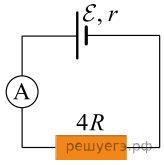
Необходимо экспериментально обнаружить зависимость силы тока, протекающего в цепи, от внутреннего сопротивления источника тока. Какие две схемы следует использовать для проведения такого исследования?



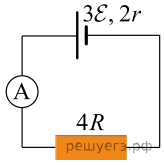
1



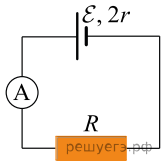
2



3



4



5

Запишите в ответ номера выбранных схем.

№ 393.

Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно измерить сопротивление резистора. Для этого школьник взял исследуемый резистор, набор электрических проводов и вольтметр. Какие два предмета из приведенного ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

1. Амперметр.
2. Резистор с известным сопротивлением.
3. Второй вольтметр.
4. Конденсатор.
5. Источник напряжения.

№ 394.

Ученику необходимо на опыте обнаружить зависимость объема газа, находящегося в сосуде под подвижным поршнем, от внешнего давления. У него имеется пять различных сосудов с манометрами. Сосуды наполнены одним и тем же газом при различных температуре и давлении (см. таблицу).

Какие **два** сосуда необходимо взять ученику, чтобы провести исследование?

№ сосуда	Давление, кПа	Температура газа в сосуде, °С	Масса газа, г
1	60	80	10
2	100	100	10
3	80	60	5
4	90	80	15
5	100	60	5

В ответ запишите номера выбранных сосудов.

№ 395.

В лаборатории экспериментально изучают зависимость частоты колебаний струны, закреплённой с двух сторон, от силы её натяжения. Какие две установки нужно использовать для проведения такого эксперимента?

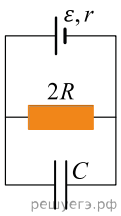
№ установки	Сила натяжения струны, Н	Диаметр струны, мм	Материал струны
1	15	0,5	Сталь
2	10	1	Сталь
3	10	0,5	Медь
4	25	1	Сталь
5	20	1	Пластик

В ответе запишите номера выбранных установок.

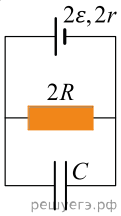
№ 396.

Необходимо экспериментально изучить зависимость заряда, накопленного конденсатором, от сопротивления резистора. Какие две схемы следует использовать для проведения такого исследования?

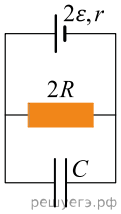
1)



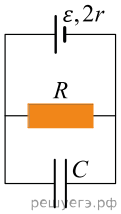
2)



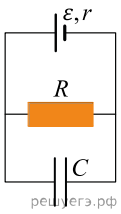
3)



4)



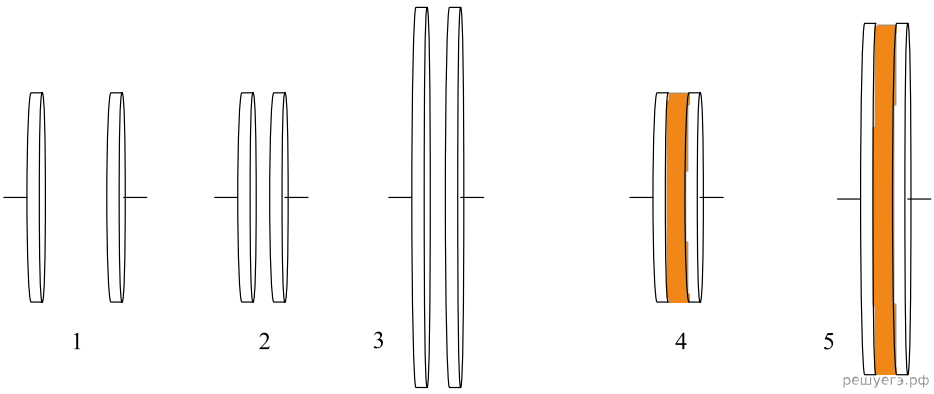
5)



Запишите в ответе номера выбранных схем.

№ 397.

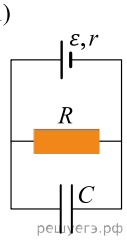
Учитель попросил Васю исследовать зависимость емкости конденсатора от расстояния между его пластинами. Какие два конденсатора из представленных на рисунке следует выбрать Васе, чтобы выполнить задание учителя?



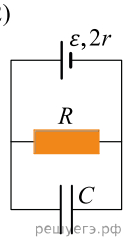
№ 398.

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

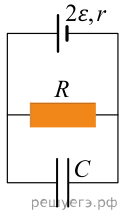
1)



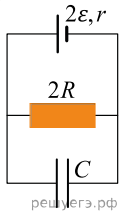
2)



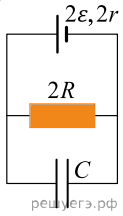
3)



4)



5)



Запишите в ответе номера выбранных схем.

№ 399.

Необходимо собрать экспериментальную установку и определить с ее помощью внутреннее сопротивление аккумуляторной батареи. Для этого школьник взял аккумулятор, ключ, соединительные провода и реостат. Какие двапредмета из приведенного ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

1. Резистор.
2. Конденсатор.
3. Секундомер.
4. Амперметр.
5. Вольтметр.

№ 400.

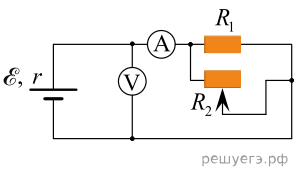
При помощи нитяного маятника необходимо экспериментально определить ускорение свободного падения. Для этого школьник взял штатив с муфтой и лапкой, нить и стальной шарик. Какие два предмета из приведенного ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

1. Электронные весы.
2. Мензурка.
3. Линейка.
4. Динамометр.
5. Секундомер.

В ответе запишите номера выбранного оборудования.

№ 401.

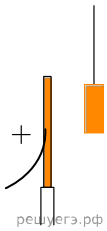
На рисунке показана принципиальная схема электрической цепи, состоящей из источника тока с отличным от нуля внутренним сопротивлением, резистора, реостата и измерительных приборов — идеального амперметра и идеального вольтметра. Как будут изменяться показания приборов при перемещении движка реостата вправо? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.



решуегэ.рф

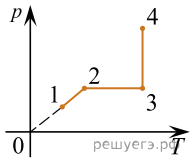
№ 402.

Около небольшой металлической пластины, укрепленной на изолирующей подставке, подвесили на длинной шелковой нити легкую металлическую незаряженную гильзу. Когда пластину подсоединили к клемме высоковольтного выпрямителя, подав на нее положительный заряд, гильза пришла в движение. Опишите движение гильзы и объясните его, указав, какими физическими явлениями и закономерностями оно вызвано.



№ 403.

На pT-диаграмме показано, как изменялись давление и температура некоторого постоянного количества разреженного газа при его переходе из начального состояния1в состояние4. Как изменялось объём V и внутренняя энергия U на каждом из трёх участков 1–2, 2–3, 3–4: увеличивалось, уменьшалось или же оставалось неизменным? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения.



№ 404.

Иван Иванович в свой день рождения нарезал хлеб на куски и оставил их дома на столе, ничем не прикрывая. Через некоторое (не очень большое) время выяснилось, что хлеб остался мягким, но при этом заплесневел. Иван Иванович точно помнил, что ровно полгода назад, когда он так же оставил на столе нарезанный хлеб, куски быстро зачерствели, но плесенью не покрылись.

В какое время года — летом или зимой — родился Иван Иванович?

Ответ поясните, указав, какие физические явления и законы Вы использовали для объяснения.

№ 405.

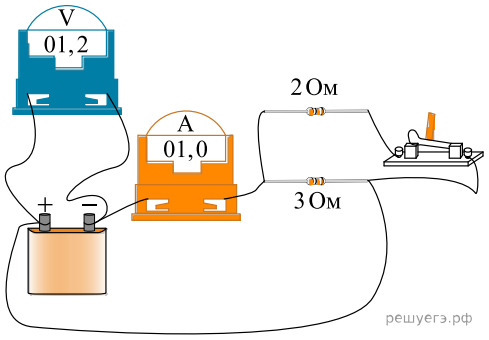
В сосуде, закрытом поршнем, находится при комнатной температуре воздух, относительная влажность которого равна 50%, а масса пара равна m. Поршень медленно вдвигают в сосуд, уменьшая его объем в 8раз, при постоянной температуре. Нарисуйте график зависимости массы пара в сосуде в этом процессе от объема сосуда.

№ 406.

Под прозрачный колпак вакуумного насоса помещен смоченный водой комок ваты и напущено немного дыма от горящей спички. После включения насоса и откачивания части воздуха под колоколом образуется туман. Если после этого прекратить откачку и напустить под колокол воздух, то туман почти мгновенно исчезнет. Опыт показывает, что в отсутствие дыма от спички туман под колоколом при откачивании воздуха не образуется. Почему при напускании под колокол воздуха туман исчезает? Какую роль в процессе образования тумана играет дым от спички? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

№ 407.

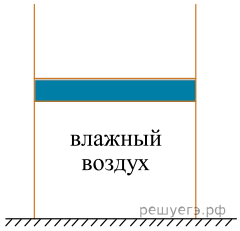
Схема, изображенная на рисунке, состоит из двух резисторов с различным сопротивлением, батарейки, обладающей внутренним сопротивлением, и измерительных приборов. Как изменятся показания идеальных амперметра и вольтметра (увеличатся, уменьшатся, не изменятся), если разомкнуть ключ К? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.



№ 408.

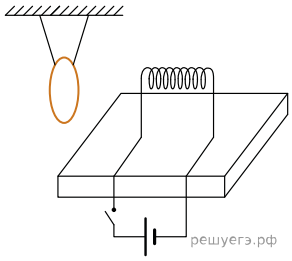
Летом в ясную погоду над полями и лесами к середине дня часто образуются кучевые облака, нижняя кромка которых находится на одинаковой высоте. Объясните, опираясь на известные вам законы и закономерности, физические процессы, которые приводят к этому.

№ 409.



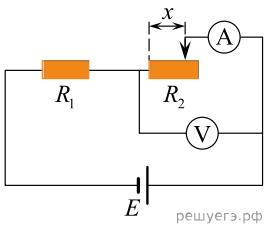
На столе стоит вертикальный цилиндрический сосуд, закрытый сверху подвижным герметичным поршнем, который вначале удерживают в неподвижном состоянии. Внутри сосуда под поршнем находятся влажный воздух, термометр, барометр и гигрометр. Установившиеся показания термометра, барометра и гигрометра равны +10°C, 100кПа и 80% соответственно. Стенки сосуда обладают хорошей теплопроводностью, температура воздуха снаружи цилиндра поддерживается постоянной. Как будут изменяться показания приборов, если начать медленно смещать поршень вниз? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

№ 410.



Замкнутое медное кольцо подвешено на длинных нитях вблизи катушки индуктивности, закрепленной на столе и подключенной к источнику постоянного тока (см.рис.). Первоначально электрическая цепь катушки разомкнута. Как будет двигаться кольцо при замыкании цепи? Ответ поясните, используя физические закономерности.

№ 411.



В цепи, схема которой изображена на рисунке, идеальный источник питания с ЭДС E присоединен к цепочке из двух последовательно соединенных резисторов. Левый резистор имеет постоянное сопротивление R_1, а правый резистор представляет собой реостат с полным сопротивлением $R_2 = R_1$. Сопротивление R_x реостата между его левым контактом и «ползунком» прямо пропорционально расстоянию x между ними (см.рис.). Амперметр и вольтметр также идеальные. Объясните, как и почему будет изменяться сила тока, текущего через амперметр, если перемещать ползунок от левого до правого конца реостата? Определите, во сколько раз при этом изменится сила тока. Постройте график зависимости напряжения U, регистрируемого вольтметром, от сопротивления R_x. На этом графике поставьте точку, которая соответствует середине реостата, и определите показание вольтметра при данном значении R_x.

№ 412.

Зимой по краям заснеженных наклонных крыш домов часто образуются сосульки, которые при не слишком морозной погоде быстро растут и могут сорваться и упасть, представляя большую опасность для проходящих внизу людей. На крышах многих современных загородных домов сосульки, однако, не образуются благодаря специальной конструкции этих крыш: они двухслойные, и между верхним и нижним слоями имеется зазор, в котором воздух может свободно циркулировать и выходить наружу. Объясните, основываясь на известных физических законах и закономерностях, причину образования сосулек в первом случае и их отсутствие во втором случае.

№ 413.

Два незаряженных электрометра соединили проводящим металлическим стержнем с изолирующей ручкой. Затем к первому поднесли отрицательно заряженную палочку, не касаясь шара. После этого сначала убрали стержень, соединяющий электрометры, а только потом убрали заряженную палочку. Объясните наблюдаемые явления и определите знак заряда на электрометрах после того, как убрали стержень и палочку.

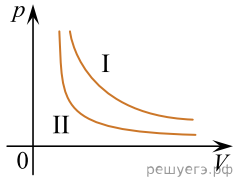
№ 414.

В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате 25 °C на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до 14 °C. По результатам этих экспериментов определите абсолютную и относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. Поясните, почему конденсация паров воды в воздухе может начинаться при различных значениях температуры. Давление и плотность насыщенного водяного пара при различной температуре показано в таблице:

t, °C	7	9	11	12	13	14	15	16	19	21	23	25	27
p, гПа	10	11	13	14	15	16	17	18	22	25	28	32	36
ρ, г/м^3	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6	16,3	18,4	20,6	23,0	25,8

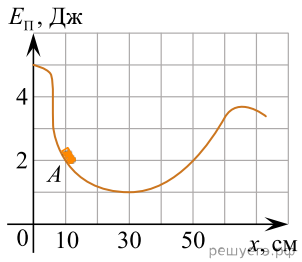
№ 415.

Две порции одного и того же идеального газа изотермически расширяются при одной и той же температуре. Изотермы представлены на рисунке. Почему изотермаI лежит выше изотермыII? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.



№ 416.

После толчка льдинка закатилась в яму с гладкими стенками, в которой она может двигаться практически без трения. На рисунке приведен график зависимости энергии взаимодействия льдинки с Землей от ее координаты в яме. В некоторый момент времени льдинка находилась в точке A с координатой $x = 10$ см и двигалась влево, имея кинетическую энергию, равную 2Дж. Сможет ли льдинка выскользнуть из ямы? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



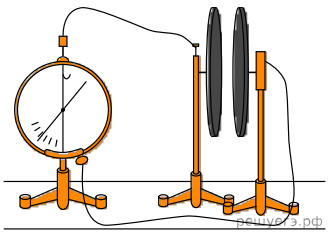
№ 417.

Известно, что сжиженные газы с низкими температурами кипения при нормальном давлении (например, метан, азот, кислород, водород, гелий) нельзя хранить в герметично закрытых сосудах, даже если они имеют хорошую теплоизоляцию. При хранении в открытых теплоизолированных сосудах, сообщающихся с атмосферой, потери таких газов на испарение, отнесенные к единице объема жидкости, тем меньше, чем больше объем сосуда.

Объясните причины вышеизложенного, основываясь на известных физических законах и закономерностях.

№ 418.

Две плоские пластины конденсатора, закрепленные на изолирующих штативах, расположили на небольшом расстоянии друг от друга и соединили одну пластину с заземленным корпусом, а другую — со стержнем электрометра (см.рис.). Затем пластину, соединенную со стержнем электрометра, зарядили. Объясните, опираясь на известные Вам законы, как изменяются показания электрометра при сближении пластин. Отклонение стрелки электрометра пропорционально разности потенциалов между пластинами. Емкость электрометра пренебрежимо мала.



№ 419.

Известно, что вечерняя роса на траве — это к хорошей, ясной погоде, а сухая трава — к пасмурной. Объясните с точки зрения физических законов и закономерностей, почему это так.

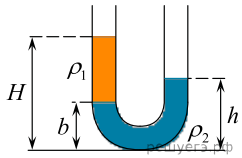
Юный физик в летний вечер решил отправиться на прогулку и оценить, какая масса воды содержится в $1 м^3$ влажного атмосферного воздуха. Какие приборы ему необходимо взять с собой для того, чтобы провести необходимые измерения? Какие справочные (табличные) значения понадобятся ему для проведения вычислений?

№ 420.

Садоводы осенью и весной часто уничтожают опавшие листья, сжигая их на костре. Разведя костер, они начинают сыпать на него сверху листья. В каком случае костер будет лучше гореть и меньше дымить: если листья сухие и бросают их небольшими порциями, или листья сырые и их много? Объясните, основываясь на известных физических законах и закономерностях, почему это происходит.

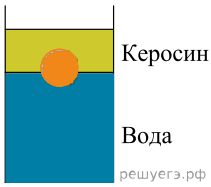
№ 421.

В широкую U-образную трубку с вертикальными прямыми коленами налиты керосин и вода (см.рис.). На рисунке b=10см, H = 30см. Какова высота жидкости в правом колене?



№ 422.

Шарик покоится на границе раздела сред (см.рис.). Определите плотность шарика, если в воду шарик погружен на 1/4часть своего объема.



№ 423.

Упругая легкая пружина жесткостью 80Н/м одним концом прикреплена к лапке штатива. К свободному концу пружины подвешен груз массой 200г. Определите потенциальную энергию растянутой пружины.

№ 424.

Мячик бросили вверх под углом 60° к горизонту с начальной скоростью 10м/с. Какой угол к горизонту будет составлять скорость мячика через 0,366с? Сопротивлением воздуха пренебречь.

№ 425.

С балкона высотой 20м упал на землю мяч массой 0,2кг. Из-за сопротивления воздуха скорость мяча у земли оказалась на 20% меньше скорости тела, свободно падающего с высоты 20м. Чему равен импульс мяча в момент удара о землю?

№ 426.

Ядро, летевшее с некоторой скоростью, разрывается на две части. Первый осколок летит под углом90° к первоначальному направлению со скоростью 20м/с, а второй— под углом30° со скоростью 80м/с. Чему равно отношение массы первого осколка к массе второго осколка?

№ 427.

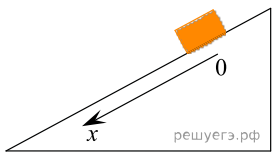
Тело, движущееся равноускоренно из состояния покоя, за первый километр разгона приобрело скорость 54км/ч. Чему равно общее время разгона, если за это время тело прошло путь, равный 2250м?

№ 428.

По одной прямой навстречу друг другу движутся два пластилиновых шарика, массы которых равны 0,5кг и 0,3кг соответственно. В результате столкновения шарики слипаются. Чему будет равен модуль скорости шариков сразу после столкновения, если перед столкновением модуль скорости каждого из них был равен 7м/с? Временем взаимодействия шариков пренебречь.

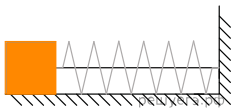
№ 429.

На наклонной плоскости соскальзывает шайба. Зафиксированы ее положения через равные интервалы времени (1секунда): 0,3м, 1,2м и 2,7м. Докажите, что шайба движется равноускорено и найдите это ускорение.



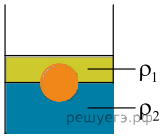
№ 430.

Нить, удерживающая легкую пружину в сжатом состоянии, внезапно оборвалась (см.рисунок). На сколько сантиметров была сжата пружина жесткостью 20кН/м, если она сообщила бруску массой 20г максимальную скорость 10м/с? Трением бруска о поверхность и массой пружины пренебречь.



№ 431.

На границе раздела двух несмешивающихся жидкостей, имеющих плотности $\rho_1 = 800$ кг/м^3 и $\rho_2 = 1000$ кг/м^3, плавает шарик (см.рис.). Какой должна быть плотность шарика ρ, чтобы выше границы раздела жидкостей была одна четверть его объёма?



№ 432.

Поезд тронулся с места и двигался равноускоренно. За первый километр поезд разогнался до 10м/с. Найдите, какое расстояние прошел поезд, если время движения составило 400с.

№ 433.

Деревянная линейка длиной l=90см выдвинута за край стола на $\frac{1}{4}$ часть своей длины. При этом она не опрокидывается, если на ее правом конце лежит груз массой не более $m_1 = 250$ г. Далее линейку выдвинули вправо за край стола на некоторое расстояние и положили на ее правый конец груз массой $m_2 = 125$ г. На какое расстояние дополнительно можно выдвинуть линейку во втором опыте, чтобы она не перевернулась?

№ 434.

Маленький камень бросили с поверхности Земли под углом45° к горизонту, он упал обратно на землю на расстоянии 20метров от точки броска. Найти максимальную высоту подъема камня при полете. Сопротивлением воздуха пренебречь.

№ 435.

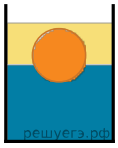
Деревянный шар привязан нитью ко дну цилиндрического сосуда с площадью дна $S = 200\,см^2$. В сосуд наливают воду так, что шар полностью погружается в жидкость, при этом нить натягивается и действует на шар с силой T. Если нить перерезать, то шар всплывёт, а уровень воды изменится на h=5см. Найдите силу натяжения нити T.

№ 436.

Шарик массой M=10кг скользит по гладкому горизонтальному столу со скоростью v_1=5м/с и испытывает лобовое столкновение с покоящимся шариком массой $m = 2\,кг$. После этого скорость тяжёлого шарика остаётся направленной вдоль той же прямой и уменьшается до значения v_2=4м/с. Какое количество теплоты Q выделяется в процессе столкновения шариков?

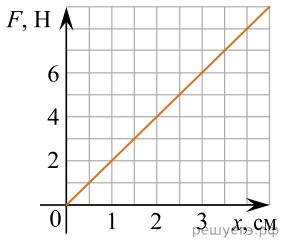
№ 437.

В стакан налита вода, а поверх неё — керосин. Однородный шар плавает, погружённый в обе жидкости. При этом пятая часть объёма шара находится в воде. Найдите плотность материала шара.



№ 438.

На графике приведена зависимость модуля силы упругости F растянутой пружины от величины ее растяжения x. Найти период свободных колебаний груза массой 0,5кг, подвешенного на этой пружине.



№ 439.

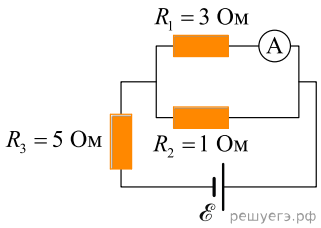
Период колебаний математического маятника на поверхности Земли в 1,2раза больше периода его колебаний на некоторой планете. Чему равен модуль ускорения свободного падения на этой планете? Влияние атмосферы в обоих случаях пренебрежимо мало.

№ 440.

Снаряд массой 2кг, летящий с некоторой скоростью, разрывается на два осколка. Первый осколок массой 1кг летит под углом90° к первоначальному направлению со скоростью 300м/с. Скорость второго осколка равна 500м/с. Найти скорость снаряда.

№ 441.

В цепи, изображенной на рисунке, идеальный амперметр показывает 1 А. Найдите ЭДС источника, если его внутреннее сопротивление 1Ом.



№ 442.

При помощи первого электрокипятильника можно вскипятить 200г воды в стакане за 2минуты, а при помощи второго, включенного в ту же розетку,— за 3минуты. За какое время закипит та же масса воды в стакане, если подключить эти кипятильники параллельно? Теплопотерями пренебречь.

№ 443.

Тело массой 800г, нагретое до температуры 100°С, опустили в калориметр, содержащий 200г воды. Начальная температура калориметра и воды равна 30°С. После установления теплового равновесия температура тела и воды в калориметре 37°С. Определите удельную теплоемкость вещества исследуемого тела. Теплоемкостью калориметра пренебречь. Ответ приведите в джоулях на килограмм на градус Цельсия, округлите до целых.

№ 444.

К решетке вплотную поставили линзу, которая собирает лучи в одной точке на экране. Линза расположена между решеткой и экраном. Расстояние от линзы до экрана 2м. Ширина спектра второго порядка 8см. Длина волны красного света $8 \cdot 10^{-7}$ и фиолетового света $4 \cdot 10^{-7}$м. Найдите, сколько штрихов приходится на 1см решетки.

$\sin\varphi \approx \operatorname{tg}\varphi \approx \varphi$.

№ 445.

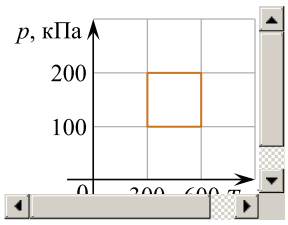
Дифракционная решетка с периодом 10^{-5}м расположена параллельно экрану на расстоянии 0,75м от него. На решетку по нормали к ней падает пучок света с длиной волны 0,4мкм. Максимум какого порядка будет наблюдаться на экране на расстоянии 3см от центра дифракционной картины? Считать $\sin\alpha \approx \operatorname{tg}\alpha$.

№ 446.

Предмет находится на расстоянии 36см от тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием 20см перпендикулярно ее главной оптической оси. Найдите высоту предмета, если высота его изображения составляет 5см.

№ 447.

С идеальным газом происходит циклический процесс, pT–диаграмма которого представлена на рисунке. Наименьший объем, который занимает газ в этом процессе, составляет 6л. Определите количество вещества этого газа. Ответ укажите в молях с точностью до сотых.



№ 448.

Две тонкие вертикальные металлические пластины расположены параллельно друг другу, расстояние между ними равно 2см. Площадь поперечного сечения каждой из пластин равна 15 000см^2. Левая пластина имеет заряд $q = 5$ пКл, заряд второй пластины $-q$. Найдите чему равен модуль напряженности электрического поля между пластинами на расстоянии 0,5см от левой пластины.

№ 449.

В термос с большим количеством льда при температуре $t_1 = 0\,^\circ\mathrm{C}$ заливают 0,5кг воды с температурой $t_2 = 66\,^\circ\mathrm{C}$. При установлении теплового равновесия в сосуде расплавится лед массой m. Найдите m, ответ укажите в килограммах с точностью до сотых.

№ 450.

В области пространства, где находится частица с массой 10^{-6} г и зарядом $5 \cdot 10^{-13}$ Кл, создано однородное горизонтальное электрическое поле напряженностью $2 \cdot 10^{5}$ В/м. За какое время частица переместится на расстояние 4,5см по горизонтали, если ее начальная скорость равна нулю? Ответ приведите в секундах, округлите до сотых.

№ 451.

На дифракционную решетку, имеющую 100штрихов на 1мм, перпендикулярно ее поверхности падает луч света, длина волны которого 650нм. Каков максимальный порядок дифракционного максимума, доступного для наблюдения?

№ 452.

К потолку комнаты высотой 4м прикреплено светящееся панно-лампа в виде круга диаметром 2м. На высоте 2м от пола параллельно ему расположен круглый непрозрачный диск диаметром 2м. Центр панно и центр диска лежат на одной вертикали. Какова площадь полутени на полу? Ответ округлите до целых.

№ 453.

В стакан налили заварки, имеющей температуру 20°С, и 140г воды при температуре 90°С. Температура получившегося чая оказалась равной 70°С. Какова масса заварки? Теплообменом с окружающей средой пренебречь. Теплоемкость заварки принять равной теплоемкости воды.

№ 454.

Мнимое изображение предмета в тонкой собирающей линзе с фокусным расстоянием F=12см получено с увеличением Г=3. На каком расстоянии от линзы находится изображение предмета, если он расположен перпендикулярно главной оптической оси линзы? Постройте изображение предмета в линзе.

№ 455.

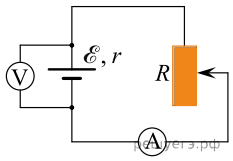
Каково давление идеального одноатомного газа, у которого при плотности 1,2кг/м^3 среднеквадратичная скорость хаотичного теплового движения молекул равна 500м/с?

№ 456.

На дифракционную решетку, имеющую период $5 \cdot 10^{-6}$ м, падает нормально параллельный пучок зеленого света с длиной волны $5{,}3 \cdot 10^{-7}$ м. Дифракционный максимум какого максимального порядка можно наблюдать при помощи этой дифракционной решетки?

№ 457.

При одном сопротивлении реостата вольтметр показывает 6В, амперметр— 1А (см.рис.). При другом сопротивлении реостата показания приборов: 4В и 2А. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока? Амперметр и вольтметр считать идеальными.



№ 458.

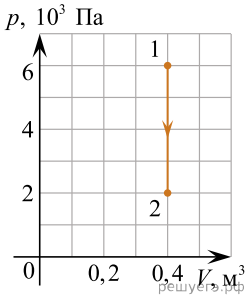
На дифракционную решетку, имеющую 500штрихов на 1мм, перпендикулярно ее поверхности падает узкий луч монохроматического света частотой $5 \cdot 10^{14}$Гц. Каков максимальный порядок дифракционного максимума, доступного для наблюдения?

№ 459.

Предмет расположен на расстоянии 9см от собирающей линзы с фокусным расстоянием 6см. Линзу заменили на другую собирающую линзу с фокусным расстоянием 8см. На каком расстоянии от новой линзы нужно расположить предмет для того, чтобы увеличения в обоих случаях были одинаковыми? Ответ приведите в сантиметрах.

№ 460.

Во время опыта абсолютная температура воздуха в сосуде понизилась в 2раза, и он перешел из состояния1в состояние2 (см.рис.). Кран у сосуда был закрыт неплотно, и сквозь него мог просачиваться воздух. Рассчитайте отношение $\frac{N_2}{N_1}$ количества молекул газа в сосуде в конце и начале опыта. Воздух считать идеальным газом. (Ответ округлить до сотых.)

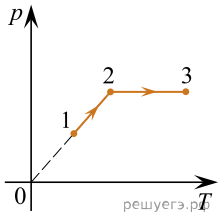


№ 461.

В цилиндр с подвижным поршнем накачали ν=4моля идеального одноатомного газа при температуре t_1=70°C. Накачивание вели так, что давление газа было постоянным. Затем накачку прекратили и дали газу в цилиндре расшириться без теплообмена с окружающей средой до давления p=1атм. При этом газ остыл до температуры t_2=30°C. Какую суммарную работу совершил газ в этих двух процессах? В исходном состоянии цилиндр был пуст и поршень касался дна.

№ 462.

Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1–2–3, график которого показан на рисунке в координатах p–T. Известно, что давление газа p в процессе 1–2увеличилось в 2раза. Какое количество теплоты было сообщено газу в процессе 1–2–3, если его температура T в состоянии1 равна 300К, а в состоянии3 равна 900К?

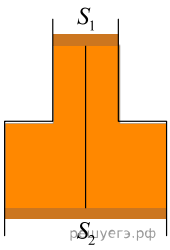


№ 463.

Некоторое количество азота находится в замкнутом сосуде при температуре 300К и давлении 2атм. Когда температуру сосуда повысили до 3000К, часть молекул азота распалась на атомы, и в результате этого давление увеличилось до 30атм. Какая часть молекул азота распалась на атомы?

№ 464.

В гладкой, открытой с обоих концов вертикальной трубе, имеющей два разных сечения, находятся два поршня, соединенные стержнем длиной 0,5м, а между поршнями— 0,2 моля идеального газа. Площадь сечения верхнего поршня $S_1 = 40$ см^2, а нижнего $S_2 = 190$ см^2. Давление газа $p = 90$ кПа, давление наружного воздуха $p_0 = 100$ кПа. На сколько нужно изменить температуру газа между поршнями, чтобы они переместились вниз на 3см?

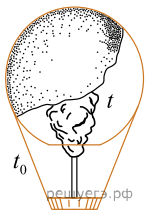


№ 465.

В сосуде лежит кусок льда. Температура льда $t_1 = 0°$C. Если сообщить ему количество теплоты Q, то весь лёд растает и образовавшаяся вода нагреется до температуры $t_2 = 30°$C. Какая доля льда k растает, если сообщить ему количество теплоты $q = \frac{Q}{2}$? Тепловыми потерями на нагрев сосуда пренебречь.

№ 466.

Воздух в воздушном шаре, оболочка которого имеет массу $M = 400$ кг и объем $V = 2500$ м^3, нагревают горелкой через отверстие снизу. Окружающий воздух имеет температуру $t_0 = 7$ °C и плотность $\rho_0 = 1{,}2$ кг/м^3. При какой минимальной разности температур шар сможет поднять груз массой $m = 200$ кг? Оболочка шара нерастяжима.



№ 467.

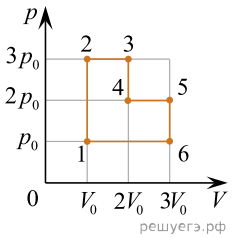
Для отопления обычной московской квартиры площадью $S = 60$ м^2 в месяц требуется при сильных морозах, судя по квитанциям ЖКХ, примерно 1гигакалория теплоты (1 кал $\approx 4{,}2$ Дж). Она получается в основном при сжигании на московских теплоэлектростанциях природного газа— метана с КПД η преобразования энергии экзотермической реакции в теплоту около 50%. Уравнение этой химической реакции имеет вид:

$$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O + Q,$$

где $Q \approx 1{,}33 \cdot 10^{-18}$ Дж (на одну молекулу метана).

Представим себе, что пары воды, получившиеся в результате сжигания метана, сконденсировались, замерзли на морозе и выпали в виде снега на крыше дома, равной по площади квартире. Будем считать плотность такого снега равной 100 кг/м^3. Какова будет толщина h слоя снега, выпавшего за месяц в результате этого процесса?

№ 468.



Идеальный одноатомный газ, количество которого равно ν=0,05моля, используется в качестве рабочего тела в тепловом двигателе. На *pV*-диаграмме (*p* — давление газа, *V* — его объём) показан процесс 1–2–3–4–5–6–1, совершаемый газом в течение одного цикла работы двигателя. В качестве топлива для данного двигателя используется каменный уголь с удельной теплотой сгорания29,3МДж/кг, причём рабочее тело получает η=50% количества теплоты, выделяющегося при сгорании. Температура газа в состоянии 4 равна T_4=500К.Какая масса угля сгорает в течение $N = 10^4$ циклов работы двигателя?

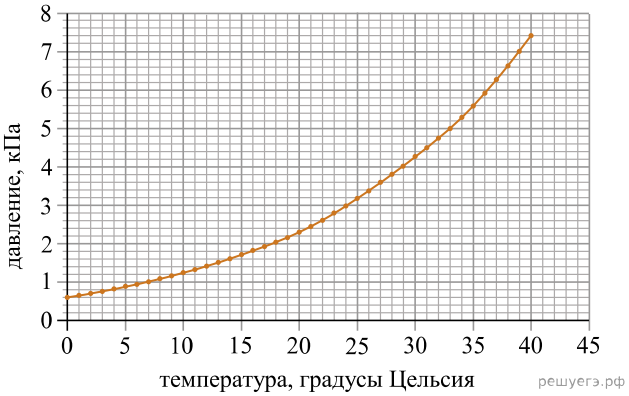
№ 469.

Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре $T_1 = 600$ К и давлении $p_1 = 4 \cdot 10^5$ Па, расширяется и одновременно охлаждается так, что его давление при расширении обратно пропорционально квадрату объема. Конечное давление газа $p_2 = 10^5$ Па. Чему равна внутренняя энергия газа после расширения?

№ 470.

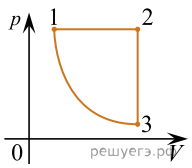
В большом помещении с размерами 6×10×3м ^{3} в зимние холода при температуре t_1 парциальное давление водяного пара в воздухе составляло $p_{п1} = 700$ Па а относительная влажность воздуха равнялась при этом $\varphi_1 = 50\%$. После обогрева помещения температура в нем поднялась до значения t_2=25°С, а относительная влажность снизилась до $\varphi_2 = 25\%$. Используя приведенный на рисунке график, найдите, как и на сколько в результате обогрева изменилась масса *m* паров воды в данном помещении.

Зависимость давления насыщенных паров воды от температуры



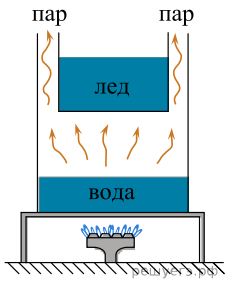
№ 471.

Над одноатомным идеальным газом проводится циклический процесс, показанный на рисунке, где 1–2 изобарное расширение, 2–3 изохорное охлаждение, 3–1 адиабатное сжатие. Отношение работы газа в процессе 1–2к модулю работы, совершенной над газом в процессе 3–1, равно 2. Определите КПД тепловой машины. Масса газа в ходе цикла не изменялась.



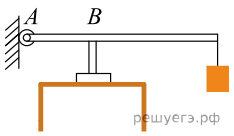
№ 472.

На газовую плиту поставили сосуд, в котором находится 0,5литра воды при температуре $+20\,^{\circ}\mathrm{C}$. В верхней части сосуда имеется емкость с 1кг льда при температуре $0\,^{\circ}\mathrm{C}$ (см.рис.). Пары воды могут выходить из сосуда, обтекая емкость со льдом. Что и при какой температуре окажется в верхней емкости к моменту, когда вся вода в сосуде испарится? Считать, что на нагревание емкости расходуется 50% теплоты, полученной водой в сосуде. Испарением воды при температуре ниже $+100\,^{\circ}\mathrm{C}$, а также теплоемкостью стенок сосуда и емкости пренебречь.



№ 473.

В цилиндр объемом $0{,}5\text{м}^3$ насосом закачивается воздух со скоростью 0,002кг/с. В верхнем торце цилиндра есть отверстие, закрытое предохранительным клапаном. Клапан удерживается в закрытом состоянии стержнем, который может свободно поворачиваться вокруг оси в точке A (см.рис.). К свободному концу стержня подвешен груз массой2кг. Клапан открывается через 580с работы насоса, если в начальный момент времени давление воздуха в цилиндре было равно атмосферному. Площадь закрытого клапаном отверстия $5\cdot10^{-4}\ \text{м}^2$, расстояние AB равно 0,1м. Температура воздуха в цилиндре и снаружи не меняется и равна 300К. Определите длину стержня, если его считать невесомым.



№ 474.

Школьный класс имеет размеры пола 8м×12м и высоту потолка 4,5м. Осенью при атмосферном давлении 740ммрт.ст. температура в классе равнялась 18°С, а зимой, после похолодания и включения отопления температура повысилась до 24°С при давлении 765ммрт.ст. На сколько изменилось число молекул азота в классе? В воздухе содержится 78% азота по объему. Молярная масса воздуха равна 29кг/кмоль, объемом учителя, учеников, мебели и учебных пособий можно пренебречь.

№ 475.

Царь-колокол был отлит в 1730году по указу Анны Иоанновны из оловянистой бронзы и имеет массу 202тонны. Его так и не смогли поднять на колокольню, и в 1737году во время «великого пожара» в Москве его, по одной из версий, усиленно обливали водой, чтобы он не расплавился (температура плавления бронзы около 1000°C). В результате из-за неравномерного охлаждения колокол растрескался и от него откололся кусок массой M около 12тонн. Пусть этот кусок охлаждали водой, температура которой была равна 20°C. Оцените, какой объем занимает водяной пар сразу после испарения воды, вылитой на осколок, если он охлаждается от 900°C до 100°C. Считайте, что вся вода при попадании на металл сразу испаряется. Удельная теплоемкость бронзы равна 380 Дж/(кг · К).

№ 476.

В большом теплоизолированном цилиндре с жёсткими стенками, разделённом тонкой недеформируемой перегородкой на две части с объёмами V_1=1000л и V_2=2000л, находится идеальный одноатомный газ с давлениями в этих его частях, равными p_1=2атм. и p_2=1атм. соответственно. Какое давление p установится в цилиндре, если убрать перегородку?

№ 477.

В калориметре находился 1кг льда. Чему равна первоначальная температура льда, если после добавления в калориметр 20г воды, имеющей температуру 20°C, в калориметре установилось тепловое равновесие при $-2\,^{\circ}C$? Теплообменом с окружающей средой и теплоемкостью калориметра пренебречь.

№ 478.

Горизонтально закрепленная пробирка со столбиком ртути, длиной 1см, вращается с угловой скоростью 10$с^{-1}$. Во сколько раз нужно увеличить температуру внутри пробирки, чтобы столбик ртути не сдвинулся при увеличении угловой скорости в 4раза. Начальная температура ртути 0°C. Расстояние от оси вращения до центра массы ртути 20см. Давление снаружи пробирки считать атмосферным.

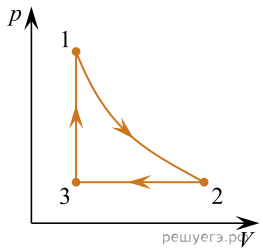


№ 479.

В холодное зимнее время хозяева квартиры стали замерзать при температуре в комнате t=+18°C и, включив дополнительный обогреватель, добились повышения температуры на Δt=4°C. На сколько при этом изменилась масса воздуха в комнате? Площадь комнаты $S = 20\,м^2$, высота потолка h=2,5м, атмосферное давление $p = 10^5$Па, воздух в комнате свободно сообщается с атмосферой.

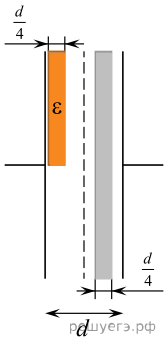
№ 480.

С одним молем идеального одноатомного газа проводят циклический процесс 1–2–3–1, где 1–2— адиабата, 2–3— изобара, 3–1— изохора. Температуры в точках 1, 2, 3 равны 600К, 455К и 300К соответственно. Найдите КПД цикла.



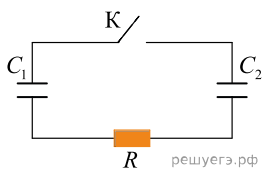
№ 481.

Плоский воздушный конденсатор, отключённый от источника напряжения, обладает зарядом $q = 2$ мкКл. Расстояние между пластинами конденсатора равно d. Внутрь конденсатора одновременно и быстро вставляют две плоские пластины: непроводящую толщиной $\frac{d}{4}$ с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 3$ и металлическую толщиной $\frac{d}{4}$ так, как показано на рисунке. Площадь наибольшей стороны диэлектрической пластины в два раза меньше, чем площадь пластины конденсатора. Найдите электроёмкость C исходного воздушного конденсатора, если в результате помещения в него пластин изменение энергии конденсатора составило $\Delta W = -3$ мкДж.

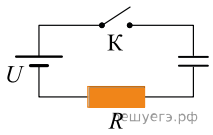


№ 482.

Последовательная цепь состоит из заряженного конденсатора C_1=3мкФ, разомкнутого ключаК, незаряженного конденсатора C_2=6мкФ и резистора R=6000м (см.рис.). Найдите количество теплоты, которое выделится в цепи после замыкания ключаК. Первоначальное напряжение на конденсаторе C_1 равно 500В.



№ 483.



На рисунке изображена схема электрической цепи, в состав которой входят последовательно соединенные резистор, незаряженный плоский конденсатор, высоковольтный источник постоянного напряжения с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением и разомкнутый ключ. Напряжение источника $U = 1$ кВ, площадь пластин конденсатора $S = 100$ см^2, расстояние между пластинами $d = 8{,}85$ мм. Ключ замыкают и дожидаются зарядки конденсатора. Затем, не размыкая ключа, все пространство между обкладками конденсатора очень медленно заполняют дистиллированной водой, которая не проводит электрический ток и обладает диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 81$. Какую работу совершают внешние силы в процессе заполнения конденсатора водой? Считайте, что

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi k} \approx 8{,}85 \cdot 10^{-12}\ \text{Ф/м},$$

где $k = 9 \cdot 10^9$ Н$\cdot$м^2/Кл^2 — коэффициент пропорциональности в законе Кулона. Ответ дайте с учетом знака.

№ 484.

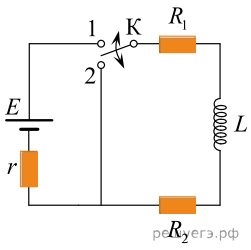
Полый металлический шарик массой 3г подвешен на шёлковой нити и помещён над положительно заряженной плоскостью, создающей однородное вертикальное электрическое поле напряжённостью$2 \cdot 10^{6}$В/м. Шарик имеет положительный заряд $6 \cdot 10^{-8}$ Кл. Период малых колебаний шарика 0,5с. Какова длина нити?

№ 485.

Электропоезд на магнитной подушке приводится в движение благодаря взаимодействию магнитного поля постоянных магнитов, вмонтированных в основание пути и дающих вертикальное магнитное поле с индукцией B=1Тл, с цепочкой горизонтальных проводников, которые прикреплены перпендикулярно вагонам под дном поезда вблизи от магнитов. Длина проводников l=1,5м, они расположены через каждые $\Delta L = 0{,}5$ м (первый — отступив 0,25м от «хвоста» поезда), длина поезда L=100м, токи I во всех проводниках направлены одинаково. Скорость движения поезда v=240км/ч, полезная мощность, развиваемая при этом описанным выше двигателем, P=800кВт. Найдите значение силы тока I в проводниках.

№ 486.

В схеме, изображенной на рисунке, ЭДС источника $\mathscr{E}_1 = 12$ В, его внутреннее сопротивление r=10м, сопротивление резистора R_1=100м, сопротивление катушки индуктивности L равно R_2 = 10м. Вначале ключ K замыкают в положение1, а через длительное время переключают в положение2. После этого в замкнутой части цепи справа от ключа выделяется количество теплоты Q=2Дж. Какой поток Φ вектора магнитной индукции существовал в катушке индуктивности перед переключением ключа в положение 2?



реш.егэ.рф

№ 487.

Ныряльщик, находящийся в бассейне, смотрит вверх с глубины h на спокойную поверхность воды и видит через нее, что его тренер стоит на кромке бассейна, причем ступни ног находятся на уровне воды, а голова видна ныряльщику под углом φ = 45º к вертикали. Показатель преломления воды n = 4/3, расстояние по горизонтали от глаз ныряльщика до ног тренера равно l = 7м, рост тренера H = 1,77м. Чему равна глубина h, с которой смотрит ныряльщик?

№ 488.

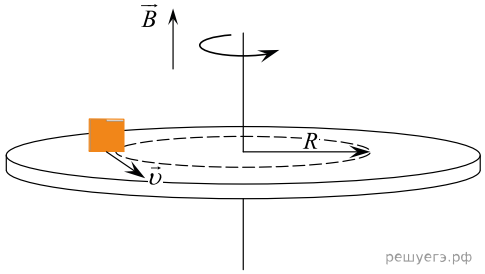
В плоскости, параллельной плоскости тонкой собирающей линзы, вращается точечный источник света по окружности с центром на главной оптической оси. Источник удален от линзы на расстояние 15см. Скорость изображения равна 10м/с, фокусное расстояние линзы составляет 10см. Нарисуйте чертеж и покажите ход лучей. Найдите скорость источника.

№ 489.

Монохроматический пучок света с длиной волны $1{,}1 \cdot 10^{-10}$ метров падает на пластину и оказывает давление $1{,}26 \cdot 10^{-6}$ Па. 70% света отражается, остальное пластинка пропускает. Найти концентрацию фотонов в пучке света. Считать, что фотоны в пучке расположены равномерно.

№ 490.

На шероховатом непроводящем диске, расположенном в горизонтальной плоскости, лежит точечное тело, находящееся на расстоянии $R = 0{,}5$ м от центра диска, и несущее заряд $q = 75$ мкКл. Диск равномерно вращается вокруг своей оси против часовой стрелки (если смотреть сверху), совершая $n = 0{,}5$ оборота в секунду. Коэффициент трения между телом и поверхностью диска равен $\mu = 0{,}6$. Какой должна быть минимальная масса m тела для того, чтобы в однородном магнитном поле с индукцией $B = 2$ Тл, направленном вертикально вверх, тело не скользило по поверхности диска?

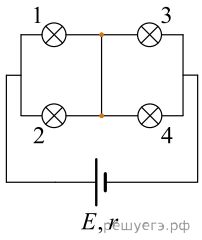


№ 491.

Телескопические устройства состоят обычно из двух линз— длиннофокусного объектива и короткофокусного окуляра. В трубе системы Кеплера окуляр— лупа, то есть собирающая линза, а в трубе системы Галилея окуляр — это рассеивающая линза. В обеих трубах фокальные плоскости объектива и окуляра совпадают, так что параллельный пучок света на входе в систему преобразуется в параллельный же пучок на ее выходе. Рассмотрим две такие трубы с одинаковым угловым увеличением Г = 20, с одинаковыми фокусными расстояниями объективов F = 50см и одинаковыми по модулю фокусными расстояниями f окуляров. Какая труба короче и на сколько?

№ 492.

Какая тепловая мощность выделяется на лампе 4в цепи, собранной по схеме, изображенной на рисунке? Сопротивление каждой из ламп 1 и 2 равно R_1=200м, сопротивление каждой из ламп 3 и 4 равно R_2 = 100м. Внутреннее сопротивление источника r = 50м, его ЭДС $\mathscr{E} = 100$ В.

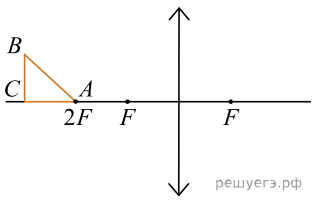


№ 493.

Плоский конденсатор, заполненный диэлектриком с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon=7$, имеет емкость $C=2800$пФ и присоединен к источнику постоянного напряжения U. Диэлектрическую пластину медленно извлекают из конденсатора, не отсоединяя его от источника и совершая при этом работу $A=1{,}5$мкДж. Чему равно U? Потерями на трение при удалении пластины из конденсатора можно пренебречь.

№ 494.

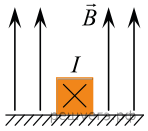
Равнобедренный прямоугольный треугольник ABC площадью 50см^2 расположен перед тонкой собирающей линзой так, что его катет AC лежит на главной оптической оси линзы. Фокусное расстояние линзы 50см. Вершина прямого угла C лежит дальше от центра линзы, чем вершина острого угла A. Расстояние от центра линзы до точки A равно удвоенному фокусному расстоянию линзы (см. рисунок). Постройте изображение треугольника и найдите площадь получившейся фигуры.



решуегэ.рф

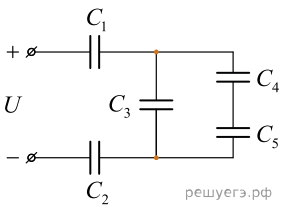
№ 495.

На горизонтальном столе лежит прямой проводник массой $m=40$г и длиной $l=60$см. В области столика создано однородное вертикальное магнитное поле. На рисунке показано сечение проводника, направление тока и вектор магнитной индукции. Если через проводник пропускать достаточно большой ток, то проводник скользит по столу, двигаясь поступательно. Какова индукция магнитного поля, если при силе тока $I=10$А проводник движется равномерно? Коэффициент трения между проводников и поверхностью стола равен0,3. Сделайте рисунок с указанием сил.



№ 496.

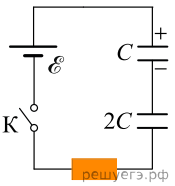
В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, емкости конденсаторов равны $C_1=1$мкФ, $C_2=2$мкФ, $C_3=3$мкФ, $C_4=4$мкФ, $C_5=5$мкФ, и все они первоначально не заряжены. Какой заряд установится на конденсаторе C_5 после подключения к этой цепи источника с напряжением $U=12$В?



решуегэ.рф

№ 497.

Из двух конденсаторов емкостями C=6мкФ и 2 C, резистора, идеального источника с ЭДС $\mathscr{E}=10$ В и ключа собрали электрическую цепь, схема которой показана на рисунке. Изначально ключ был разомкнут, конденсатор емкостью $2C$ не заряжен, а конденсатор емкостью C заряжен до напряжения $U=\frac{\mathscr{E}}{2}$ и подключен к цепи в полярности, показанной на рисунке. Ключ замыкают и дожидаются окончания перераспределения зарядов в цепи. Какое количество теплоты выделится в резисторе после замыкания ключа?

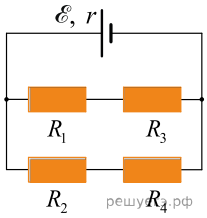


№ 498.

Чему равна сила Ампера, действующая на стальной прямой проводник с током длиной 10см и площадью поперечного сечения $2\cdot10^{-2}$ мм^2, если напряжение на нем 2В, а модуль вектора магнитной индукции 1Тл? Вектор магнитной индукции перпендикулярен проводнику. Удельное сопротивление стали 0,12Ом · мм^2/м.

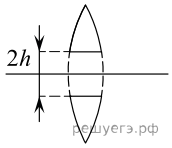
№ 499.

В схеме, изображённой на рисунке, сопротивления резисторов $R_1=4$ Ом, $R_2=9$ Ом, $R_3=6$ Ом, $R_4=6$ Ом, ЭДС батареи $\mathscr{E}=20$ В, её внутреннее сопротивление $r=2$ Ом. Определите мощность, выделяемую на резисторе R_3.

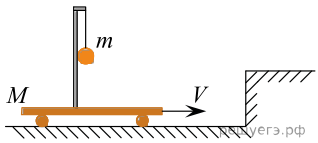


№ 500.

Из собирающей линзы с фокусным расстоянием $f=20$ см вырезали центральную часть шириной $2h=1$ см (см.рис.), а затем симметрично сдвинули оставшиеся части до соприкосновения, изготовив так называемую билинзу. Точечный источник света поместили на расстоянии $a=40$ см от билинзы на ее оси симметрии. На каком расстоянии $2d$ друг от друга находятся изображения, даваемые билинзой?



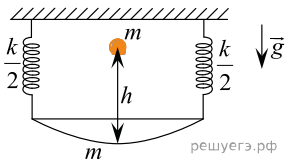
№ 501.



На тележке массой M=1кг, находящейся на горизонтальной плоскости, установлен штатив, на котором подвешен на невесомой нерастяжимой нити груз массой m=200г, касающийся штатива (см.рис.). Тележке сообщили скорость V=1м/с вдоль плоскости, и через некоторое время она испытала абсолютно неупругое соударение с упором на плоскости. Затем груз на нити по инерции отклонился от вертикали и потом, возвращаясь в положение равновесия, абсолютно неупруго столкнулся со штативом. Какую скорость υ приобрела в результате этого тележка с грузом? Нить подвеса в течение всего процесса остается натянутой, трением можно пренебречь.

Какие законы Вы используете для описания взаимодействия шарика и тележки? Обоснуйте их применение к данному случаю.

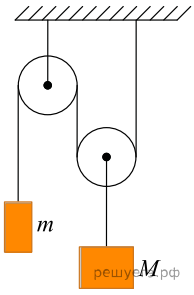
№ 502.



К потолку на двух одинаковых легких пружинах общей жесткостью k=400Н/м подвешена чашка массой m=500г. С высоты h=10см в чашку падает и прилипает к ней груз такой же массой m (см.рис.). На какое максимальное расстояние H после этого опустится чашка относительно своего исходного положения? Потерями механической энергии пренебречь.

Какие законы Вы используете для описания движения груза и его взаимодействия с чашей? Обоснуйте их применение к данному случаю.

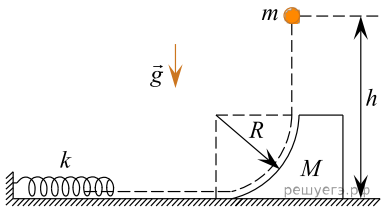
№ 503.



В устройстве, изображенном на рисунке, оба блока невесомые и гладкие, а все нити невесомы и нерастяжимы. Определите ускорение a_2 груза массой M=3кг, если оба груза движутся поступательно. Масса груза m=0,5кг. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на подвижные тела. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.

№ 504.

С высоты $h = 1$ м над горизонтальной плоскостью падает без начальной скорости маленькое тело массой $m = 100$ г и попадает на высоте $R = \frac{h}{2}$ в начальную вертикальную часть гладкого желоба в виде четверти окружности радиусом *R*. Желоб вырезан в твердой подставке массой $M = 300$ г, которая может скользить без трения по плоскости и до падения тела была неподвижной (см.рисунок). После того как тело покидает подставку, оно подлетает к свободному концу легкой горизонтальной пружины жесткостью $k = 160$ Н/м, другой конец которой закреплен, двигаясь в направлении оси этой пружины. Какова будет после этого максимальная деформация *x* пружины?



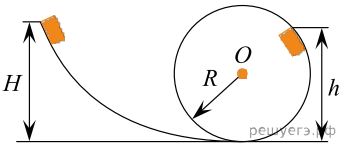
№ 505.

Имеется недеформированная пружина длиной *L*=30см и жесткостью *k*=30Н/м, груз массой *m*=1кг, а также вращающийся с частотой $\nu = 0,5$ Гц массивный диск. На каком минимальном расстоянии от центра диска можно положить на него груз, прикрепив его пружиной к центру диска, чтобы груз оставался неподвижным относительно диска? Коэффициент трения между грузом и диском $\mu = 0,5$. Размерами груза пренебречь. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на груз.

Какие законы Вы использовали для описания движения бруска? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

№ 506.

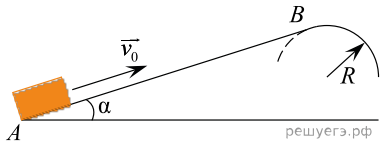
Небольшой брусок массой *m*=1кг начинает соскальзывать с высоты *H* по гладкой горке, переходящей в мертвую петлю (см.рис.). Определите высоту горки *H*, если на высоте *h*=2,5м от нижней точки петли брусок давит на ее стенку с силой *F*=5Н, радиус окружности *R*=2м. Сделайте рисунок с указанием сил, поясняющий решение.



Какие законы Вы использовали для описания движения бруска? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

№ 507.

Небольшая шайба после удара скользит вверх по наклонной плоскости из точки *A* (см. рис.).



В точке *B* наклонная плоскость без излома переходит в наружную поверхность горизонтальной трубы радиусом *R*. Если в точке *A* скорость шайбы превосходит $\upsilon_0 = 4$ м/с, то в точке *B* шайба отрывается от опоры. Длина наклонной плоскости $AB = L = 1$ м, угол $\alpha = 30°$. Коэффициент трения между наклонной плоскостью и шайбой $\mu = 0{,}2$. Найдите внешний радиус трубы *R*.

Какие законы Вы использовали для описания движения тела? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

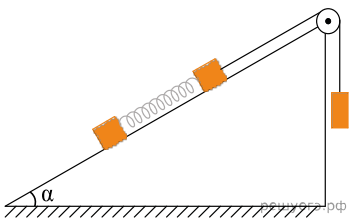
№ 508.

Струя воды круглого сечения радиусом r_0=1см начинает бить из шланга вверх со скоростью υ_0=20м/с. Найдите радиус струи *r* на высоте *h*=16м по вертикали от конца шланга. Трением и силами поверхностного натяжения пренебречь, считать скорость движения частиц воды по вертикали в любом поперечном сечении струи одинаковой для данного сечения, а сами частицы — находящимися в состоянии свободного падения в поле силы тяжести.

Какие законы Вы используете для описания движения частиц воды? Обоснуйте их применение к данному случаю.

№ 509.

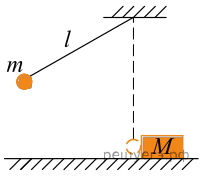
Система из двух грузов, соединенных пружиной жесткости $k = 20\,\frac{\text{Н}}{\text{м}}$ движется под действием груза *m*=2кг по наклонной плоскости с углом наклона $30°$ так, что длина пружины *L* не меняется. В нерастянутом состоянии длина пружины $l = 15$ см. Массы маленьких грузов одинаковы и равны *m*=0,25кг. Найдите длину пружины *L*. Трением пренебречь. Считайте нить невесомой и нерастяжимой, а блок идеальным.



Какие законы Вы используете для описания движения грузов? Обоснуйте их применение к данному случаю.

№ 510.

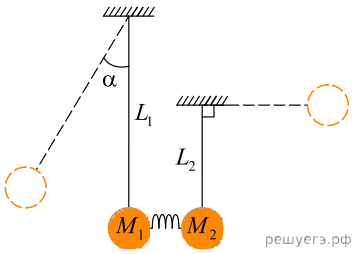
Шарик массой m=400г, подвешенный на невесомой нерастяжимой нити длиной l=80см, отвели в сторону от положения равновесия и отпустили. Нить обрывается при силе натяжения T_0=12Н.При прохождении положения равновесия нить оборвалась, и шарик абсолютно неупруго столкнулся с покоившимся на гладкой поверхности стола бруском. После удара брусок приобрел скорость v=0,8м/с. Найдите массу бруска M.



Какие законы Вы используете для описания взаимодействия тел? Обоснуйте их применение к данному случаю.

№ 511.

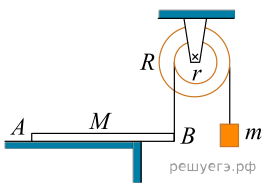
Два шарика массами M_1 и M_2 подвешены на вертикальных тонких нитях длиной $L_1 = 90$ см и $L_2 = 20$ см соответственно так, что они находятся на одной высоте. Их массы относятся $M_1 = 1{,}5M_2$. Между шариками находится сжатая и связанная нитью легкая пружина. При пережигании связывающей нити пружина распрямляется, расталкивает шарики и падает вниз. В результате нити отклоняются в разные стороны, причем шарик M_2 отклонился на угол $90°$. На какой угол отклонился первый шарик? Считать величину сжатия пружины во много раз меньше длин нитей.



Какие законы Вы использовали для описания взаимодействия шариков? Обоснуйте их применение к данному случаю.

№ 512.

Однородный брусок AB массой M постоянного прямоугольного сечения лежит на гладкой горизонтальной поверхности стола, свешиваясь с него менее чем наполовину (см.рисунок). К правому концу бруска прикреплена легкая нерастяжимая нить. Другой конец нити закреплен на меньшем из двух дисков идеального составного блока. На большем диске этого блока закреплена другая легкая нерастяжимая нить, на которой висит груз массой m=1кг. Диски скреплены друг с другом, образуя единое целое, где $R = 10$ см, $r = 5$ см.



Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на брусок M, блок и груз m. Найдите минимальное значение M, при котором система тел остается неподвижной. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.

№ 513.

Горизонтальная поверхность разделена на две части: гладкую и шероховатую. На границе этих частей находится небольшой кубик. Со стороны гладкой части на него налетает по горизонтали шар массой M=200г, движущийся со скоростью $\upsilon_0 = 3$м/с. Определите массу кубика m, если он остановился после абсолютно упругого центрального соударения с шаром на расстоянии L=1м от места столкновения. Коэффициент трения кубика о поверхность $\mu = 0{,}3$.

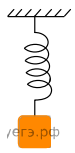
Какие законы Вы используете для описания взаимодействия кубика и шарика? Обоснуйте их применение к данному случаю.

№ 514.

Шайба лежит на наклонной плоскости, расположенной под углом 30градусов к горизонту. Масса шайбы 500грамм, коэффициент трения о поверхность 0,7. Какую минимальную горизонтальную силу, параллельную нижнему ребру наклонной плоскости, нужно приложить, чтобы сдвинуть шайбу с места? Ответ дайте в ньютонах и округлите до десятых долей.

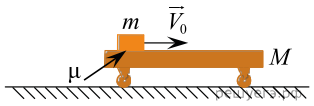
Какие законы Вы используете для описания движения бруска? Обоснуйте их применение к данному случаю.

№ 515.



От груза, неподвижно висящего на невесомой пружине жесткостью 400Н/м, без начальной скорости отделился его фрагмент массой 600г. На какую максимальную высоту относительно первоначального положения поднялась оставшаяся часть груза? Какие законы Вы использовали в данной задаче? Обоснуйте их применение.

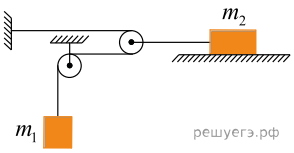
№ 516.



На горизонтальном столе стоит длинная тележка массой M=500г с легкими колесами, которые могут вращаться вокруг своих осей без трения. На тележку вблизи одного ее конца положили грузик массой m=200г и мгновенно придали ему скорость V_0=2м/с в направлении другого конца тележки (см.рис.). Коэффициент трения грузика о верхнюю плоскость тележки равен μ=0,4. Какое расстояние S пройдет грузик по тележке до остановки на ней, если он еще не свалится на стол?

Какие законы Вы используете для описания взаимодействия грузика и тележки и дальнейшего движения тел? Обоснуйте их применение к данному случаю.

№ 517.

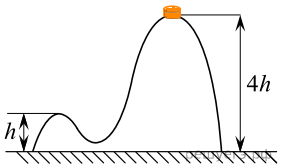


На гладкой горизонтальной поверхности удерживают груз массой m_2. Он соединен невесомой и нерастяжимой нитью с грузом массой m_1=2кг через систему идеальных блоков (блоки невесомые, трение в осях отсутствует). Участки нитей, не лежащие на блоках, вертикальны или горизонтальны. Груз m_2=4кг отпускают и система приходит в движение. Найдите ускорение груза m_1 в ходе движения. Какие законы Вы использовали для описания движения тел? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

№ 518.

На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится горка с двумя вершинами, высоты которых h и $4h$ (см. рисунок). На правой вершине горки находится шайба. Масса горки в 8раз больше массы шайбы. От незначительного толчка шайба и горка приходят в движение, причем шайба движется влево, не отрываясь от гладкой поверхности горки, а поступательно движущаяся горка не отрывается от стола. Найдите скорость шайбы на левой вершине горки.

Какие законы Вы используете для описания взаимодействия горки и тела? Обоснуйте их применение к данному случаю.



№ 519.

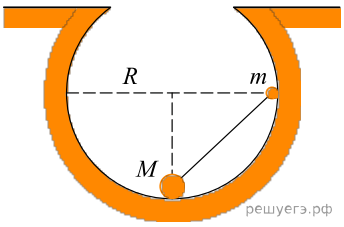
Пластилиновый шарик в момент t=0 бросают с горизонтальной поверхности Земли под углом α к горизонту. Одновременно с некоторой высоты над поверхностью Земли начинает падать из состояния покоя другой такой же шарик. Шарики абсолютно неупруго сталкиваются в воздухе. Сразу после столкновения скорость шариков направлена горизонтально. Точка падения шариков на Землю находится на расстоянии L от точки старта первого шарика. С какой начальной скоростью υ_0 был брошен первый шарик? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.

№ 520.

Внутрь сферической поверхности помещена гантель. Масса большого шарика M = 60г. Стержень, соединяющий шарики, невесом. Коэффициент трения между большим шариком и сферической поверхностью 0,4. Трение между маленьким шариком и сферической поверхностью отсутствует. Определите, при каком значении массы шарика m гантель будет оставаться в неподвижном состоянии. Считать размеры шариков значительно меньшими, чем размер всей гантели.

Какие законы Вы используете для описания равновесия штанги? Обоснуйте их применение к данному случаю.



Ответы

Номер	Задание	Ответ
1	35233	25
2	8388	-2
3	4514	6
4	9493	7,5
5	19654	12
6	107	17
7	135	15
8	37555	10
9	8342	2,5
10	6480	-2,5
11	23288	12
12	10060	12
13	3548	18
14	116	0
15	46110	5
16	104	2
17	41130	2,5
18	3540	10
19	8341	10
20	38486	16
21	50700	7,5
22	50695	0,3
23	9241	0,2
24	45480	15
25	35135	0,5
26	302	10
27	38754	5
28	41537	40
29	333	1,5
30	43184	0,1
31	7279	30
32	43053	2
33	29976	2
34	37556	0,15
35	4551	3

36	46111	4.8
37	35188	0.25
38	8419	4.5
39	43079	0.25
40	32243	0.25
41	26714	2
42	402	7.2
43	403	8
44	9244	200
45	6812	10
46	8934	3
47	5955	4
48	4116	10
49	502	50
50	7780	75
51	7135	5
52	28076	18
53	6885	5
54	11546	6
55	7344	-6
56	35136	2
57	29440	12
58	428	12
59	25357	4
60	439	3
61	531	0.75
62	710	7.5
63	6043	101.25
64	9017	1.5
65	43081	0.125
66	3788	15
67	26715	100
68	9256	100
69	37860	1.44
70	636	1600
71	624	4
72	37886	0.027
73	17649	0.64
74	38666	2

75	50708	20
76	39943	250
77	29073	0.4
78	38461	1500
79	32281	5
80	9079	0.5
81	39248	24
82	10463	13
83	8936	123
84	37861	345
85	24946	24
86	35322	34
87	32750	15
88	29442	125
89	8071	24|42
90	8183	23|32
91	6586	15|51
92	8133	125
93	42031	34|43
94	12594	245
95	11787	45
96	35933	35
97	35137	12
98	41134	12
99	6594	25
100	6743	125
101	37143	11
102	27975	23
103	29788	22
104	3173	13
105	27084	32
106	31880	13
107	6847	22
108	25360	41
109	29443	22
110	32247	12
111	8857	32
112	8856	21
113	8937	12

114	8001	14
115	7851	13
116	39249	32
117	6919	31
118	3091	24
119	43308	34
120	19887	22
121	1214	6
122	17653	4
123	1225	6
124	42033	60
125	32583	0.75
126	8681	0.5
127	10313	0.6
128	29791	1.5
129	8439	600
130	24097	3.3
131	43084	6
132	38759	40
133	42784	0.75
134	1221	4
135	23231	1.25
136	25024	150
137	33018	1890
138	38783	2
139	3505	2.5
140	8679	0.375
141	38605	600
142	42274	100
143	19663	46
144	25242	4600
145	35194	1000
146	31883	40
147	9147	200
148	40254	1
149	1112	100
150	27979	40
151	24099	2460
152	27945	36

153	1029	260
154	16851	200
155	42034	40
156	8441	2
157	7181	100
158	26721	600
159	43059	7.5
160	27978	1.5
161	8168	15|51
162	32756	12
163	12964	15|51
164	35922	135
165	33022	24
166	31410	135
167	23234	245
168	33023	35
169	10220	34|43
170	8091	25|52
171	46769	345
172	32066	234
173	9086	34
174	7155	134
175	8102	23|32
176	42786	145
177	35326	13
178	9311	12|21
179	6593	24|42
180	7124	135
181	39253	23
182	6322	42
183	4961	24
184	35237	14
185	12861	21
186	38607	13
187	3085	21
188	24953	31
189	9087	31
190	7182	31
191	42036	24

192	43087	13
193	11935	11
194	4506	14
195	32067	33
196	20022	32
197	31885	24
198	38192	11
199	7787	13
200	29116	12
201	8864	4500
202	29795	0.2
203	12969	4
204	1419	14
205	3537	2
206	35240	4
207	23301	75
208	3227	600
209	35143	8
210	3379	5.7
211	29450	3
212	1923	45
213	24103	1.5
214	50726	1
215	27948	0.25
216	46120	0.25
217	3333	4
218	9741	32
219	9294	1
220	5400	3
221	29149	8
222	28085	0.021
223	29118	6
224	35172	30
225	43817	2
226	32254	32
227	38497	2
228	42789	20
229	29987	1
230	35198	1

231	38554	24
232	1534	2
233	32759	8
234	33027	0.2
235	27092	4
236	9090	3
237	37894	3
238	38846	6
239	35995	0.1
240	40259	0.18
241	11272	2500
242	24104	2
243	39256	2.25
244	1920	0.12
245	29797	1
246	38847	2
247	3341	4
248	1816	78
249	1818	40
250	3488	0.8
251	1609	18
252	29034	2
253	50771	6
254	37895	2
255	46773	65
256	36759	30
257	38610	40
258	8717	1.6
259	8715	-1
260	35199	0.4
261	24366	34|43
262	27985	145
263	10474	34|43
264	24957	135
265	7364	123
266	46123	34|43
267	6585	34|43
268	8169	24|42
269	8061	25|52

270	8177	34|43
271	12865	123
272	29120	234
273	27128	134
274	25248	124
275	6504	24|42
276	43065	25
277	23303	124
278	8105	14|41
279	46774	23
280	9029	15|51
281	19670	12
282	7863	13
283	27986	12
284	27952	11
285	9317	13
286	27953	32
287	10476	31
288	3652	33
289	32733	23
290	7293	12
291	35998	12
292	6825	21
293	6770	32
294	26727	23
295	38849	22
296	29799	13
297	35148	41
298	32732	11
299	35147	13
300	42281	13
301	4497	60
302	38818	4
303	5547	243
304	50788	79
305	43119	149
306	30501	30
307	5406	1
308	2109	29

309	43499	22
310	11675	4
311	11802	4
312	38613	146
313	2126	5700
314	42793	20
315	20029	13
316	9319	3694
317	29038	82
318	43821	4
319	10649	1124
320	43017	28
321	38199	31
322	43319	21
323	26033	11
324	29039	43
325	10479	32
326	26039	12
327	26049	22
328	27989	33
329	7362	12
330	29802	24
331	32297	31
332	31419	32
333	26046	31
334	50792	13
335	26045	23
336	26055	22
337	3811	14
338	42645	21
339	38526	23
340	26058	12
341	25519	14
342	25524	145
343	25536	13
344	43200	234
345	25521	125
346	42044	23
347	25547	135

348	38200	145
349	31420	145
350	32736	14
351	36001	25
352	37155	34
353	25520	35
354	39261	145
355	28047	14
356	29104	45
357	25535	235
358	38744	12
359	35335	134
360	44622	23|32
361	19675	30,00,4
362	8049	261
363	8054	1,80,1
364	25254	23023
365	32768	2891
366	8038	5,00,2|4,80,2|4,90,2
367	35207	2,20,1
368	32300	221
369	8056	382
370	8686	1,260,01|1,2600,010
371	43824	1363
372	32078	10,80,9
373	39958	0,80,1
374	11565	27525
375	9749	0,400,02
376	8058	1,80,1
377	32599	6,000,01
378	8016	4,60,1
379	8053	0,80,1
380	8051	80,02,5|802,5
381	23246	13
382	32079	12
383	36003	45
384	9750	45|54
385	31423	35
386	28127	35

387	19740	15
388	10653	15|51
389	33032	34|43
390	24373	25
391	26731	12
392	50856	14|41
393	10195	15|51
394	35340	35
395	46129	24|42
396	17668	15|51
397	11566	12|21
398	16864	13|31
399	28126	45
400	29459	35

№ 401.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: изменение показаний приборов, п. 3) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: закон Ома для полной цепи и для участка цепи, параллельное соединение проводников).	3
Дан правильный ответ и приведено объяснение, но в решении имеется один или несколько из следующих недостатков. В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т. п.) **И (ИЛИ)** Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочет. **И (ИЛИ)** В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачеркнуты. **И (ИЛИ)** В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения.	2
Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нем не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. **(ИЛИ)** Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. **(ИЛИ)** Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. **(ИЛИ)** Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. По условию задачи сопротивлением амперметра можно пренебречь, а сопротивление вольтметра бесконечно велико. При перемещении движка вправо сопротивление реостата R_2 увеличивается, что ведет к увеличению сопротивления R всей внешней цепи: $R = \dfrac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$.

В соответствии с законом Ома для полной цепи сила тока через амперметр уменьшается: $I = \dfrac{\mathscr{E}}{r + R}$ (знаменатель дроби растет, а числитель остается неизменным). Напряжение, измеряемое вольтметром, при этом растет: $U = IR = \mathscr{E} - Ir$.

Ответ: напряжение, измеренное вольтметром, растет, а показания амперметра уменьшаются.

№ 402.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае — описание движения гильзы, п. 1), и полное верное объяснение (в данном случае — п. 2–4) с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае — *электризация во внешнем поле и при контакте с заряженным телом, взаимодействие заряженных тел*).	3
Приведено решение и дан верный ответ, но имеется один из следующих недостатков. В объяснении содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи, хотя указаны все необходимые физические явления и законы. ИЛИ Рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объеме, или в них содержатся логические недочеты. ИЛИ Указаны не все физические явления и законы, необходимые для полного правильного решения.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но дан неверный или неполный ответ. ИЛИ Приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но ответ не дан. ИЛИ Представлен только правильный ответ без обоснований.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0

Решение. 1.Гильза притянется к пластине, коснется ее, а потом отскочит и зависнет в отклоненном состоянии.

2.Под действием электрического поля пластины изменится распределение электронов в гильзе и произойдет ее электризация: та ее сторона, которая ближе к пластине (левая), будет иметь отрицательный заряд, а противоположная сторона (правая)— положительный. Поскольку сила взаимодействия заряженных тел уменьшается с ростом расстояния между ними, притяжение к пластине левой стороны гильзы будет больше отталкивания правой стороны гильзы. Гильза будет притягиваться к пластине и двигаться, пока не коснется ее.

3.В момент касания часть электронов перейдет с гильзы на положительно заряженную пластину, гильза приобретет положительный заряд и оттолкнется от теперь уже одноименно заряженной пластины.

4.Под действием силы отталкивания гильза отклонится вправо и зависнет в положении, когда равнодействующая силы электростатического отталкивания, силы тяжести и силы натяжения нити станет равна нулю.

№ 403.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов	3
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеется один или несколько из следующих недостатков. В объяснении не указано или не использованы одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.) И (ИЛИ) Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения	2
Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	3

Решение. По условию газ является разреженным, следовательно, его можно описывать моделью идеального газа.

В процессе1–2 зависимость давления от температуры прямо пропорциональная. Следовательно, из уравнения Клапейрона–Менделеева $pV = \nu RT$ для идеального газа неизменного количества вещества объем газа постоянный. При этом температура газа увеличивается. Исходя из формулы $U = \frac{3}{2}\nu RT,$ для идеального газа с неизменным количество вещества при увеличении температуры внутренняя энергия увеличивается.

В процессе2–3 давление газа постоянно, то есть процесс является изобарным, для которого выполняется закон $\frac{V}{T} = const.$ Из данной формулы следует, что при увеличении температуры объем газа увеличивается. Внутренняя энергия при увеличении температуры также увеличивается.

В процессе3–4 температура газа постоянна, то есть процесс является изотермическим. Для этого процесса выполняется закон $pV = const,$ из которого следует, что при увеличении давления объем газа уменьшается. Так как температура газа не меняется, то и его внутренняя энергия остается постоянной.

№ 404.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае *п. п. 1–3*) и исчерпывающие верные рассуждения с указанием наблюдаемых явлений и закономерностей (*в данном случае — упоминание влияния абсолютной влажности воздуха на улице на относительную влажность воздуха внутри дома и на процесс высыхания различных предметов, в том числе хлеба*).	3
Дан правильный ответ и приведено объяснение, но в решении имеются следующие недостатки. В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т. п.) ИЛИ Объяснения представлены не в полном объеме или в них содержится один логический недочет.	2
Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания и приведено объяснение, но в нем не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. 1.В жаркое летнее время года уличный воздух имеет высокую абсолютную влажность, и в доме относительная влажность воздуха повышается. В условиях высокой влажности и температуры на влажном хлебе быстро размножаются разные плесневые грибки, и хлеб плесневеет.

2.В холодное время года уличный воздух имеет маленькую абсолютную влажность и, проникая в помещения внутри дома за счет вентиляции, высушивает помещения, снижая в них относительную влажность воздуха. При этом влажные предметы, например свежий нарезанный хлеб, быстро высыхают и черствеют.

3.Следовательно, Иван Иванович родился летом и отмечал свой день рождения в летний день.

№ 405.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания и приведено объяснение, но в нем не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи.	1
Дан правильный ответ и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков. В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т. п.) И (ИЛИ) Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочет. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.). И (ИЛИ) В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения.	2
Приведено полное правильное решение, включающее правильные объяснения (в данном случае п. 1—4) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае — определение относительной влажности воздуха, использование закона Бойля — Мариотта и упоминание явления конденсации насыщенного пара после достижения 100% влажности и дальнейшего сжатия газа при постоянной температуре).	3
Максимальный балл	3

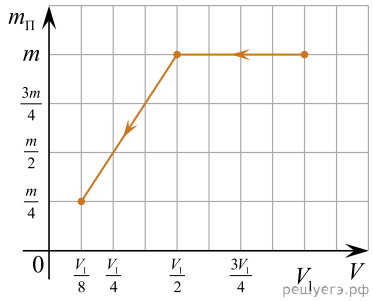
Решение. 1.Обозначим исходные объем и давление пара через V_1 и p_1. Конденсация пара, а следовательно, и изменение массы пара начнется тогда, когда давление пара в сосуде станет равным давлению насыщенных водяных паров, то есть при давлении $p_2 = 2p_1$. При достижении газом этого давления начнется процесс конденсации насыщенного пара, происходящий при постоянном давлении и температуре, при этом вблизи комнатной температуры объемом сконденсировавшейся воды по сравнению с объемом пара можно пренебречь.

2.Так как температура неизменна, то согласно закону Бойля— Мариотта в момент начала конденсации объем пара будет равен $\frac{V_1}{2}$, а масса пара — m.

Для того чтобы в итоге объем пара уменьшился в 8раз, нужно, считая от момента начала конденсации, уменьшить объем сосуда еще в 4раза. При этом в сосуде сконденсируется 3/4от находившейся под поршнем массы m пара, то есть масса $m_п$ оставшегося пара будет равна $m/4$.

3. Зависимость $m_п(V)$ в области конденсации — линейная.

4. График изображен на рисунке.



№ 406.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее полное верное объяснение (в данном случае: п.1, 2, 3) с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: наличие тумана как признак насыщенности пара, нагревание газа при адиабатическом сжатии, зависимость давления насыщенного пара от температуры, явление испарения, роль центров конденсации).	3
Дан правильный ответ и приведено объяснение, но в решении имеется один или несколько из следующих недостатков. В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.) И (ИЛИ) Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочет. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачеркнуты. И (ИЛИ) В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения.	2
Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нем не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. 1.Наличие тумана свидетельствует о том, что в замкнутом объеме под

колпаком в воздухе содержится насыщенный водяной пар при комнатной температуре. После прекращения откачивания и напускания под колпак воздуха его давление под колпаком быстро растет. Воздух при этом адиабатически сжимается и вследствие этого нагревается.

2. Давление насыщенных паров воды при повышении температуры возрастает. Поэтому пар под колпаком становится ненасыщенным и начинается испарение капель тумана — они исчезают из воздуха.

3. Мелкие частицы дыма от горящей спички играют роль центров конденсации, вокруг которых происходит формирование капель тумана. При отсутствии таких центров конденсация затруднена, и поэтому капель при откачивании воздуха образуется мало или они совсем не образуются.

№ 407.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов.	3
Дан правильный ответ и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков. В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и тому подобное.) И (ИЛИ) Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочет. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и тому подобное). И (ИЛИ) В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения.	2
Представлено решение, соответствующее *одному* из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания и приведено объяснение, но в нем не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. При замкнутом ключе в цепи два резистора соединены параллельно, тогда

общее сопротивление цепи равно

$$R_{\text{общ1}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}.$$

Если ключ разомкнуть, то ток пойдет только через резистор R_1. Следовательно, общее сопротивление цепи при размыкании ключа увеличится.

По закону Ома для полной цепи $I = \frac{\mathscr{E}}{R_{\text{общ}} + r}$ при увеличении сопротивления сила тока в цепи уменьшится. Поскольку амперметр измеряет ток неразветвленном участке цепи, то его показания равны общей силе тока, значит, показания амперметра уменьшатся.

Воспользуемся законами Ома для полной цепи и для участка цепи $I = \frac{\mathscr{E}}{R_{\text{общ}} + r}$ и $I = \frac{U}{R_{\text{общ}}}$. Откуда напряжение на зажимах батарейки $U = \mathscr{E} - Ir$. При неизменных параметрах источника тока и уменьшении силы тока в цепи напряжение на его зажимах увеличится.

№ 408.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае *п. п. 1–3)* и исчерпывающие верные рассуждения с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае — явления нагревания земли из-за поглощения света и приземного слоя воздуха за счет конвекции, появление выталкивающей теплый воздух силы Архимеда, явления испарения и конденсации воды, явление охлаждения влажного воздуха при адиабатном процессе его подъема, достижение «точки росы» и образование тумана).	3
Дан правильный ответ и приведено объяснение, но в решении имеются следующие недостатки. В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т. п.) ИЛИ Объяснения представлены не в полном объеме или в них содержится один логический недочет.	2
Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нем не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. 1.Когда лучи Солнца нагревают за счет поглощения света влажную землю и воздух около нее, из земли и растений активно испаряется вода, и более легкий нагретый за счет конвекции воздух с парами воды из-за действия выталкивающей силы Архимеда поднимается вверх, образуя восходящие потоки.

2.В процессе подъема давление воздуха падает, а теплообмена с окружающими телами практически нет. Поэтому процесс изменения состояния влажного воздуха близок к адиабатному, и его температура падает, а относительная влажность растет.

3.На определенной высоте, в момент достижения «точки росы», пары воды становятся насыщенными и конденсируются в капли— образуется туман, то есть облака. Туман с восходящим потоком воздуха продолжает подниматься и охлаждаться, так что мы наблюдаем образование кучевых облаков с четкой нижней кромкой.

№ 409.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: неизменность показаний термометра, возрастание показаний манометра, рост показаний гигрометра до достижения максимального значения 100%) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: хороший теплообмен содержимого сосуда с окружающим воздухом, закон Бойля — Мариотта, независимость давления насыщенных паров от температуры, определение относительной влажности).	3
Дан правильный ответ и приведено объяснение, но в решении имеется один или несколько из следующих недостатков. В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.) **И (ИЛИ)** Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочет. **И (ИЛИ)** В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачеркнуты. **И (ИЛИ)** В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения.	2
Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания и приведено объяснение, но в нем не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. **(ИЛИ)** Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. **(ИЛИ)** Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. **(ИЛИ)** Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. 1.Так как стенки сосуда обладают высокой теплопроводностью, при медленном перемещении поршня содержимое сосуда будет успевать обмениваться количеством теплоты с окружающим воздухом, температура которого поддерживается постоянной. Поэтому температура содержимого сосуда изменяться не будет и показания термометра будут неизменными.

2.Смесь воздуха с водяными парами можно считать идеальным газом. При опускании поршня этот газ изотермически сжимается (его объём уменьшается). По закону Бойля— Мариотта давление смеси газов при этом увеличивается, то есть показания барометра будут возрастать.

3.Давление насыщенных паров воды $p_{нас}$ зависит только от температуры и не зави-

сит от объёма, который занимает пар. При опускании поршня парциальное давление рпар водяного пара возрастает. Поэтому относительная влажность $\varphi = \frac{p_{\text{пар}}}{p_{\text{нас}}}$ в сосуде будет увеличиваться от 80% до максимально возможного значения 100%. Следовательно, показания гигрометра сначала будут возрастать, а после того, как водяной пар в сосуде станет насыщенным, будут оставаться неизменными.

№ 410.

Критерии оценивания ответа на задание С1	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: —верно указаны физические явления и законы (в данном случае — *характер движения катушки, закон электромагнитной индукции, правило Ленца*).	3
Дан правильный ответ и приведено объяснение, но в решении содержится один из следующих недостатков. В объяснении не указаны одно из явлений или один из физических законов, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Объяснения представлены не в полном объеме или в них содержится один логический недочет.	2
Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания и приведено объяснение, но в нем не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальное количество баллов	3

Решение. 1.При замыкании цепи катушки начинает изменяться поток вектора магнитной индукции через кольцо. По закону электромагнитной индукции в кольце возникает ЭДС индукции, появляется индукционный ток. В соответствии с правилом Ленца взаимодействие токов в кольце и в катушке приводит к тому, что кольцо отталкивается от катушки.

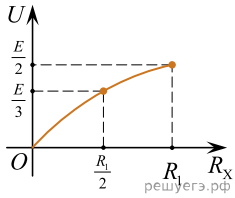
2.Затем кольцо возвращается в исходное положение, так как ток в катушке достигает максимального значения, вследствие чего поток вектора магнитной индукции через кольцо становится постоянным. Индукционный ток в отсутствии ЭДС индукции затухает. Кольцо перестает отталкиваться от катушки.

3.Индукционный ток в неподвижном кольце вблизи катушки с постоянным током равен нулю, магнитные свойства меди выражены слабо, поэтому, вернувшись в исходное положение равновесия, кольцо остается неподвижным.

№ 411.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: п. 3 и п. 4) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и закономерностей: (в данном случае: на основании закона Ома для полной цепи сила тока уменьшается при увеличении сопротивления цепи; использованы закон Ома для участка цепи и для полной цепи).	3
Дан правильный ответ и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков. В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т. п.) И (ИЛИ) Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочет. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.). И (ИЛИ) В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения.	2
Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания и приведено объяснение, но в нем не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. 1. При перемещении ползунка от левого до правого конца реостата сила тока, текущего через амперметр, будет уменьшаться, так как сопротивление цепи будет возрастать (в соответствии с законом Ома для полной цепи и зависимостью сопротивления провода от его длины).



решуегэ.рф

2. Поскольку измерительные приборы идеальные, то ток I в цепи течет через резистор R_1, часть резистора R_2, сопротивление которой равно R_x, и амперметр с нулевым сопротивлением.

3. Согласно законам Ома для полной цепи и для участка цепи, $I = \dfrac{E}{(R_1 + R_x)}$, а напряжение, фиксируемое вольтметром, равно:

$$U = IR_x = \frac{ER_x}{(R_1 + R_x)}.$$

4. Поскольку при $x = 0$ сопротивление $R_x = 0$, а при максимальном x сопротивление $R_x = R_1$, то искомое отношение:

$$\frac{I_2}{I_x} = \frac{R_1}{2R_x} = 0{,}5.$$

$I_1 = 2R_1$

График зависимости $U(R_x)$ изображен на рисунке: это кривая с «выпуклостью» вверх, идущая от 0при $R_x=0$ до $E/2$при $R_x = R_1$. Середине реостата соответствует $R_2 = R_1/2$, и $U(R_1/2) = E/3$.

№ 412.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае п.п.1—4) и исчерпывающие верные рассуждения с указанием наблюдаемых явлений (в данном случае — упоминание явлений теплопроводности и конвекции, плавления и затвердевания льда, а также указание направлений движения теплого воздуха и воды в поле силы тяжести).	3
Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, и дано правильное объяснение, но содержится один из следующих недостатков. В представленных записях содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи. ИЛИ Рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объеме, или в них содержатся логические недочеты.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Указаны не все необходимые явления и физические законы, даже если дан правильный ответ на вопрос задания. ИЛИ Указаны все необходимые явления и физические законы, но в некоторых из них допущена ошибка, даже если дан правильный ответ на вопрос задания. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к верному ответу, содержат ошибки.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. 1.Жилые дома зимой отапливаются, теплый воздух поднимается вверх, и через крышу, покрытую снегом, постоянно идет поток теплоотдача.

2.Слой снега на крыше имеет малую теплопроводность, так что между внутренней и внешней поверхностями этого слоя возникает большая разность температур, и снег, прилегающий к крыше, нагревается до температуры плавления и начинает таять за счет получения теплоты плавления при теплоотдаче через крышу дома в окружающую среду.

3.Образовавшаяся при таянии снега вода стекает под слоем снега вниз по наклонной крыше, и, выходя на ее краю наружу, на холод, снова замерзает, образуя лед, то есть быстро растущие сосульки.

4.При двухслойной крыше с воздушным зазором теплота из дома уносится наружу, вверх, в окружающую среду, за счет возникающих конвекционных потоков воздуха в зазоре, и практически не нагревает снег на верхнем слое крыши. Таким образом, снег не подтаивает, и сосульки у краев такой крыши не образуются.

№ 413.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: п. 3) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и закономерностей.	3
Дан правильный ответ и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков. В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т. п.) И (ИЛИ) Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочет. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.). И (ИЛИ) В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения.	2
Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания и приведено объяснение, но в нем не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. При поднесении наэлектризованной отрицательным зарядом палочки к шару электрометра, в силу явления электростатической индукции произойдет перераспределение зарядов. При этом ближний к палочке электрометр будет иметь нескомпенсированный положительный заряд, а другой электрометр зарядится отрицательно. Поскольку два соединенных алюминиевым стержнем электрометра образуют изолированную систему, то согласно закону сохранения заряда отрицательный заряд электрометра1в точности равен по модулю положительному заряду электрометра2. Такое распределение зарядов сохранится после удаления соединяющего стержня, и в конце концов после удаления заряженной палочки электрометры будут иметь ненулевые заряды: ближний к палочке будет заряжен положительно, дальний — отрицательно.

№ 414.

Критерии оценивания ответа на задание С1	Баллы
Приведен правильный ответ и представлено полное верное объяснение с указанием наблюдаемых явлений и законов.	3
Дан правильный ответ и приведено объяснение, но в решении содержится один из следующих недостатков. В объяснении не указаны одно из явлений или один из физических законов, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Объяснения представлены не в полном объеме или в них содержится один логический недочет.	2
Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания и приведено объяснение, но в нем не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
Максимальное количество баллов	3

Решение.

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре $14\ ^\circ\mathrm{C}$. Следовательно, давление p водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре $14\ ^\circ\mathrm{C}$, из таблицы 16 гПа. Абсолютная влажность равна плотности водяных паров. Плотность пара при $25\ ^\circ\mathrm{C}$ можно найти, применив уравнение Клапейрона — Менделеева. Первое состояние: насыщенный пар при $14\ ^\circ\mathrm{C}$. Второе: пар при $25\ ^\circ\mathrm{C}$. Пар охлаждается от $25\ ^\circ\mathrm{C}$ до $14\ ^\circ\mathrm{C}$ изобарически, поэтому $p_2 = p_1 = 16$ гПа. Имеем: $p_1 = \frac{\rho_{\text{н.п.}14}}{\mu} RT_1, \quad p_2 = \frac{\rho_2}{\mu} RT_2.$ Плотность насыщенного пара при $14\ ^\circ\mathrm{C}$ равна $\rho_{\text{н.п.}14} = 12{,}11\ \text{г/м}^3.$ Объединяя два последних уравнения: $\rho_2 = \rho_{\text{н.п.}14} \frac{T_1}{T_2} = 12{,}11\ \text{г/м}^3 \cdot \frac{287\ \text{K}}{298\ \text{K}} \approx 11{,}7\ \text{г/м}^3.$	1
2	Давление p_0 насыщенного водяного пара при температуре $25\ ^\circ\mathrm{C}$ равно 32 гПа. Относительной влажностью воздуха φ называется отношение: $\varphi = \frac{p}{p_0} \cdot 100\% = \frac{16\ \text{гПа}}{32\ \text{гПа}} \cdot 100\% = 50\%.$	1
3	Конденсация паров воды происходит при условии равенства давления водяного пара, имеющегося в воздухе, давлению насыщенного водяного пара при данной температуре воздуха. Давление насыщенного водяного пара зависит от температуры. Поэтому при разной плотности водяного пара в воздухе температура начала конденсации пара (точка росы) оказывается различной.	1
	Максимальный балл	3

№ 415.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведен правильный ответ, и представлено полное верное объяснение с указанием наблюдаемых явлений и законов.	3
Дан правильный ответ и приведено объяснение, но в решении имеются следующие недостатки. В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.) ИЛИ Объяснения представлены не в полном объеме, или в них содержится один логический недочет.	2
Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания и приведено объяснение, но в нем не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. Идеальный газ подчиняется уравнению состояния Клапейрона— Менделеева: $pV = \nu RT.$

Следовательно, процесс изотермического расширения фиксированного количества газа ν изображается на диаграмме $p-V$ линией $p(V) = \nu RT\frac{1}{V}$. То есть чем больше количество газа ν, тем выше проходит гипербола, изображающая процесс. Именно этим и объясняется тот факт, то изотермаI лежит выше изотермыII: в первом случаев сосуде находилось больше газа, чем во втором: $\nu_1 > \nu_2$.

Более того, поскольку газ в обоих случая одинаковый, можно заключить, что в первом случае масса газа больше, чем во втором: $\nu = \frac{m}{\mu} \Leftrightarrow m_1 > m_2.$

№ 416.

Критерии оценивания ответа на задание С1	Баллы
Приведен правильный ответ , и представлено полное верное объяснение с указанием наблюдаемых явлений и законов.	3
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении содержится один из следующих недостатков. В объяснении не указаны одно из явлений или один из физических законов, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Объяснения представлены не в полном объеме, или в них содержится один логический недочет	2
Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нем не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальное количество баллов	3

Решение. 1. Льдинка сможет выскользнуть из ямы через ее правый край.

2.Трения при движении льдинки нет, поэтому ее механическая энергия сохраняется. Запас кинетической энергии льдинки в точке *A* позволяет ей подняться до уровня, где ее потенциальная энергия составит 4Дж.

3.Левый край ямы поднят до большей высоты. Следовательно, этого края льдинка не достигнет и заскользит вправо. Правый же край ямы ниже: на верху этого края потенциальная энергия льдинки меньше 4Дж. Поэтому льдинка выскользнет из ямы через правый край.

№ 417.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае п. 1–3) и исчерпывающие верные рассуждения с указанием наблюдаемых явлений и законов (*в данном случае – описание процессов теплопроводности и испарения, а также возможных последствий герметизации сосудов со сжиженными газами и причины уменьшения потерь на испарение при увеличении размеров сосуда*).	3
Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, и дано правильное объяснение, но содержится один из следующих недостатков. В представленных записях содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи. ИЛИ Рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объеме, или в них содержатся логические недочеты.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Указаны не все необходимые явления и физические законы, даже если дан правильный ответ на вопрос задания. ИЛИ Указаны все необходимые явления и физические законы, но в некоторых из них допущена ошибка, даже если дан правильный ответ на вопрос задания. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к верному ответу, содержат ошибки.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. 1.Даже при хорошей теплоизоляции невозможно полностью устранить подвод теплоты к сжиженным газам с низкими температурами кипения через стенки сосудов, поскольку температура этих газов значительно ниже температуры окружающей среды и существует явление теплопроводности.

2.Теплота, поступающая через стенки сосуда, расходуется на испарение сжиженного газа, причем объем получившегося газа во много раз превышает объем испарившейся жидкости. Поэтому в герметичном сосуде давление будет постепенно возрастать, и сосуд в конце концов взорвется. По этой причине сжиженные газы хранят в открытых теплоизолированных сосудах, сообщающихся с атмосферой.

3.При данной разности температур и теплопроводности стенок количество теплоты, подводимой в единицу времени к содержимому сосуда, пропорционально площади его стенок, то есть квадрату линейных размеров сосуда. В то же время масса жидкости пропорциональна ее объему, то есть кубу линейных размеров сосуда. Поэтому с увеличением размеров сосуда поток теплоты, приходящийся на единицу объема жидкости, уменьшается и, соответственно, уменьшаются относительные потери газа на испарение.

№ 418.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ, и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и закономерностей.	3
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков. В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.) И (ИЛИ) Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочет. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения.	2
Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания и приведено объяснение, но в нем не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. 1.Заряд Q, сообщенный пластине, соединенной со стержнем электрометра, распределяется так, что их потенциалы оказываются одинаковыми. При этом практически весь заряд Q оказывается на пластине.

2.На заземленном корпусе электрометра и второй пластине возникают индуцированные заряды противоположного знака, при этом заряд пластины равен Q по модулю.

3. Разность потенциалов между пластинами $U = \frac{Q}{C}$.

4.Емкость плоского воздушного конденсатора прямо пропорциональна площади обкладок и обратно пропорциональна расстоянию d между пластинами: $C = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$. Следовательно, уменьшение расстояния между пластинами приведет к увеличению емкости.

5.Суммарный заряд стержня электрометра и соединенной с ним пластины не изменяется, так как эта система тел электроизолирована. Разность потенциалов между пластинами после сближения уменьшится, что приведет к уменьшению угла отклонения стрелки электрометра.

Ответ: угол отклонения стрелки электрометра уменьшится.

№ 419.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: указана роль теплового излучения земли при охлаждении приповерхностного слоя воздуха ночью в ясную погоду, перечислены необходимые измерительные приборы и табличные данные) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и закономерностей *(в данном случае: конденсация воды при достижении паром насыщения; использование уравнения Клапейрона — Менделеева и определения влажности воздуха; указание физических величин, которые подлежат измерению, и физических величин, значения которых содержатся в справочных таблицах)*.	3
Дан правильный ответ и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков. В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.) И (ИЛИ) Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочет. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения.	2
Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания и приведено объяснение, но в нем не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. 1.В ясную погоду вечером и ночью поверхность земли быстро остывает за счет теплового излучения, слабо задерживаемого атмосферой, чего не происходит, если погода пасмурная и небо закрыто «одеялом» из облаков.

2.Приземный слой воздуха в ясную погоду вечером и ночью сильно остывает, и ненасыщенные пары воды во влажном воздухе превращаются в пересыщенные, откуда «лишняя» вода выпадает, образуя туманы и росу на траве.

3.Согласно уравнению Клапейрона— Менделеева и определению относительной влажности воздуха, плотность паров воды при заданной температуре T равна $\rho = \frac{\mu r p}{RT}$, где μ— молярная масса воды, r— относительная влажность, p— давление насыщенных

паров при данной температуре, T — абсолютная температура воздуха. Искомая масса воды, содержащейся в $1\,м^3$ влажного воздуха, равна $m = \rho \cdot (1\ м^3)$.

4. Следовательно, юному физику понадобятся приборы для измерения относительной влажности (гигрометр), температуры (термометр), а также табличные значения — давление насыщенных паров воды при измеренной температуре и молярная масса воды.

Ответ: в ясную погоду вечером и ночью приземный слой воздуха быстро остывает, содержащиеся в нем ненасыщенные пары воды превращаются в пересыщенные, и в результате выпадает роса. Для того чтобы оценить, какая масса воды содержится в $1\,м^3$ влажного атмосферного воздуха, понадобятся гигрометр, термометр, а также табличные значения давления насыщенных паров воды при измеренной температуре и молярной массы воды.

№ 420.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае п. п. 1–3) и исчерпывающие верные рассуждения с указанием наблюдаемых явлений и закономерностей (в данном случае — *упоминание реакции горения с выделением теплоты, уменьшения плотности газов при нагревании, наличия выталкивающей силы, действующей по закону Архимеда на более легкие газы, возникновения явления конвекции и ее ослабления при заваливании костра сверху большим количеством сырых листьев, что уменьшает «тягу» и доступ кислорода в костер, в результате чего топливо вместо горения тлеет*).	3
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются следующие недостатки. В объяснении не указано одно из физических явлений, свойств, определений или не назван один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено указанием на соответствующий закон, свойство, явление, определение и т. п.) ИЛИ Объяснения представлены не в полном объеме, или в них содержится один логический недочет.	2
Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нем не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. 1. Костер будет лучше гореть и меньше дымить в первом случае.

2. При горении легких сухих материалов образуются горячие газы, имеющие плотность более низкую, чем окружающий воздух. На эти газы, в соответствии с законом

Архимеда, действует выталкивающая сила, и они начинают подниматься вверх, образуя восходящий горячий конвективный поток, поджигающий топливо в костре.

3.Если бросать сухие листья в костер небольшими порциями, то они в силу своей малой теплоемкости сразу нагреваются и загораются, сгорая практически без дыма.

4.Если же листья сырые и их много, то они перекрывают путь восходящему горячему конвективному потоку продуктов горения из костра, уменьшают «тягу», что замедляет процесс высушивания и нагревания этих листьев, и они вместо быстрого горения медленно тлеют, выделяя густой и мало нагретый дым. Поэтому если костер завалить

листьями, то доступ кислорода воздуха к огню почти прекратится, и костер может погаснуть.

№ 421.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: условие теплового равновесия воды и льда, формулы для расчета количества теплоты при нагревании и кристаллизации, уравнение теплового баланса); II) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); III) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но допущена ошибка в ответе или в математических преобразованиях или вычислениях. ИЛИ Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла.	0
Максимальный балл	2

Решение. 1.Рассмотрим давление жидкостей в обоих коленах на уровне границы жидкостей. По закону Паскаля давление в обоих коленах на этом уровне должно быть одинаковым.

2.Поскольку высота столба жидкости в левом колене больше, чем в правом, делаем вывод, что в левом колене плотность жидкости меньше, чем в правом, то есть в левом — керосин, в правом — вода. Давление жидкости в левом колене равно $p_1 = \rho_1 g(H-b) + p_a$, в правом колене равно $p_2 = \rho_2 g(h-b) + p_a$. Из равенства давлений получаем:

$$h = \frac{\rho_1 (H-b)}{\rho_2} + b = \frac{800 \cdot (30-10)}{1000} + 10 = 26 \text{ см}.$$

Ответ: 26 см.

№ 422.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

Решение. По условию объем погруженной части шарика в воду равен $\frac{1}{4}$ объема, следовательно, в керосин будет погружена $\frac{3}{4}$ от объема шарика. На шарик действуют силы Архимеда со стороны керосина и воды, направленные вверх, и сила тяжести, направленная вниз. Так как шарик находится в равновесии, то $F_{A_1}+F_{A_2}-mg=0.$ Сила Архимеда со стороны керосина $F_{A_1}=\rho_к g\cdot\frac{3}{4}V,$ со стороны воды $F_{A_2}=\rho_к g\cdot\frac{1}{4}V,$ масса шарика $m=\rho V.$ Объединяя формулы, находим плотность шарика:

$$\rho=\frac{3\rho_к+\rho_в}{4}=\frac{3\cdot 800+1000}{4}=850\ \text{кг/м}^3.$$

Ответ: $850\ \text{кг/м}^3.$

№ 423.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); III) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но допущена ошибка в ответе или в математических преобразованиях или вычислениях. ИЛИ Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла.	0
Максимальный балл	2

Решение. Под действием силы тяжести пружина будет растягиваться до тех пор, пока сила упругости, возникшая при деформации пружины, равная $F_{\text{у}} = k\Delta x$, не уравновесит силу тяжести $F_{\text{у}} = mg$, откуда деформация пружины

$$\Delta x = \frac{mg}{k}.$$

Потенциальная энергия пружины может быть найдена по формуле:

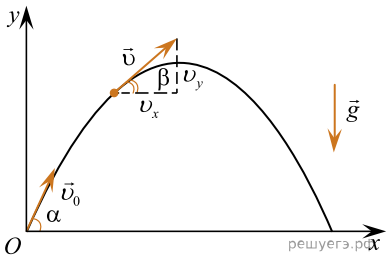
$$E = \frac{k\Delta x^2}{2} = \frac{(mg)^2}{2k} = \frac{(0{,}2 \cdot 10)^2}{2 \cdot 80} = 25 \text{ мДж}.$$

Ответ: 25 мДж.

№ 424.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

Решение. Поскольку сопротивление воздуха отсутствует, то движение мяча – равноускоренное с ускорением $\vec{g}$. Траекторией движения мячика будет являться парабола. В любой момент времени скорость тела направлена по касательной к траектории. Из рисунка следует, что $\operatorname{tg}\beta = \dfrac{\upsilon_y}{\upsilon_x}$.



Так как $g_x = 0$, то по оси *Ox* движение равномерное.

Следовательно, $\upsilon_x = \upsilon_{0x} = \upsilon_0 \cos\alpha$.

По оси *Oy* движение с ускорением *g*, поэтому:

$$\upsilon_y = \upsilon_{Oy} - gt = \upsilon_0 \sin\alpha - gt.$$

Таким образом, получаем:

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{\upsilon_0 \sin\alpha - gt}{\upsilon_0 \cos\alpha} = \frac{10 \cdot \sin 60^\circ - 10 \cdot 0{,}366}{10 \cdot 0{,}5} \approx 1.$$

Следовательно, скорость мяча будет составлять с горизонтом угол $\beta \approx 45^\circ$.

Ответ: 45°.

№ 425.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); III) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но допущена ошибка в ответе или в математических преобразованиях или вычислениях. ИЛИ Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла.	0
Максимальный балл	2

Решение. Определим, какую бы скорость приобрел свободно падающий мяч. По закону сохранения энергии: $\frac{m\upsilon^2}{2} = mgh,$ откуда $\upsilon_1 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 20} = 20$ м/с.

Согласно условию, из-за сопротивления воздуха, скорость оказалась на 20% меньше: $\upsilon_2 = 0{,}8 \cdot 20 \text{м/с} = 16 \text{м/с}.$

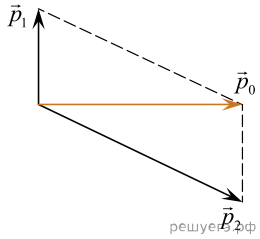
Таким образом, импульс мяча в момент падения равен $p = m\upsilon_2 = 0{,}2 \cdot 16 = 3{,}2$ кг·м/с.

Ответ: 3,2 кг·м/с.

№ 426.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); III) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но допущена ошибка в ответе или в математических преобразованиях или вычислениях. ИЛИ Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла.	0
Максимальный балл	2

Решение. Поскольку действием внешних сил за время взрыва можно пренебречь, для системы должен выполняться закон сохранения импульса: $\vec{p}_0 = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$. Спроектируем уравнение на ось, перпендикулярную направлению движения ядра: $0 = p_1 - p_2 \sin 30^\circ$, где $p_1 = m_1 \upsilon_1$ и $p_2 = m_2 \upsilon_2$ — импульсы тел после взаимодействия. Следовательно, отношение массы первого осколка к массе второго осколка равно:



$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\upsilon_2 \sin 30^\circ}{\upsilon_1} = \frac{80 \text{ м/с} \cdot \frac{1}{2}}{20 \text{ м/с}} = 2.$$

Ответ: 2.

№ 427.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

Решение. Ускорение тела во время всего движения было постоянной величиной. Из формулы

$$s_1 = \frac{\upsilon_1^2 - \upsilon_0^2}{2a} = \frac{\upsilon_1^2}{2a}$$

найдем ускорение: $a = \frac{\upsilon_1^2}{2s_1}$. Для всего пути $s = \upsilon_0 t + \frac{at^2}{2} = \frac{at^2}{2}$, откуда находим общее время разгона:

$$t = \sqrt{\frac{2s}{a}} = \frac{2\sqrt{ss_1}}{\upsilon_1} = \frac{2 \cdot \sqrt{1000 \cdot 2250}}{15} = 200 \text{ с}.$$

Ответ: 200с.

№ 428.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

Решение. Для малого времени взаимодействия тел можно применить закон сохранения импульса:

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = (m_1 + m_2)\vec{u}$$

где u – скорость движения шариков после неупругого взаимодействия. Причем, так как масса первого шарика больше, а скорости шариков до взаимодействия одинаковы по модулю, то слипшиеся шарики будут двигаться в направлении движения первого шарика. В проекции на горизонтальную ось, направленную в сторону движения первого шарика:

$$v(m_1 - m_2) = u(m_1 + m_2),$$

откуда скорость шариков после взаимодействия

$$u = \frac{v(m_1 - m_2)}{m_1 + m_2} = \frac{7 \cdot (0{,}5 - 0{,}3)}{0{,}5 + 0{,}3} = 1{,}75 \text{ м/с}.$$

Ответ: 1,75м/с.

№ 429.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

Решение. Найдем ускорение шарика в моменты времени t = 1, 2, 3 с, исходя из формулы равноускоренного движения без начальной скорости: $s = \frac{at^2}{2}$, откуда $a = \frac{2s}{t^2}$. Получаем:

$a_1 = \frac{2 \cdot 0{,}3}{1^2} = 0{,}6$ м/с^2;

$a_2 = \frac{2 \cdot 1{,}2}{2^2} = 0{,}6$ м/с^2;

$a_3 = \frac{2 \cdot 2{,}7}{3^2} = 0{,}6$ м/с^2.

Таким образом, в любые промежутки времени ускорение оставалось неизменным, следовательно, движение на планете было равноускоренным с ускорением $a = 0{,}6$ м/с^2.

Ответ: движение равноускоренное; ускорение 0,6 м/с^2.

№ 430.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); III) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но допущена ошибка в ответе или в математических преобразованиях или вычислениях. ИЛИ Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла.	0
Максимальный балл	2

Решение. В начальном положении в системе пружина обладала потенциальной энергией $E_p = \frac{kx^2}{2}$, брусок находился в покое. Далее брусок приобретет максимальную скорость и кинетическую энергию $E_k = \frac{m\upsilon^2}{2}$, когда пружина будет не деформирована. Учитывая, что работа сил тяжести и реакции опоры равна 0, сила трения отсутствует, применяем закон сохранения энергии $E_p = E_k$ или $\frac{kx^2}{2} = \frac{m\upsilon^2}{2}$. Откуда первоначальная деформация пружины:

$$x = \upsilon\sqrt{\frac{m}{k}} = 10 \cdot \sqrt{\frac{20 \cdot 10^{-3}}{20 \cdot 10^3}} = 10^{-2} \text{ м} = 1 \text{ см}.$$

Ответ: 1 см.

№ 431.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

Решение. На шарик действуют: сила тяжести mg, сила Архимеда со стороны каждой жидкости F_{A1} и F_{A2}. Шар находится в равновесии, если выполняется равенство:

$$F_{A1} + F_{A2} = mg.$$

Сила Архимеда, действующая в первой жидкости $F_{A1} = \rho_1 g V_1$, где объем погруженной в нее части шара $V_1 = \frac{V}{4}$. Сила Архимеда, действующая во второй жидкости $F_{A2} = \rho_2 g V_2$, где объем погруженной в нее части шара $V_2 = \frac{3V}{4}$. Масса шарика равна $m = \rho V$. Объединяя формулы, получаем:

$$\rho = \frac{\rho_1 + 3\rho_2}{4} = \frac{800 + 3 \cdot 1000}{4} = 950 \text{ кг/м}^3.$$

Ответ: $\rho = 950 \text{ кг/м}^3$.

№ 432.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

Решение. При равноускоренном движении без начальной скорости $s_1 = \frac{\upsilon^2}{2a}$.

Тогда ускорение, с которым ехал поезд, равно $a = \frac{\upsilon^2}{2s_1}$.

Найдем расстояние, которое проехал поезд за время 400 с:

$$s = \frac{at^2}{2} = \frac{(\upsilon t)^2}{4s_1} = \frac{(10 \cdot 400)^2}{4 \cdot 1000} = 4000 \text{ м} = 4 \text{ км}.$$

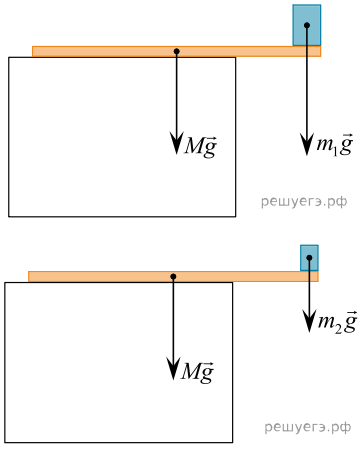
Ответ: 4км.

№ 433.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); III) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но допущена ошибка в ответе или в математических преобразованиях или вычислениях. ИЛИ Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла.	0
Максимальный балл	2

Решение. На линейку в обоих случаях действую сила тяжести линейки, приложенная к ее середине и вес груза. Линейка находится в равновесии, поэтому можно записать правило моментов для каждого случая относительно точки опоры — края стола. В первом случае плечи силы тяжести линейки и веса груза равны $\frac{l}{4}$.

Следовательно, масса линейки равна массе груза $M = m_1 = 250$ г.



Во втором случае плечо веса груза равно l_2 а плечо силы тяжести линейки $\frac{l}{2} - l_2$.

Запишем правило моментов для второго случая:

$m_2 g l_2 = Mg\left(\frac{l}{2} - l_2\right)$, откуда плечо веса груза:

$$l_2 = \frac{Ml}{2(m_2 + M)} = \frac{250 \cdot 90}{2 \cdot (125 + 250)} = 30 \text{ см}.$$

Учитывая, что в первом случае расстояние равнялось $\frac{l}{4} = \frac{90}{4} = 22{,}5$ см, линейка останется в равновесии, если ее выдвинуть на 7,5 см.

Ответ: 7,5 см.

№ 434.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

Решение. Камень движется под действием силы тяжести с ускорением свободного падения, направленным вертикально вниз. Проекция ускорения на ось *Ox* равна нулю, поэтому движение по этой оси равномерное; на ось *Oy* равна $-g$, поэтому движение по этой оси равноускоренное.

При равноускоренном движении проекция перемещения:

$$s_y = \upsilon_{0y}t - \frac{gt^2}{2} = 0.$$

Откуда время полета тела равно:

$$t_{\text{пол}} = \frac{2\upsilon_{0y}}{g} = \frac{2\upsilon_0 \sin\alpha}{g}.$$

При равномерном движении по оси *Ox* дальность полета $L = \upsilon_{0x}t_{\text{пол}} = \upsilon_0 t_{\text{пол}}\cos\alpha,$ откуда начальная скорость при броске равна:

$$\upsilon_0 = \sqrt{\frac{Lg}{2\sin\alpha\cos\alpha}}.$$

При подъеме камня на максимальную высоту проекция $\upsilon_y = 0.$ При равноускоренном движении высота подъема равна:

$$h_{max} = \frac{\upsilon_{0y}^2}{2g}.$$

Тогда получаем:

$$h_{max} = \frac{\upsilon_0^2 \sin^2\alpha}{2g} = \frac{L\,\text{tg}\,\alpha}{4} = \frac{20}{4} = 5 \text{ м}.$$

Ответ: 5м.

№ 435.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

Решение. В первом случае на шар действуют сила натяжения нити T и сила тяжести mg, направленные вертикально вниз, сила Архимеда F_{A1}, направленная вертикально вверх. Во втором случае на него действуют сила тяжести и сила Архимеда F_{A2} при частичном погружении шара. Запишем второй закон Ньютона для каждого случая при ускорении, равном 0:

$$F_{A1} - mg - T = 0,$$

$$F_{A2} - mg = 0.$$

В первом случае шар погружен полностью в воду, поэтому $F_{A1} = \rho g V$, где V — объем шара. Во втором случае шар погружен частично, поэтому $F_{A2} = \rho g V_{\text{пчт}}$, где $V_{\text{пчт}}$ — объем погруженной части шара.

Так как по закону Архимеда объем вытесненной жидкости равен объему погруженной части тела, то при его изменении меняется объем жидкости в сосуде на величину $\Delta V = V - V_{\text{пчт}}$.

Если обозначить h_1 — уровень воды в сосуде в первом случае, h_2 — уровень воды в сосуде во втором случае, то изменение уровня воды равно $h = h_1 - h_2$. Тогда объем вытесненной воды при всплывании шара изменился на $\Delta V = Sh$.

Объединяя уравнения, находим силу натяжения нити:

$$T = \rho g S h = 10^3 \cdot 10 \cdot 200 \cdot 10^{-4} \cdot 5 \cdot 10^{-2} = 10 \text{ Н}.$$

Ответ: $T = 10$ Н.

№ 436.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

Решение. 1.Поскольку стол гладкий, в процессе столкновения шариков сохраняется проекция импульса системы на прямую, вдоль которой движутся шарики: $MV_1 = MV_2 + mV_2$. Отсюда находим скорость второго шарика после столкновения: $V_2 = \frac{M}{m}(V_1 - V_2) = 5$ м/с.

2.Из закона изменения механической энергии системы получаем, что разность кинетических энергий системы перед столкновением и после него равна искомому количеству теплоты: $E_{k1} - E_{k2} = Q$. Здесь

$$E_{k1} = \frac{MV_1^2}{2} = 10 \cdot \frac{25}{2} = 125 \text{ Дж},$$

$$E_{k2} = \frac{MV_2^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = 10 \cdot \frac{16}{2} + 2 \cdot \frac{25}{2} = 105 \text{ Дж}.$$

3. Таким образом, $Q = 125 - 105 = 20$ Дж.

Ответ: $Q = 20$ Дж.

№ 437.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

Решение. На шар действуют три силы: силы Архимеда со стороны керосина и воды, направленные вертикально вверх и сила тяжести, направленная вертикально вниз. Так как шар плавает, то выполняется условие равновесия:

$$F_{A1} + F_{A_2} = mg.$$

Сила Архимеда со стороны керосина $F_{A1} = \frac{4}{5}\rho_к g V,$ сила Архимеда со стороны воды $F_{A2} = \frac{1}{5}\rho_в g V,$ масса тела $m = \rho V,$ где V — объем тела. При объединении уравнений находим плотность материала шарика:

$$\rho = \frac{4\rho_к + \rho_в}{5} = \frac{4 \cdot 800 + 1000}{5} = 840 \text{ кг/м}^3.$$

Ответ: 840 кг/м^3.

№ 438.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); III) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но допущена ошибка в ответе или в математических преобразованиях или вычислениях. ИЛИ Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла.	0
Максимальный балл	2

Решение. Определим жесткость пружины. Согласно закону Гука, сила упругости пропорциональна удлинению пружины $F = kx$, что и подтверждает данный график. Используя любую точку на графике для жесткости пружины, имеем:

$$k = \frac{F}{x} = \frac{4\ \text{Н}}{0{,}02\ \text{м}} = 200\ \text{Н/м}.$$

Период свободных колебаний пружинного маятника связан с жесткостью пружины и массой груза соотношением:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2 \cdot 3{,}14 \cdot \sqrt{\frac{0{,}5\ \text{кг}}{200\ \text{Н/м}}} = 0{,}314\ \text{с} \approx 0{,}3\ \text{с}.$$

Ответ: 0,3 с.

№ 439.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); III) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но допущена ошибка в ответе или в математических преобразованиях или вычислениях. ИЛИ Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла.	0
Максимальный балл	2

Решение. Период колебаний математического маятника может быть найден по формуле $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$, откуда ускорение свободного падения

$$g = \frac{L(2\pi)^2}{T^2}$$

Найдем отношение ускорения свободного падения на некоторой планете и на Земле:

$$\frac{g_{\text{п}}}{g_{\text{З}}} = \frac{T_{\text{З}}^2}{T_{\text{п}}^2} = 1{,}2^2 = 1{,}44.$$

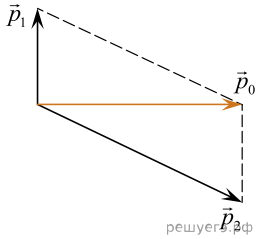
Таким образом, ускорение свободного падения на планете равно $g_{\text{п}} = 14{,}4\ \text{м/с}^2$.

Ответ: $14{,}4\ \text{м/с}^2$.

№ 440.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); III) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но допущена ошибка в ответе или в математических преобразованиях или вычислениях. ИЛИ Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла.	0
Максимальный балл	2

Решение. Для системы выполняется закон сохранения импульса: $\vec{p}_0 = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$, где $p_1 = m\upsilon_1$, $p_2 = m\upsilon_2$, $p_0 = 2m\upsilon_0$. Импульс снаряда равен $p_0 = \sqrt{p_2^2 - p_1^2}$.



решуегэ.рф

Таким образом, скорость снаряда равна:

$$\upsilon_0 = \frac{p_0}{2m} = \frac{\sqrt{(m\upsilon_2)^2 - (m\upsilon_1)^2}}{2m}.$$

$$\upsilon_0 = \frac{\sqrt{(1\text{ кг}\cdot 500\text{ м/с})^2 - (1\text{ кг}\cdot 300\text{ м/с})^2}}{2\text{ кг}} = 200\text{ м/с}.$$

Ответ: 200 м/с.

№ 441.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

Решение. Идеальный амперметр имеет нулевое собственное сопротивление, то есть своим присутствием он не вносит возмущения в электрическую схему.

Согласно закону Ома для полной цепи, $\mathscr{E} = I(R + r)$, где I — полный ток в цепи, а R — полное сопротивление нагрузки.

Резисторы R_1 и R_2 соединены параллельно, резистор R_3 подключен к ним последовательно. Следовательно, полное сопротивление нагрузки равно:

$$R = R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 5\ \text{Ом} + \frac{3\ \text{Ом} \cdot 1\ \text{Ом}}{3\ \text{Ом} + 1\ \text{Ом}} = 5{,}75\ \text{Ом}.$$

При параллельном соединении токи складываются, а напряжения совпадают. Используя закон Ома для участка цепи $U = IR$, находим ток через резистор R_2:

$$I_1 R_1 = I_2 R_2,$$

$$I_2 = I_1 \frac{R_1}{R_2} = 1\ \text{А} \frac{3\ \text{Ом}}{1\ \text{Ом}} = 3\ \text{А}.$$

Следовательно, полный ток в цепи равен:

$$I = I_1 + I_2 = 1\ \text{А} + 3\ \text{А} = 4\ \text{А}.$$

Наконец, находим ЭДС источника:

$$\mathscr{E} = 4\ \text{А} \cdot (5{,}75\ \text{Ом} + 1\ \text{Ом}) = 27\ \text{В}.$$

Ответ: 27 В.

№ 442.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

Решение. Обозначим количество теплоты, необходимое для того, чтобы вскипятить одинаковую массу воды, через Q. Напряжение в розетке через U. Сопротивление первого и второго кипятильников через R_1 и R_2 соответственно.

Так как $Q=\dfrac{U^2}{R_1}t_1$, то сопротивление первого резистора $R_1=\dfrac{U^2}{Q}t_1$. Аналогично сопротивление второго резистора $R_2=\dfrac{U^2}{Q}t_2$. При параллельном соединении, общее сопротивление системы будет равно $R=\dfrac{R_1R_2}{R_1+R_2}$.

Таким образом, потребуется $t=\dfrac{Q}{U^2}R=\dfrac{Q}{U^2}\cdot\dfrac{\frac{U^2}{Q}t_1\cdot\frac{U^2}{Q}t_2}{\frac{U^2}{Q}t_1+\frac{U^2}{Q}t_2}=\dfrac{t_1t_2}{t_1+t_2}=\dfrac{2\text{ мин}\cdot 3\text{ мин}}{2\text{ мин}+3\text{ мин}}=1{,}2\text{ мин}.$

Ответ: 1,2 мин.

№ 443.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

Решение. Поскольку теплоемкостью калориметра можно пренебречь, все тепло, выделяющееся при остывании тела идет на нагрев воды. Количество теплоты, выделяющееся при охлаждении тела, равно $Q_1 = c_т m_т (t - t_1)$, количество теплоты, получаемое водой, $Q_2 = c_в m_в (t - t_2)$.

Составим уравнение теплового баланса:

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

$$c_в m_в (t - t_2) + c_т m_т (t - t_1) = 0$$

Из этого уравнения для неизвестной теплоемкости имеем:

$$c_т = \frac{c_в m_в (t - t_2)}{m_т (t_1 - t)}.$$

$$c_т = \frac{0{,}2 \text{ кг} \cdot 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot {}^\circ\text{C)} \cdot 7 \text{ }^\circ\text{C}}{0{,}8 \text{ кг} \cdot 63 \text{ }^\circ\text{C}} = 117 \text{ Дж/(кг} \cdot {}^\circ\text{C)}.$$

Ответ: 117 Дж/(кг·°C).

№ 444.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

Решение. Условие дифракционного максимума $d\sin\varphi = k\lambda,$ где для малых углов $\sin\varphi \approx \operatorname{tg}\varphi = \frac{b}{L}.$

Тогда для максимума фиолетового и красного света получаем

$$\frac{db_1}{L} = k\lambda_1$$

$$\frac{db_2}{L} = k\lambda_2.$$

Откуда находим период решетки:

$$d = \frac{Lk(\lambda_1 - \lambda_2)}{\Delta b} = \frac{2 \cdot 2 \cdot (8 \cdot 10^{-7} - 4 \cdot 10^{-7})}{8 \cdot 10^{-2}} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ м} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ см}.$$

Тогда на 1 см приходится количество штрихов:

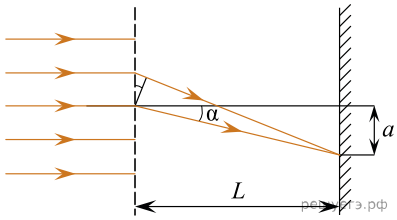
$$N = \frac{1 \text{ см}}{d} = \frac{1}{2 \cdot 10^{-3}} = 500.$$

Ответ: 500.

№ 445.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

Решение. Условие интерференционных максимумов дифракционной решетки: $d\sin\alpha = k\lambda$. Из рисунка видим, что $\sin\alpha = \operatorname{tg}\alpha = \dfrac{a}{L} = \dfrac{3\cdot 10^{-2}\text{ м}}{0{,}75\text{ м}} = 0{,}04$. Найдем номер дифракционного максимума, который будет наблюдаться на экране на расстоянии 3см от центра дифракционной картины:



$$k = \frac{d\sin\alpha}{\lambda} = \frac{10^{-5}\text{ м}\cdot 0{,}04}{0{,}4\cdot 10^{-6}\text{ м}} = 1.$$

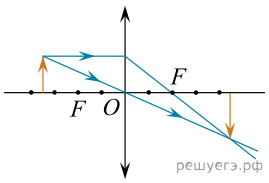
Таким образом, будет наблюдаться максимум первого порядка.

Ответ: 1.

№ 446.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

Решение. Применим формулу тонкой собирающей линзы: $\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=\frac{1}{F}$, откуда $f=\frac{dF}{d-F}$.



Увеличение, даваемое линзой, по определению $\Gamma=\frac{H}{h}$. Из соображений геометрии $\frac{H}{h}=\frac{f}{d}$, откуда

$$h=\frac{dH}{f}=\frac{H(d-F)}{F}=\frac{5\cdot(36-20)}{20}=4\text{ см}.$$

Ответ: 4см.

№ 447.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

Решение. Идеальный газ подчиняется уравнению состояния Клапейрона— Менделеева: $pV = \nu RT$. Следовательно, наименьшему объему соответствует точка процесса, когда минимально отношение T/p. Ясно, что это точка $(300\ \text{К}, 200\ \text{кПа})$. Таким образом, количество вещества равно:

$$\nu = \frac{pV}{RT} = \frac{2 \cdot 10^5\ \text{Па} \cdot 6 \cdot 10^{-3}\ \text{м}^3}{8{,}31\ \text{Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К}) \cdot 300\ \text{К}} \approx 0{,}48\ \text{моль}.$$

Ответ: 0,48 моль.

№ 448.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

Решение. Описанная система образует плоский конденсатор. Электростатическое поле внутри плоского конденсатора однородно. Оно связано с напряжением на конденсаторе соотношением $E = \frac{U}{d}$. Напряжение можно найти, зная емкость конденсатора $C = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$ и заряд: $U = \frac{q}{C}$. Таким образом, искомая напряженность поля равна:

$$E = \frac{q}{\varepsilon_0 S} = \frac{5 \cdot 10^{-12}\ \text{Кл}}{8{,}85 \cdot 10^{-12}\ \text{Ф/м} \cdot 1{,}5\ \text{м}^2} \approx 0{,}38\ \text{В/м}.$$

Ответ: 0,38В/м.

№ 449.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

Решение. При контакте тел с разной температурой между ними начинается теплообмен. Он продолжается до тех пор, пока температуры тел не выровняются. Льда в термосе много, а значит, весь лед не растает и конечная температура системы будет 0°С. Поскольку система находится в термосе, теплопотерями можно пренебречь.

Количество теплоты, необходимое дя плавления льда, равно $Q_1 = m\lambda,$ количество теплоты, выделяющееся при охлаждении воды $Q_2 = c_в m_в (t_1 - t_2).$

Составим уравнение теплового баланса при отсутствии тепловых потерь:

$$Q_1 + Q_2 = 0;$$

$$c_в m_в (t_1 - t_2) + \lambda m = 0.$$

В итоге находим массу льда:

$$m = \frac{c_в m_в (t_2 - t_1)}{\lambda} = \frac{4200\ \text{Дж/(кг}\cdot\text{°C)} \cdot 0{,}5\ \text{кг} \cdot (66\ \text{°C} - 0\ \text{°C})}{3{,}3 \cdot 10^5\ \text{Дж/кг}} = 0{,}42\ \text{кг}.\ m = \frac{c_в m_в (t_2 - t_1)}{\lambda} =$$
$$= \frac{4200\ \text{Дж/(кг}\cdot\text{°C)} \cdot 0{,}5\ \text{кг} \cdot (66\ \text{°C} - 0\ \text{°C})}{3{,}3 \cdot 10^5\ \text{Дж/кг}} = 0{,}42\ \text{кг}.\ m = \frac{c_в m_в (t_2 - t_1)}{\lambda} =$$
$$= \frac{4200\ \text{Дж/(кг}\cdot\text{°C)} \cdot 0{,}5\ \text{кг} \cdot (66\ \text{°C} - 0\ \text{°C})}{3{,}3 \cdot 10^5\ \text{Дж/кг}} =$$
$$= 0{,}42\ \text{кг}.$$

Ответ: 0,42кг.

№ 450.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

Решение. На заряженную частицу электрическое поле действует силой $F = qE$, под действием которой она приобретает ускорение $a = \frac{F}{m}$.

При равноускоренном движении без начальной скорости перемещение частицы $s = \frac{at^2}{2}$.

Объединяя формулы, получаем:

$$t = \sqrt{\frac{2sm}{qE}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 4{,}5 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-9}}{5 \cdot 10^{-13} \cdot 2 \cdot 10^{5}}} = 0{,}03 \text{ с}.$$

Ответ: 0,03 с.

№ 451.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

Решение. Условие интерференционных максимумов дифракционной решетки имеет вид: $d\sin\alpha = k\lambda$. Для того, чтобы интерференционный максимум попадал на экран, необходимо выполнение условия

$$|\alpha_{max}| \leqslant 90^\circ \Leftrightarrow |\sin\alpha_{max}| \leqslant 1 \Leftrightarrow \frac{k_{max}\cdot\lambda}{d} \leqslant 1 \Leftrightarrow k_{max} \leqslant \frac{d}{\lambda} = \frac{\frac{1}{100}\ \text{мм}}{650\cdot 10^{-9}\ \text{м}} \approx 15{,}4 \Rightarrow k_{max} = 15.$$

$|\alpha_{max}| \leqslant 90^\circ \Leftrightarrow |\sin\alpha_{max}| \leqslant 1 \Leftrightarrow \frac{k_{max}\cdot\lambda}{d} \leqslant 1 \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow k_{max} \leqslant \frac{d}{\lambda} = \frac{\frac{1}{100}\ \text{мм}}{650\cdot 10^{-9}\ \text{м}} \approx 15{,}4 \Rightarrow k_{max} = 15.$

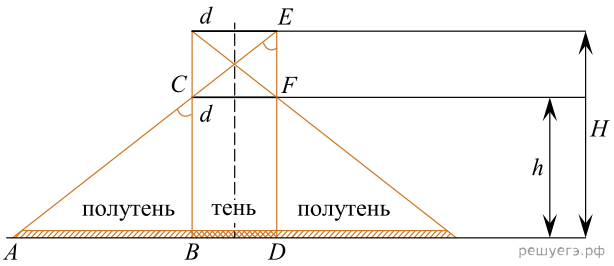
Ответ: 15.

№ 452.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

Решение. Источник света будет протяженным (не точечным). Построим ход лучей, чтобы найти области тени и полутени (см. рис.).

Треугольники *ABC* и *CEF* подобны. Тогда в них выполняется соотношение: $\frac{CF}{EF}=\frac{AB}{CB}$.



Найдем из рисунка отрезки:

$$CF=d;\quad EF=H-h;\quad AB=\frac{D-d}{2};\quad CB=h.$$

Таким образом, получаем:

$$\frac{d}{H-h}=\frac{D-d}{2h}.$$

Откуда находим диаметр тени и полутени на полу:

$$D=d+\frac{2hd}{H-h}=\frac{d(H+h)}{H-h}=\frac{2\cdot(4+2)}{4-2}=6\text{ м}.$$

Площадь полутени равна разности всей площади и площади тени:

$$S=\frac{\pi D^2}{4}-\frac{\pi d^2}{4}=\frac{\pi(D^2-d^2)}{4}=\frac{3,14\cdot(36-4)}{4}\approx 25\text{ м}^2.$$

Ответ: 25 м^2.

№ 453.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

Решение. Количество теплоты, необходимое для нагревания заварки, равно $Q_1 = m_1 c(t - t_1)$. Количество теплоты, выделяющееся при охлаждении воды, равно $Q_2 = m_2 c(t - t_2)$.

Запишем уравнение теплового баланса при отсутствии тепловых потерь: $Q_1 + Q_2 = 0$. Тогда получаем:

$$m_1 c(t - t_1) + m_2 c(t - t_2) = 0,$$

откуда масса заварки равна

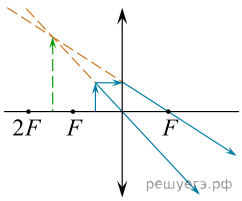
$$m_1 = \frac{m_2(t_2 - t)}{t - t_1} = \frac{0{,}14 \cdot (90 - 70)}{70 - 20} = 0{,}056 \text{ кг} = 56 \text{ г}.$$

Ответ: 56 г.

№ 454.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

Решение. Обозначим расстояние от предмета до линзы d, от линзы до изображения — f. Так как линза собирающая и дает мнимое изображение, то формула тонкой линзы будет иметь вид:



$$\frac{1}{d}-\frac{1}{f}=\frac{1}{F}.$$

Увеличение, даваемое линзой $\Gamma=\frac{f}{d}$. Объединяя уравнения, находим расстояние от линзы до мнимого изображения:

$$f=F(\Gamma-1)=12\cdot(3-1)=24\text{ см}.$$

Ответ: 24 см.

№ 455.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

Решение. Основное уравнение МКТ идеального газа $p=\frac{1}{3}m_0 n\overline{v}^2$. Учитывая, что масса одной молекулы $m_0=\frac{m}{N}$, где m и V — соответственно масса газа и его объем, концентрация газа $n=\frac{N}{V}$, где N — число молекул, а масса газа $m=\rho V$, получаем:

$$p=\frac{1}{3}\rho\overline{v}^2=\frac{1,2\cdot 250000}{3}=100\ 000\ \text{Па}=100\ \text{кПа}.$$

Ответ: 100 кПа.

№ 456.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

Решение. Условие интерференционных максимумов дифракционной решетки: $d\sin\alpha = k\lambda$, откуда $\sin\alpha = \frac{k\lambda}{d}$. Синус меньше либо равен единице, значит, $\frac{k\lambda}{d} \leqslant 1$, откуда $k \leqslant \frac{d}{\lambda} = \frac{5\cdot 10^{-6}\text{ м}}{5{,}3\cdot 10^{-7}\text{ м}} \approx 9{,}4$. То есть порядок наибольшего максимума равен 9.

Ответ: 9.

№ 457.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

Решение. Показания амперметра и вольтметра при первом сопротивлении реостата пометим индексом1, показания при втором значении сопротивления— индексом2. Тогда, используя закон Ома для полной цепи, для определения внутреннего сопротивления источника тока r можно написать систему уравнений :

$$\begin{cases} \mathscr{E} = I_1 r + I_1 R_1, \\ \mathscr{E} = I_2 r + I_2 R_2 \end{cases}.$$

Учитывая закон Ома для участка цепи $U = IR,$ получаем:

$$\begin{cases} \mathscr{E} = I_1 r + U_1, \\ \mathscr{E} = I_2 r + U_2 \end{cases}.$$

Откуда находим внутреннее сопротивление источника тока:

$$r = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1} = \frac{6-4}{2-1}\ \text{Ом} = 2\ \text{Ом}.$$

Ответ: 2Ом.

№ 458.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

Решение. Условие дифракционного максимума $d\sin\alpha = m\lambda,$ при этом длина волны $\lambda = \frac{c}{\nu}.$

Наибольший порядок дифракционного максимума наблюдается при условии $\sin\alpha = 1.$

Таким образом, наибольший порядок дифракционного максимума равен

$$m_{max} = \frac{d\nu}{c} = \frac{10^{-3}\cdot 5\cdot 10^{14}}{500\cdot 3\cdot 10^{8}} \approx 3,3.$$

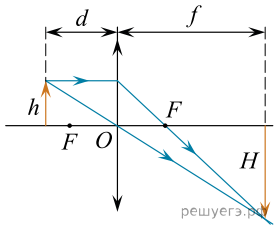
Следовательно, наибольший порядок равен 3.

Ответ: 3.

№ 459.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

Решение. Расстояние от предмета до линзы d, расстояние от линзы до изображения f и фокусное расстояние F связаны формулой тонкой линзы: $\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=\frac{1}{F}$. Увеличение линзы дается соотношением: $\Gamma=\frac{H}{h}=\frac{f}{d}$.



Определим, какое увеличение давала первая линза: $\Gamma=\frac{F}{d-F}=\frac{6\text{ см}}{9\text{ см}-6\text{ см}}=2.$

Выразим теперь расстояние между предметом и линзой через увеличение и фокусное расстояние: $d=F\cdot\frac{\Gamma+1}{\Gamma}=8\text{ см}\cdot\frac{2+1}{2}=12\text{ см}.$

Ответ: 12 см.

№ 460.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

Решение. Запишем уравнение состояния для идеального газа $p = nkT,$ где $n = \frac{N}{V}.$ Найдем отношение количества частиц в конце и в начале опыта:

$$\begin{cases} p_2V_2 = N_2k\dfrac{T}{2}, \\ p_1V_1 = N_1kT, \end{cases} \text{ откуда } \frac{N_2}{N_1} = \frac{2p_2V_2}{p_1V_1}.$$

Подставим данные из графика и получим:

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{2 \cdot 2}{6} = \frac{2}{3} \approx 0,67.$$

Ответ: 0,67.

№ 461.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильны.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II представлены не в полном объеме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и(или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. 1.В первой части процесса газ совершает работу при некотором постоянном давлении p_1, увеличивая свой объем от 0 до V_1 за счет накачки газа в цилиндр. Работа газа при этом равна, с учетом уравнения Клапейрона— Менделеева, $A_1 = p_1 V_1 = \nu R T_1$.

2.На второй стадии процесса газ адиабатически охлаждается, совершая согласно первому началу термодинамики работу за счет убыли своей внутренней энергии: $A_2 = -\Delta U_2$.

3.Внутренняя энергия идеального одноатомного газа равна $U = \frac{3}{2}\nu RT$, поэтому $A_2 = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_2)$.

4. Полная работа газа в процессе, таким образом, равна:

$$A = A_1 + A_2 = \nu R T_1 + \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_2) = \frac{\nu R}{2}(5T_1 - 3T_2) = \frac{4 \cdot 8{,}31}{2}(5 \cdot 343 - 3 \cdot 303) \approx 13{,}4 \text{ кДж}.$$

Ответ: $A = \frac{\nu R}{2}(5T_1 - 3T_2) \approx 13{,}4$ кДж.

№ 462.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: первый закон термодинамики, формулы для внутренней энергии одноатомного идеального газа и для работы газа на изобаре, уравнение Клапейрона — Менделеева); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и(или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины).	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но при сутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. Для определения количества теплоты Q_{123} необходимо сложить количества теплоты, сообщенные газу на участках 1–2 и 2–3: $Q_{123} = Q_{12} + Q_{23}$.

Исходя из приведенного графика, можно сделать вывод, что процесс 1–2 является изохорным. Для него, как следует из уравнения Клапейрона — Менделеева, $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$, откуда $\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1} = 2$. Следовательно:

$$T_2 = T_1 \frac{p_2}{p_1} = 2T_1 = 300 \cdot 2 = 600 \text{ K}.$$

Работа газа в процессе 1–2 равна нулю, и для него первый закон термодинамики с учетом выражения для внутренней энергии одноатомного идеального газа принимает вид:

$$Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}\nu R T_1.$$

Процесс 2–3 является изобарным с давлением $p = p_2 = \text{const}$, для него первый закон термодинамики принимает вид: $Q = A_{23} + \Delta U_{23}$, где $\Delta U_{23} = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2)$ — изменение внутренней энергии газа, $A_{23} = p_2(V_3 - V_2)$ — совершенная газом работа. Из уравнения Клапейрона — Менделеева $pV = \nu RT$ следует, что:

$$Q_{23} = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2) + \nu R(T_3 - T_2) = \frac{5}{2}\nu R(T_3 - T_2).$$

Таким образом:

$$Q_{23} = \frac{5}{2}\nu R(T_3 - 2T_1).$$

В результате:

$$Q_{123} = \frac{3}{2}\nu R T_1 + \frac{5}{2}\nu R(T_3 - 2T_1) = \frac{3}{2} \cdot 1 \cdot 8{,}31 \cdot 300 + \frac{5}{2} \cdot 1 \cdot 8{,}31 \cdot (900 - 600) \approx 10 \text{ кДж}. \quad Q_{123} = \frac{3}{2}\nu R T_1 + \frac{5}{2}\nu R(T_3 - 2T_1) =$$
$$= \frac{3}{2} \cdot 1 \cdot 8{,}31 \cdot 300 + \frac{5}{2} \cdot 1 \cdot 8{,}31 \cdot (900 - 600) \approx 10 \text{ кДж}.$$

Ответ: 10 кДж.

№ 463.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае формула, связывающая давление газа с концентрацией частиц и температурой); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. ИЛИ В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.). ИЛИ В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. Воспользуемся уравнением Менделеева — Клапейрона: $pV = \nu RT$. Так как при постоянном объеме V температура T возросла в 10 раз, а давление p увеличилось в 15 раз, то общее количество частиц возросло в 1,5 раза.

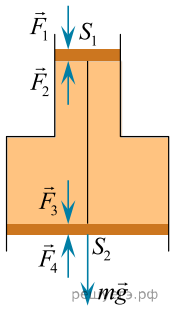
Обозначим через N исходное число частиц, а через α — искомую долю распавшихся молекул азота. После нагревания α молекул распадется. При распаде из одной молекулы азота образуется два атома азота, значит, в сосуде будет $(1-\alpha)\nu$ молекулярного азота и $2\alpha\nu$ атомарного азота. Общее количество вещества станет равным $(1-\alpha)\nu + 2\alpha\nu = (1+\alpha)\nu = 1{,}2\nu$. Тогда из уравнения $2 \cdot \alpha N + (1-\alpha)N = 1{,}5N$ находим: $\alpha = 0{,}5$.

Ответ: $\alpha = 0{,}5$.

№ 464.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: уравнение Клапейрона — Менделеева; условие равновесия тела, движущегося поступательно); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. ИЛИ В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). ИЛИ В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и(или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. Обозначим длину верхней части сосуда b, тогда нижняя часть имеет длину $l-b$.Изобразим силы, действующие данной системе: на верхний поршень действуют силы $F_1 = p_0 S_1$ и $F_2 = pS_1$б, на нижний поршень силы $F_3 = pS_2$ и $F_4 = p_0 S_2$. На поршни действует сила тяжести mg, где m— общая масса обоих поршней.



Данная система находится в равновесии, если $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 + m\vec{g} = 0$. Так как стенки гладкие, внешнее давление и масса поршней не меняется, то делаем вывод, что при перемещении системы соединенных поршней давление газа в сосуде останется неизменным.

При этом изменится объем газа в сосуде. В первом случае объем газа был равен $V_1 = bS_1 + (l-b)S_2$, а давление газа определялось уравнением Клапейрона-Менделеева $pV_1 = \nu RT_1$.

Во втором случае объем газа стал равным $V_2 = (b-x)S_1 + (l-b+x)S_2$, а давление газа определялось уравнением $pV_2 = \nu RT_2$.

Тогда получаем: $p(V_2 - V_1) = \nu R\Delta T$. Подставляя в данное выражение объемы газа в каждом случае, находим изменение температуры:

$$\Delta T = \frac{px(S_2 - S_1)}{\nu R} = \frac{9 \cdot 10^4 \cdot 3 \cdot 10^{-2} \cdot (190 - 40) \cdot 10^{-4}}{0{,}2 \cdot 8{,}31} \approx 24{,}4 \text{ K}.$$

Ответ: 24,4К.

№ 465.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	3

Решение. При сообщении льду количества теплоты Q часть из нее пойдет на плавление льда $Q_1 = m\lambda,$ часть — на нагревание образовавшейся воды $Q_2 = mc(t_2 - t_1),$ где m — первоначальная масса льда.

При сообщении льду количества теплоты $q = \frac{Q}{2}$ оно пойдет на плавление массы льда $m_1 = km.$ Тогда получаем два уравнения:

$$Q = m(\lambda + c(t_2 - t_1),$$

$$\frac{Q}{2} = km\lambda.$$

Решая систему уравнений, находим:

$$k = \frac{\lambda + c(t_2 - t_1)}{2\lambda} = \frac{330 \cdot 10^3 + 4{,}2 \cdot 10^3 \cdot 30}{2 \cdot 330 \cdot 10^3} \approx 0{,}69.$$

Ответ: $k \approx 0{,}69.$

№ 466.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и(или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины).	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. На шар действуют: сила Архимеда $F_A = \rho_в g V$, сила тяжести, действующая на воздух внутри, $m_в g$ и сила тяжести, действующая на оболочку и груз, $(m+M)g$. По второму закону Ньютона:

$$\vec{F}_A + m_в\vec{g} + (m+M)\vec{g} = 0.$$

В проекциях на вертикаль: $F_A = m_в g + (m+M)g.$

Условие подъема шара: $F_A \geqslant Mg + m_в g + mg,$ где $m_в = \rho V$ — масса воздуха внутри оболочки. Отсюда:

$$\rho_0 g V \geqslant Mg + \rho g V + mg$$

$$\rho_0 V \geqslant M + \rho V + m, \quad (1)$$

где ρ — плотность воздуха внутри оболочки.

Перепишем уравнение Менделеева— Клапейрона $pV = \frac{m}{\mu}RT$ в виде $p = \frac{\rho}{\mu}RT$ и запишем его для воздуха снаружи шара и внутри него:

$$p = \frac{\rho_0}{\mu}RT_0,$$

$$p = \frac{\rho}{\mu}RT.$$

Из чего получаем $\rho = \frac{T_0}{T}\rho_0,$ где T— температура воздуха внутри шара. Подставляем в неравенство (1):

$$\rho_0 V \geqslant M + \frac{T_0}{T}\rho_0 V + m.$$

$$T \geqslant \frac{T_0\rho_0 V}{\rho_0 V - M - m} = \frac{280 \cdot 1{,}2 \cdot 2500}{1{,}2 \cdot 2500 - 400 - 200} = 350 \text{ K}.$$

Минимальная разность температур составляет $350 - 280 = 70$ K.

Ответ: 70 К.

№ 467.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: определение КПД, определение моля, связи массы и объема слоя вещества, выраженного через площадь и толщину этого слоя); II) описаны все вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3

Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется один из следующих недостатков. Записи, соответствующие одному или обоим пунктам — II и III, — представлены не в полном объеме или отсутствуют. ИЛИ При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.). ИЛИ При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и(или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. Поскольку при горении одной молекулы метана образуется две молекулы воды, значит, образованию одной молекулы воды при горении метана соответствует количество теплоты, равное $\frac{Q}{2}$, а для отопления используется только $\eta\cdot\frac{Q}{2}\approx 0{,}332\cdot 10^{-18}$ Дж. Число молекул воды, образовавшихся за месяц при получении для отопления количества теплоты в 1 гигакалорию = 4,2 ГДж, составляет:

$$N=\frac{4{,}2\cdot 10^{9}}{3{,}32\cdot 10^{-19}}\approx 1{,}265\cdot 10^{28},$$

то есть примерно $\nu=\frac{N}{N_A}=\frac{1{,}265\cdot 10^{28}}{6\cdot 10^{23}}\approx 2{,}11\cdot 10^{4}$ молей.

Масса 1моля воды равна 0,018кг, так что за месяц образуется примерно $m=\nu M=2{,}11\cdot 10^{4}\cdot 0{,}018\approx 380$ кг воды, которая, сконденсировавшись, превращается на морозе в снег. При плотности снега, равной 100 кг/м^3, объем такого количества замерзшей воды равен $V=\frac{m}{\rho}=\frac{380}{100}=3{,}8$ м^3. Толщина слоя снега составит:

$$h=\frac{V}{S}=\frac{3{,}8}{60}\approx 0{,}063\text{ м}=6{,}3\text{ см}.$$

Ответ: $h=6{,}3$ см.

№ 468.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	3

Решение. 1)Газ получает количество теплоты ΔQ^+ на участках 1–2, 2–3 и 4–5 цикла. Для нахождения этого количества теплоты воспользуемся выражением для внутренней энергии одноатомного идеального газа $U=\frac{3}{2}pV$ и тем фактом, что работа газа в некотором процессе численно равна площади под участком графика, изображающего данный процесс на *pV*–диаграмме.

2)Пусть ΔU_{nm} — изменение внутренней энергии при переходе газа из состояния «*n*» в состояние «*m*», а ΔA_{nm} — работа, совершаемая газом при переходе из состояния «*n*» в состояние «*m*». В соответствии с первым законом термодинамики:

$$\Delta Q^+ = \Delta U_{13} + \Delta A_{23} + \Delta U_{45} + \Delta A_{45} =$$
$$= \frac{3}{2}(3p_0 \cdot 2V_0 - p_0 \cdot V_0) + 3p_0V_0 + \frac{3}{2}(2p_0 \cdot 3V_0 - 2p_0 \cdot 2V_0) + 2p_0V_0 = \frac{31}{2}p_0V_0. \quad \Delta Q^+ = \Delta U_{13} + \Delta A_{23} + \Delta U_{45} + \Delta A_{45} =$$
$$= \frac{3}{2}(3p_0 \cdot 2V_0 - p_0 \cdot V_0) + 3p_0V_0 + \frac{3}{2}(2p_0 \cdot 3V_0 - 2p_0 \cdot 2V_0) + 2p_0V_0 =$$
$$= \frac{31}{2}p_0V_0.$$

3)Согласно условию задачи, $\Delta Q^+ = \frac{31}{2}p_0V_0 = \eta q m,$ где *m* — масса угля, сгорающего за один цикл работы двигателя.

4) Применим для состояния «4» уравнение Менделеева — Клапейрона: $2p_0 \cdot 2V_0 = \nu R T_4.$

5)Выражая из последнего уравнения произведение $p_0V_0,$ получаем: $\frac{31}{8}\nu R T_4 = \eta q m.$ Отсюда масса *M* угля, сгорающего за *N* циклов работы двигателя, равна

$$M = Nm = \frac{31\nu RT_4 N}{8\eta q} \approx 0{,}55 \text{ кг}.$$

Ответ: $M = \frac{31\nu RT_4 N}{8\eta q} \approx 0{,}55$ кг.

№ 469.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: уравнение Менделеева — Клапейрона, первое начало термодинамики и выражение для внутренней энергии газа); II) описаны все вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется один из следующих недостатков. Записи, соответствующие одному или обоим пунктам — II и III, — представлены не в полном объеме или отсутствуют. ИЛИ При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.). ИЛИ При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. Для идеального одноатомного газа внутренняя энергия определяется

только его температурой: $U=\frac{3}{2}\nu RT.$

Согласно условию, процесс идет таким образом, что давление изменяется обратно пропорционально квадрату объема, то есть можно записать $p=\frac{\alpha^2}{V^2},$ где α — некоторая постоянная (константа выбрана таким образом для удобства дальнейшего изложения). Обращая данное равенство получаем, что $V=\frac{\alpha}{\sqrt{p}}.$

Идеальный газ подчиняется уравнению Клапейрона — Менделеева $pV=\nu RT,$ откуда получаем:

$$p\frac{\alpha}{\sqrt{p}}=\nu RT,$$

$$\alpha\sqrt{p}=\nu RT.$$

Записав последнее выражение для начального и конечного состояний, после чего поделив одно на другое, получаем выражение для конечной температуры:

$$T_2=T_1\sqrt{\frac{p_2}{p_1}}=600\text{ К}\sqrt{\frac{10^5\text{ Па}}{4\cdot 10^5\text{ Па}}}=300\text{ К}.$$

Таким образом, внутренняя энергия газа после расширения равна:

$$U=\frac{3}{2}\cdot 1\text{ моль}\cdot 8{,}31\text{ Дж}/(\text{моль}\cdot\text{ К})\cdot 300\text{ К}\approx 3740\text{ Дж}.$$

Ответ: 3740 Дж.

№ 470.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: уравнение Менделеева — Клапейрона, формулы для плотности пара, для относительной влажности воздуха и для связи массы с плотностью и объемом пара); II) описаны все вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется один из следующих недостатков. Записи, соответствующие одному или обоим пунктам — II и III, — представлены не в полном объеме или отсутствуют. ИЛИ При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.). ИЛИ При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. 1. Пары воды являются газом, поэтому для описания связи параметров его состояния — давления $p_{\text{п}}$, объема V и температуры T можно применять уравнение Менделеева — Клапейрона:

$$p_{\text{п}}V = \frac{m}{\mu}RT.$$

Отсюда плотность пара:

$$\rho_{\text{п}} = \frac{m}{V} = \frac{p_{\text{п}}\mu}{RT}.$$

2. Относительная влажность воздуха:

$$\varphi = \frac{p_{\text{п}}}{p_{\text{нп}}} = \frac{\rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{нп}}}.$$

Поскольку

$$p_{\text{нп1}} = \frac{p_{\text{п1}}}{\varphi_1} = \frac{700}{0,5} = 1400 \text{ Па} = 1,4 \text{ кПа},$$

то температура, найденная из графика, равна $T_1 = 12\ ^\circ\text{C} = 285 \text{ K}$, а плотность пара:

$$\rho_{\text{п1}} = \frac{700 \cdot 0,018}{(8,31 \cdot 285)} \approx 0,00532 \text{ кг/м}^3.$$

3. Объем помещения равен $V = 6 \cdot 10 \cdot 3 = 180 \text{ м}^3$, так что масса пара $m_1 = \rho_{\text{п1}} \cdot V \approx 0,00532 \cdot 180 \approx 0,958$ кг.

4. Из графика находим при температуре $T_2 = 25\ ^\circ\text{C} = 298 \text{ K}$, что:

$p_{\text{нп2}} = 3,2 \text{ кПа} = 3200 \text{ Па}$, $p_{\text{п2}} = \varphi_2 p_{\text{нп2}} = 0,25 \cdot 3200 = 800 \text{ Па}$, $\rho_{\text{п2}} = \frac{800 \cdot 0,018}{8,31 \cdot 298} \approx 0,00581 \text{ кг/м}^3$ и далее массу пара $m_2 = \rho_{\text{п2}} \cdot V \approx 0,00581 \cdot 180 \approx 1,0467$ кг.

5. Таким образом, масса паров воды увеличилась на:

$$\Delta m = m_2 - m_1 \approx 1,0467 - 0,958 \approx 0,0887 \text{ кг} \approx 89 \text{ г}.$$

№ 471.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: уравнение Клапейрона — Менделеева; условие равновесия тела, движущегося поступательно); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. ИЛИ В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.). ИЛИ В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. Проведем анализ процессов. При изобарном расширении температура газа увеличивается согласно закону $\frac{V}{T} = const$. При расширении газ совершает положительную работу, при нагревании внутренняя энергия газа увеличивается, следовательно, газ получает положительное количество теплоты от нагревателя.

При изохорном охлаждении газ работу не совершает, его внутренняя энергия уменьшается, следовательно, газ теплоту отдает.

При адиабатном сжатии количество теплоты равно 0. Таким образом, газ получает теплоту только на участке 1–2.

По первому закону термодинамики $Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$. При изобарном процессе работа газа равна $A_{12} = \nu R \Delta T$, а изменение внутренней энергии одноатомного идеального газа

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T$, где ν — количество вещества, ΔT — изменение температуры газа.

Тогда $\Delta U_{12} = \frac{3}{2}A_{12}$, а полученная теплота $Q_{12} = \frac{5}{2}A_{12}$.

Работа газа за цикл равна $A = A_{12} + A_{31}$, поскольку на участке 2–3 работа не совершается. При адиабатном сжатии по условию $|A_{31}| = \frac{A_{12}}{2}$, при этом работа газа отрицательна, потому что объем газа уменьшается. Тогда получаем, что работа газа за цикл равна

$$A = A_{12} - \frac{A_{12}}{2} = \frac{A_{12}}{2}.$$

Найдем КПД цикла:

$$\eta = \frac{A}{Q_{12}} = \frac{\frac{1}{2}A_{12}}{\frac{5}{2}A_{12}} = 0,2 = 20\%.$$

Ответ: 20%.

№ 472.

Критерии оценивания ответа на задание С3	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. ИЛИ В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.). ИЛИ В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
Максимальное количество баллов	3

Решение. Найдем сначала количество теплоты, которое получит сосуд к моменту, когда вся вода в нем испарится. Оно складывается из теплоты, затраченной на нагревание всей массы воды $m = \rho V = 0{,}5$ кг (V — объем, ρ — плотность воды) от температуры $T_1 = +20$ до $T_2 = +100\ ^\circ\mathrm{C}$, и теплоты, пошедшей на испарение воды (здесь c — удельная теплоемкость, λ — удельная теплота испарения воды):

$$Q^+ = cm(T_2 - T_1) + \lambda m = 4200 \cdot 0{,}5 \cdot 80 + 2{,}3 \cdot 10^6 \cdot 0{,}5 =$$

$$= (168 + 1150) \cdot 10^3 \text{ Дж} = 1318 \text{ кДж}.$$

Из условия следует, что 50% этого количества теплоты пошло на нагревание емкости со льдом: $0{,}5 \cdot Q^+ = 659$ кДж. На плавление всей массы льда M с удельной теплотой плавления q необходимо количество теплоты:

$$Q_{\text{пл}} = qM = 3{,}3 \cdot 10^5 \cdot 1 = 330 \text{ кДж} < 0{,}5 \cdot Q^+ = 659 \text{ кДж}.$$

Остальное количество теплоты пойдет, очевидно, на нагревание получившейся в емкости воды массой M от $0\ ^\circ\mathrm{C}$ до некоторой температуры T:

$$0{,}5 \cdot Q^+ - Q_{\text{пл}} = 659 - 330 = 329 \text{ кДж} = cM(T - 0\ ^\circ\mathrm{C}) = cMT$$

$$0{,}5\cdot Q^{*}-Q_{\text{пл}}=659-330=329\ \text{кДж}=cM(T-0\ ^\circ\text{C})=cMT,$$

откуда $T=\dfrac{329}{4{,}2\cdot 1}\approx 78\ ^\circ\text{C}<100\ ^\circ\text{C}$. Таким образом, вода в емкости, получившаяся при плавлении льда, не испарится.

Ответ: к моменту испарения всей воды в сосуде в верхней емкости окажется 1кг воды при температуре $+78\ ^\circ\text{C}$.

№ 473.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	3

Решение. Клапан откроется, когда избыточная сила F давления воздуха на клапан изнутри цилиндра сравняется с силой давления стержня на этот клапан. Если превышение давления воздуха в цилиндре над атмосферным Δp, а площадь клапана S, то:

$$F=S\cdot\Delta p.$$

Сила действия стержня на клапан равна $mg\cdot\dfrac{L}{l}$, где m, L и l соответственно масса груза, длина стержня и длина его участка AB. Итак, должно выполняться условие:

$$S \cdot \Delta p \geqslant mg \cdot \frac{L}{l}.$$

Дополнительное давление воздуха определяется увеличением массы $\Delta m_{\text{в}}$ воздуха в цилиндре. Согласно уравнению Клапейрона — Менделеева:

$$\Delta p = \frac{\Delta m_{\text{в}}}{MV} RT,$$

где M — молярная масса воздуха. Поэтому условие открытия клапана имеет вид:

$$\frac{S\Delta m_{\text{в}}}{MV} RT \geqslant mg \cdot \frac{L}{l},$$

или

$$l \geqslant \frac{mgMVL}{SRT\Delta m_{\text{в}}}.$$

Если насос закачивает каждую секунду ω кг воздуха, то за время t он закачает в цилиндр массу $\Delta m_{\text{в}} = \omega t$. Следовательно, клапан откроется в момент, когда выполнится равенство, из которого найдем длину стержня:

$$L = \frac{SRT\omega tl}{mgMV} = \frac{5 \cdot 10^{-4} \cdot 8,31 \cdot 300 \cdot 0,002 \cdot 580 \cdot 0,1}{2 \cdot 10 \cdot 29 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5} \approx 0,5 \text{ м}.$$

Ответ: 0,5м.

№ 474.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
I. Записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: уравнение Менделеева — Клапейрона и формулы для пересчета давления жидкости из мм.рт.ст. в Па, температуры из °С в К и объемных процентов в массовые). II. Описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов). III. Проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями). IV. Представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и(или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. 1.Вначале найдем объем класса $V = 8 \cdot 12 \cdot 4{,}5 = 432\,\text{м}^3$ и пересчитаем давления осенью $p_О$ и зимой $p_З$ из ммрт.ст. в паскали, учитывая, что 1ммрт.ст.= $\rho_{\text{рт}} gh = 13600 \cdot 10 \cdot 10^{-3}$=136Па: $p_О$=740·136=100640Па, $p_З$=765·136=104040Па. Температуры при этом будут 291К и 297К.

2.Затем определим, какая масса воздуха находится в классе при давлении p и температуре T, для чего используем уравнение состояния Менделеева— Клапейрона $pV = \frac{MRT}{\mu}$: $M = \frac{pV\mu}{RT}$.

3. Получаем для масс воздуха в классе осенью и зимой:

$$M_{\text{о}} = 0{,}029 \cdot 100640 \cdot \frac{432}{(8{,}31 \cdot 291)} \approx 521{,}38 \text{ кг},$$

$M_o = 0,029 \cdot 104040 \cdot \dfrac{432}{(8,31 \cdot 297)} \approx 528,11$ кг.

4. Изменение массы воздуха равно $\Delta M = M_з - M_о \approx 6,73$ кг.

5. Пересчитаем объемный процент содержания азота в воздухе в массовый процент: поскольку

$$p = nkT = kT\frac{N}{V} = kT \cdot \frac{N_{аз}}{V_{аз}},$$

то число молекул $N_{аз}$ относится к полному числу молекул N так же, как и объемы: $\frac{N_{аз}}{N} = \frac{V_{аз}}{V} = 0,78.$ Отношение масс кислорода и воздуха равно ($m_{аз}$ и m — массы молекул):

$$N_{аз}\frac{m_{аз}}{Nm} = N_{аз}\frac{\mu_{аз}}{N\mu} = 0,78 \cdot \frac{0,028}{0,029} \approx 0,753.$$

6. Таким образом, зимой число молекул азота в классе увеличилось на:

$$\Delta N_{аз} = 0,753 \cdot \frac{\Delta M}{m_{аз}} = 0,753 \cdot \Delta M \cdot \frac{N_A}{\mu_{аз}} = 0,753 \cdot 6,73 \cdot \frac{6 \cdot 10^{23}}{0,028} \approx 1,09 \cdot 10^{26}. \quad \Delta N_{аз} = 0,753 \cdot \frac{\Delta M}{m_{аз}} = 0,753 \cdot \Delta M \cdot \frac{N_A}{\mu_{аз}} =$$
$$= 0,753 \cdot 6,73 \cdot \frac{6 \cdot 10^{23}}{0,028} \approx 1,09 \cdot 10^{26}.$$

Ответ: зимой число молекул азота в классе увеличилось на $\approx 1,09 \cdot 10^{26}$ штук.

Примечание.

Правильнее свести результаты в общую формулу, а не вычислять по шагам. Этим можно не только избежать накопления ошибок при округлении промежуточных вычислений, но и заметить, что в общую формулу не входят молярные массы:

$$\Delta N_a = \frac{0,78V}{k}\left(\frac{p_з}{T_з} - \frac{p_o}{T_o}\right).$$

№ 475.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
I. Записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: уравнение теплового баланса; выражения для количеств теплоты, необходимых для охлаждения тел, нагревания и испарения жидкости; уравнение Менделеева — Клапейрона). II. Описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов). III. Проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями). IV. Представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и(или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. Сначала найдем количество теплоты, необходимое для охлаждения осколка колокола:

$$Q = c_б \cdot M \cdot \Delta T_б = 380 \cdot 12000 \cdot 800 = 3{,}648 \cdot 10^9 \text{ Дж}.$$

Для нагревания воды потребуется количество теплоты $Q_1 = mc_в \cdot \Delta T_в$, а для превращения в пар $Q_2 = Lm$. Вся теплота равна $Q = Q_1 + Q_2$.

Определим, какую массу воды можно нагреть и испарить, используя это количество теплоты:

$$m = \frac{Q}{c_в \cdot \Delta T_в + L} = \frac{3{,}648 \cdot 10^9}{4200 \cdot 80 + 2{,}3 \cdot 10^6} \approx 1384 \text{ кг}.$$

$c_в \Delta T_в + L = 4200 \cdot 80 + 2{,}3 \cdot 10^6$

Здесь $\Delta T_в = 80$ К.

Эта масса воды сразу после испарения будет иметь температуру T_0=373К. Из уравнения Клапейрона-Менделеева $pV = \frac{mRT_0}{\mu}$, откуда находим, что при атмосферном давлении пар будет занимать объем:

$$V = \frac{mRT_0}{\mu p} = \frac{1384 \cdot 8{,}31 \cdot 373}{0{,}018 \cdot 10^5} \approx 2383 \text{ м}^3.$$

Ответ: $V \approx 2383$ м^3.

№ 476.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	3

Решение. 1.Внутренние энергии газа в первой и второй частях объёма цилиндра равны, соответственно, $U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1$ и $U_2 = \frac{3}{2} p_2 V_2$.

2.Поскольку сосуд теплоизолирован и его стенки жёсткие, он не обменивается количеством теплоты с окружающими телами, и работа при смешивании газов не совершается. Поэтому, в соответствии с первым законом термодинамики, внутренняя

энергия данной системы сохраняется неизменной. Следовательно, после удаления перегородки суммарная внутренняя энергия газа будет равна

$$U = U_1 + U_2 = \frac{3}{2}(p_1V_1 + p_2V_2) = \frac{3}{2}pV = \frac{3}{2}p(V_1 + V_2).$$

3. Отсюда $p = \dfrac{p_1V_1 + p_2V_2}{V_1 + V_2}$.

4. Подставляя численные данные в системе СИ из условия задачи, получаем:

$$p = \frac{2 \cdot 10^5 \cdot 1000 + 10^5 \cdot 2000}{1000 + 2000} = \frac{4}{3} \cdot 10^5 \text{ Па} \approx 1,33 \text{ атм}.$$

Ответ: $p = \dfrac{p_1V_1 + p_2V_2}{V_1 + V_2} = \dfrac{4}{3} \cdot 10^5 \text{ Па} \approx 1,33 \text{ атм}.$

№ 477.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае — уравнение теплового баланса); II) описаны все вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется один из следующих недостатков. Записи, соответствующие одному или обоим пунктам — II и III, — представлены не в полном объеме или отсутствуют. ИЛИ При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.). ИЛИ При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. Количество теплоты, необходимое для нагрева льда, находящегося в калориметре, до температуры t:

$$Q = c_1 m_1 (t - t_1). \quad (1)$$

Количество теплоты, отдаваемое водой при охлаждении ее до $0\,^\circ\mathrm{C}$:

$$Q_1 = c_2 m_2 (t_2 - 0). \quad (2)$$

Количество теплоты, выделяющееся при отвердевании воды при $0\,^\circ\mathrm{C}$:

$$Q_2 = \lambda m_2. \quad (3)$$

Количество теплоты, выделяющееся при охлаждении льда, полученного из воды, до температуры t:

$$Q_3 = c_1 m_2 (0 - t). \quad (4)$$

Уравнение теплового баланса:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3. \quad (5)$$

Объединяя (1)–(5), получаем:

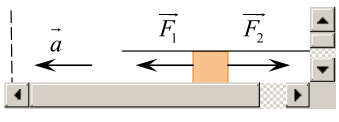
$$t_1 = \frac{m_1 c_1 t - m_2 (c_2 (t_2 - 0) + \lambda + c_1 (0 - t))}{m_1 c_1} =$$
$$= \frac{1 \cdot 2100 \cdot (-2) - 0{,}02 \cdot (4200 \cdot 20 + 3{,}3 \cdot 10^5 + 2100 \cdot 2)}{1 \cdot 2100} \approx -6\ ^\circ\text{C}.$$

Ответ: $t_1 \approx -6\ ^\circ\text{C}$.

№ 478.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	3

Решение. Горизонтальная пробирка имеет столбик ртути, на который оказывается давление снаружи — атмосферное, внутри — давление запертого ртутью воздуха. Тогда на этот столбик ртути действуют силы $F_1 = p_1 S$ и $F_2 = p_0 S$.



2.По второму закону Ньютона $ma = F_1 - F_2$. При этом центростремительное ускорение $a = \omega^2 R$, масса ртути $m = \rho V$, объем ртути $V = Sl$.

Тогда, объединив уравнения, найдем давление воздуха, запертого столбиком ртути:

$$p_1 = p_0 + \rho l \omega^2 R = 10^5 + 13,6 \cdot 10^3 \cdot 0,01 \cdot 10^2 \cdot 0,2 = 102,72 \text{ кПа}.$$

3.Учитывая, что столбик ртути должен остаться на месте, делаем вывод, что объем воздуха, запертого ртутью, не изменился, следовательно, процесс изохорный, для которого $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$, где p_2 — давление столбика воздуха после нагревания.

4. Объединим формулы, учтем, что угловая скорость увеличилась в 4раза, для каждого случая имеем уравнения:

$$p_1 - p_0 = \rho l \omega^2 R; \quad \frac{p_1 T_2}{T_1} - p_0 = 16 \rho l \omega^2 R.$$

Решая данную систему уравнений, находим отношение конечной и начальной температур воздуха, запертого ртутью в пробирке:

$$\frac{T_2}{T_1} = 16 - \frac{15 p_0}{p_1} = 16 - \frac{15 \cdot 100}{102,72} \approx 1,4.$$

Ответ: увеличить в 1,4раза.

№ 479.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *уравнение Клапейрона — Менделеева и связь массы воздуха в комнате с температурой при постоянном давлении*); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов*); III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и(или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. Согласно уравнению Клапейрона— Менделеева $pV = \frac{m}{M}RT$ масса воздуха в комнате равна $m_1 = \frac{\mu pV}{RT_1}$, где $V = Sh = 50\ \text{м}^3$ — объем комнаты, $T_1 = 273 + 18 = 291\ \text{К}$.

При нагревании воздуха в комнате давление согласно условию остается постоянным, так что с ростом температуры масса воздуха комнате уменьшится $m_2 = \frac{\mu pV}{RT_2}$, где $T_2 = T_1 + \Delta T = 295\ \text{К}$.

Изменение массы равно:

$$\Delta m = m_1 - m_2 = \frac{\mu pV}{R}\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right) = \frac{0{,}029 \cdot 10^5 \cdot 50}{8{,}31}\left(\frac{1}{291} - \frac{1}{295}\right) \approx 0{,}813\ \text{кг} = 813\ \text{г}.\ \Delta m = m_1 - m_2 = \frac{\mu pV}{R}\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right) =$$

$$= \frac{0{,}029 \cdot 10^5 \cdot 50}{8{,}31} \left(\frac{1}{291} - \frac{1}{295} \right) \approx 0{,}813 \text{ кг} = 813 \text{ г}.$$

Ответ: масса воздуха в комнате уменьшится на 813 г.

№ 480.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: выражения для работы газа на различных участках процесса и математические соотношения между объемом и давлением); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и(или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. Цикл не является циклом идеальной тепловой машины. Поэтому воспользуемся общей формулой через теплоту нагревателя и теплоту холодильника.

$$\eta = \frac{Q_{\text{н}} - Q_{\text{х}}}{Q_{\text{н}}} = 1 - \frac{Q_{\text{х}}}{Q_{\text{н}}}.$$

Необходимо выяснить, на каком из участков цикла газ получает тепло от нагревателя, а на каком— отдает холодильнику. Для этого проведем подсчет теплоты каждо-

го участка по 1-му началу термодинамики: $Q = A + \Delta U$.

1.На участке1–2 представлена адиабата— по определению количество теплоты на этом участке равно нулю: $Q_{12} = 0$.

2.На участке2–3 представлен изобарный процесс. По первому закону термодинамики $Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23}$. Работа газа при изобарном процессе $A_{23} = p_2(V_3 - V_2)$, изменение внутренней энергии $\Delta U_{23} = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2)$. Тогда с учетом уравнения Клапейрона— Менделеева $pV = \nu RT$ получаем:

$$Q_{23} = (p_2V_3 - p_2V_2) + \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2) = (\nu RT_3 - \nu RT_2) + \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2) = \frac{5}{2}\nu R(T_3 - T_2) < 0. \quad Q_{23} = (p_2V_3 - p_2V_2) + \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2) =$$
$$= (\nu RT_3 - \nu RT_2) + \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2) = \frac{5}{2}\nu R(T_3 - T_2) < 0.$$

Количество теплоты тут получилось отрицательное, значит, на этом участке газ отдает теплоту холодильнику.

$$Q_{\text{х}} = |Q_{23}| = \frac{5}{2}\nu R(T_2 - T_3).$$

3.На участке 3–1 объем газ постоянен, работа равна нулю. По первому закону термодинамики:

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} = \Delta U_{31} = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_3) > 0.$$

Теплота получилась на этом участке положительной, а значит, газ получает теплоту от нагревателя:

$$Q_{\text{н}} = Q_{31} = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_3).$$

4. Найдем значение КПД:

$$\eta = 1 - \frac{Q_{\text{х}}}{Q_{\text{н}}} = 1 - \frac{\frac{5}{2}\nu R(T_2 - T_3)}{\frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_3)} = 1 - \frac{5}{3}\cdot\frac{T_2 - T_3}{T_1 - T_3},$$

$$\eta = 1 - \frac{5}{3}\cdot\frac{455 - 300}{600 - 300} = 1 - \frac{31}{36} = \frac{5}{36} \approx 0{,}139 = 13{,}9\,\%.$$

Ответ: $\eta = 13{,}9\,\%$.

№ 481.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: формула связи заряда конденсатора с напряжением, закон сохранения заряда, закон Ома для участка цепи и закон сохранения энергии); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. ИЛИ В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). ИЛИ В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и(или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. В соответствии с законом сохранения электрического заряда, заряд на обкладках конденсатора не изменяется, так как конденсатор был отключён от источника постоянного напряжения. Рассчитаем электроёмкость конденсатора с вставленными в него пластинами при помощи построения эквивалентной схемы соединения нескольких конденсаторов. Вставка проводящей пластины внутрь конденсатора эквивалентна уменьшению расстояния между обкладками конденсатора на толщину этой пластины. Вставка диэлектрической пластины внутрь конденсатора приводит к тому, что образуются два плоских конденсатора, соединенных последовательно и имеющих электроёмкости $C_1 = \frac{2\varepsilon_0 \varepsilon S}{d}$ и $C_2 = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$, где S — площадь пластин исходного конденсатора. Параллельно к этим двум конденсаторам в эквивалентной цепи подключён воздушный конденсатор электроёмкостью $C_3 = \frac{2\varepsilon_0 S}{3d}$.

Найдём общую электроёмкость последовательно соединенных конденсаторов по формуле $\frac{1}{c_{12}}=\frac{1}{c_1}+\frac{1}{c_2}$. Тогда

$$C_{12}=\frac{C_1C_2}{C_1+C_2}=\frac{2\varepsilon_0\varepsilon S}{d(2\varepsilon+1)}.$$

Тогда общая электроёмкость получившегося конденсатора с вставленными пластинами будет равна:

$$C_{\text{общ}}=C_{12}+C_3=\frac{2\varepsilon_0 S(5\varepsilon+1)}{3d(2\varepsilon+1)}.$$

Зная, что заряд конденсатора не изменяется и начальная электроёмкость конденсатора была равна $C=\frac{\varepsilon_0 S}{d}$, найдем изменение энергии конденсатора:

$$\Delta W=\frac{q^2}{2C_{\text{общ}}}-\frac{q^2}{2C}=-\frac{q^2(4\varepsilon-1)}{4C(5\varepsilon+1)}.$$

Отсюда найдём электроёмкость исходного конденсатора:

$$C=-\frac{q^2(4\varepsilon-1)}{4\Delta W(5\varepsilon+1)}=-\frac{4\cdot10^{-12}\cdot(4\cdot3-1)}{4\cdot(-3)\cdot10^{-6}\cdot(5\cdot3+1)}\approx0,23\text{ мкФ}.$$

Ответ: $V_{\text{ср}}=7,5.$

№ 482.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	3

Решение. После соединения конденсаторов напряжение U на них будет одинаковым. По закону сохранения заряда $q_1+q_2=q_1'+q_2'$, где заряды до соединения на первом конденсаторе равен $q_1=C_1U_1$, на втором конденсаторе $q_2=0$, а заряды после соединения $q_1'=C_1U$ и $q_2'=C_2U$. Откуда получаем:

$$C_1U_1=U(C_1+C_2).$$

Энергии конденсаторов до и после соединения равнялись $W_1=\frac{C_1U_1^2}{2}$ и $W_2=\frac{(C_1+C_2)U^2}{2}$. Выделившаяся на резисторе теплота равна $Q=W_1-W_2$.

По закону сохранения энергии выделившееся в цепи количество теплоты равно разности значений энергии конденсаторов в начальном и конечном состояниях:

$$Q=\frac{C_1U^2}{2}-\frac{(C_1U)^2}{2(C_1+C_2)}.$$

Откуда получим:

$$Q=\frac{C_1C_2U^2}{2(C_1+C_2)}=\frac{3\cdot10^{-6}\cdot6\cdot10^{-6}\cdot500^2}{2\cdot(3\cdot10^{-6}+6\cdot10^{-6})}=0{,}25\text{ Дж}.$$

Ответ: $Q=250$ мДж.

№ 483.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: связь между зарядом, напряжением и емкостью конденсатора, формула для емкости плоского конденсатора, формула для работы источника напряжения, закон сохранения энергии для замкнутой электрической цепи); II) сделан правильный рисунок с указанием сил, действующих на перемычку; III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); IV) проведены необходимые математические преобразования и расчеты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объеме или отсутствуют. **И (ИЛИ)** В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачеркнуты. **И (ИЛИ)** В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и(или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. **И (ИЛИ)** Отсутствует пункт V, или в нем допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины).	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. **ИЛИ** В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. **ИЛИ** В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. 1.После замыкания ключа конденсатор зарядится до напряжения U и приобретет заряд $q_1 = CU,$ где $C = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$ — электрическая емкость конденсатора в отсутствие

диэлектрика между пластинами.

2.После заполнения пространства между пластинами конденсатора водой емкость конденсатора увеличится и станет равна εC. Напряжение на конденсаторе не изменится, поэтому его заряд возрастет до величины $q_2 = \varepsilon CU$.

3. При дозарядке конденсатора через источник протечет заряд:

$$\Delta q = q_2 - q_1 = (\varepsilon - 1)CU.$$

Поэтому источник совершит работу:

$$A_{\text{ист}} = U\Delta q = (\varepsilon - 1)CU^2.$$

4.Поскольку процесс дозарядки происходит очень медленно, то теплота в резисторе не выделяется. Поэтому, согласно закону сохранения энергии для замкнутой электрической цепи, работа источника и работа внешних сил $A_{\text{внеш}}$ расходуются на изменение энергии конденсатора:

$$A_{\text{ист}} + A_{\text{внеш}} = (\varepsilon - 1)CU^2 + A_{\text{внеш}} = \frac{\varepsilon CU^2}{2} - \frac{CU^2}{2}.$$

Отсюда:

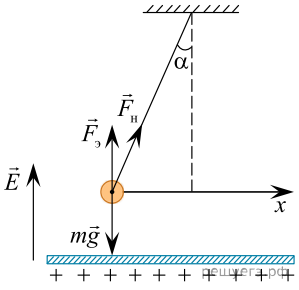
$$A_{\text{внеш}} = -\frac{(\varepsilon - 1)CU^2}{2} = -\frac{(\varepsilon - 1)\varepsilon_0 SU^2}{2d} = -\frac{(81 - 1)\cdot 8,85\cdot 10^{-12}\cdot 0,01\cdot 1000^2}{2\cdot 8,85\cdot 10^{-3}} = -0,4 \text{ мДж}. \; A_{\text{внеш}} = -\frac{(\varepsilon - 1)CU^2}{2} = -\frac{(\varepsilon - 1)\varepsilon_0 SU^2}{2d} =$$
$$= -\frac{(81 - 1)\cdot 8,85\cdot 10^{-12}\cdot 0,01\cdot 1000^2}{2\cdot 8,85\cdot 10^{-3}} = -0,4 \text{ мДж}. \; A_{\text{внеш}} = -\frac{(\varepsilon - 1)CU^2}{2} = -\frac{(\varepsilon - 1)\varepsilon_0 SU^2}{2d} =$$
$$= -\frac{(81 - 1)\cdot 8,85\cdot 10^{-12}\cdot 0,01\cdot 1000^2}{2\cdot 8,85\cdot 10^{-3}} =$$
$$= -0,4 \text{ мДж}.$$

Ответ: -0,4мДж.

№ 484.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	3

Решение. Положительно заряженная плоскость создает электрическое поле, линии напряженности которого направлены вертикально вверх. На шарик, имеющий положительный заряд, электрическое поле действует силой $F_э = qE$, направленной вертикально вверх. Также на шарик действуют сила тяжести и сила натяжения нити. При этом сила тяжести равна $3 \cdot 10^{-3} \cdot 10 = 3 \cdot 10^{-2}$ Н, а сила действия электрического поля $6 \cdot 10^{-8} \cdot 2 \cdot 10^{6} = 12 \cdot 10^{-2}$ Н больше силы тяжести. Найдем равнодействующую сил при малом отклонении шарика от положения равновесия x:



$$\vec{F} = \vec{F}_э + \vec{F}_н + m\vec{g}.$$

Так как угол отклонения мал, что можно считать, что проекция силы натяжения на горизонтальную ось равна 0, а для малых углов $\sin\alpha = -\frac{x}{l}$. Тогда при отклонении шарика от вертикали проекция возвращающей силы равна:

$$F_x = -\frac{qE - mg}{l}x,$$

то есть возвращающая сила пропорциональна смещению шарика от положения равновесия с коэффициентом пропорциональности $k = \frac{qE - mg}{l}$.

Малые колебания можно считать гармоническими, которые выполняются под действием возвращающей силы $F_x = -kx$ с периодом $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$. Тогда период малых колебаний шарика в данной задаче равен $T = 2\pi\sqrt{\frac{ml}{Eq - mg}}$, откуда длина нити

$$l = \frac{T^2(Eq - mg)}{4\pi^2 m} = \frac{0{,}5^2 \cdot (2 \cdot 10^6 \cdot 6 \cdot 10^{-8} - 3 \cdot 10^{-3} \cdot 10)}{4 \cdot 3{,}14^2 \cdot 3 \cdot 10^{-3}} \approx 0{,}19 \text{ м}.$$

Ответ: $l = 0{,}19$ м.

№ 485.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	3

Решение. 1.По закону Ампера на каждый из проводников действует в одном и том же направлении — горизонтально и по ходу поезда — сила Ампера, равная $F_{1A} = B \cdot I \cdot l$.

2. Всего таких проводников под дном поезда имеется $N = \frac{L}{\Delta L} = 200$ шт.

3. Суммарная сила, «толкающая» поезд, равна, таким образом, $F_\Sigma = N \cdot B \cdot I \cdot l$.

4.Мощность, развиваемая двигателем, равна $P = F_\Sigma \cdot V = N \cdot B \cdot I \cdot l \cdot V$. Скорость

$V = 240$ км/ч $= 240 \cdot \dfrac{1000}{3600} \approx 66,7$ м/с.

5. Отсюда находим ток в проводниках: $I = \dfrac{P}{(N \cdot B \cdot l \cdot V)} \approx \dfrac{800 \cdot 10^3}{(200 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 66,7)} \approx 40$ А.

Ответ: сила тока в проводниках $I \approx 40$ А.

№ 486.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и(или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины).	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. 1.После замыкания ключа в положение 1со временем, согласно закону Ома для замкнутой цепи, в ней установится ток силой $I = \dfrac{\mathscr{E}}{r + R_1 + R_2} = \dfrac{12}{1 + 10 + 1} = 1$ А.

2.При этом магнитное поле в катушке индуктивности будет обладать энергией $W = \dfrac{LI^2}{2}$, которая после переключения ключа в положение 2выделится в резисторах R_1 и R_2 в виде теплоты $Q = W$. Отсюда следует, что индуктивность катушки $L = \dfrac{2Q}{I^2} = \dfrac{2 \cdot 2}{1^2} = 4$ Гн.

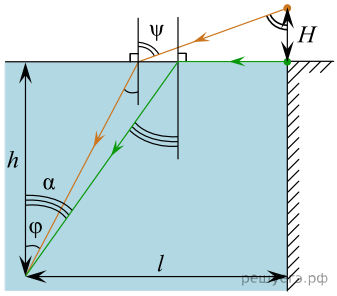
3.Магнитный поток через катушку индуктивности равен по определению $\Phi = LI = 2Q/I = 2Q(r + R_1 + R_2)/E = 4$ Вб.

Ответ: ф = 46б.

№ 487.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (*в данном случае — закон преломления света, понятие предельного угла полного внутреннего отражения и геометрические соотношения*); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов*); III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу; IV) представлен правильный ответ.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности и проведены необходимые преобразования, но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. ИЛИ Лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.). ИЛИ В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует одна из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В одной из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. Изобразим на рисунке ход лучей, идущих в глаз ныряльщика от ступней ног и от головы тренера. Из закона преломления света следует, что луч, идущий по воздуху от ног тренера горизонтально, то есть с углом падения на воду 90º, идет под водой под углом полного внутреннего отражения $\alpha = \arcsin\frac{1}{n} = \arcsin\frac{3}{4} \approx 48{,}6°$. Луч от головы тренера идет под водой с меньшим углом преломления φ = 45º, так что его угол падения на воду ψ меньше 90º и определяется также из закона преломления света:



$$\sin\psi = n\sin\varphi = \frac{4}{3}\cdot\frac{\sqrt{2}}{2} \approx 0{,}9428,$$

$$\psi = \arcsin(0{,}9428) \approx 70{,}5°.$$

Из геометрических соотношений (см. рис.) получаем: $H = (l - h\,\mathrm{tg}\,\varphi)\,\mathrm{ctg}\,\psi$. Отсюда:

$$h = (l - H\,\mathrm{tg}\,\psi)\,\mathrm{ctg}\,\varphi = (l - H\,\mathrm{tg}[\arcsin(n\sin\varphi)])\,\mathrm{ctg}\,\varphi =$$

$$= \left(l - H\frac{n\sin\varphi}{\sqrt{1 - n^2\sin^2\varphi}}\right)\mathrm{ctg}\,\varphi = (7 - 1{,}77\cdot 2{,}8239)\cdot 1 \approx 2{,}0\ \text{м}.$$

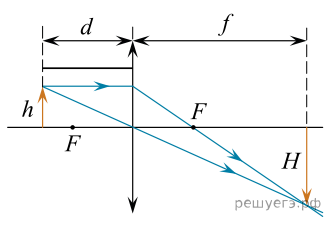
Ответ: 2,0м.

№ 488.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) сделан правильный рисунок с указанием хода лучей в линзе; III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); IV) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3

Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объеме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт V, или в нем допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ П редставлен только правильный рисунок с указанием хода лучей в линзе	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла	0
Максимальный балл	3

Решение. Согласно формуле тонкой линзы, расстояние от предмета до линзы, расстояние от линзы до изображения и фокусное расстояние связаны соотношением $\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=\frac{1}{F}$.



Отсюда расстояние от линзы до изображения составляет

$$f=\frac{Fd}{d-F}.$$

Линейное увеличение для изображения предмета тонкой линзой равно

$$\Gamma=\frac{H}{h}=\frac{f}{d}=\frac{F}{(d-F)},$$

где H — расстояние от главной оптической оси до изображения источника света, h — расстояние от главной оптической оси до источника света.

Изображение и источник света вращаются относительно главной оптической оси на разных расстояниях, но с одним и тем же периодом. При движении по окружности ско-

рость может быть найдена как

$$v = \frac{2\pi R}{T}.$$

Запишем отношение скоростей изображения и источника света и выразим отсюда скорость источника

$$\frac{v}{v'} = \frac{\frac{2\pi h}{T}}{\frac{2\pi H}{T}} = \frac{h}{H} = \frac{(d-F)}{F} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow v = \frac{(d-F)\cdot v'}{F} = \frac{5 \text{ см} \cdot 10 \text{ м/с}}{10 \text{ см}} = 5 \text{ м/с}.$$

Ответ: $v = 5$ м/с.

№ 489.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: выражение для энергии фотона, постулаты Бора, условия максимальности и минимальности частот); II) описаны все вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется один из следующих недостатков. Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II и III — представлены не в полном объеме или отсутствуют. ИЛИ При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.). ИЛИ При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. На пластину могут оказывать давление те фотоны, которые отражаются, то есть $0{,}7N$. При отражении фотоны меняют направление своего движения на противоположное, поэтому изменение импульса одного фотона равно $\Delta p_{\text{ф}} = 2p_{\text{ф}}$. Импульс фотона $p_{\text{ф}} = \dfrac{h}{\lambda}$. Второй закон Ньютона в импульсной форме $F = \dfrac{0{,}7N\Delta p_{\text{ф}}}{\Delta t}$. Поэтому давление, которое оказывают отраженные от пластины фотоны равно $p = \dfrac{F}{S}$. За промежуток времени Δt объем пучка света равен $V = Sc\Delta t$. Объединяя все формулы, получаем $p = \dfrac{1{,}4Nhc}{\lambda V}$.

Так как по определению концентрация фотонов $n = \dfrac{N}{V}$, находим ее значение:

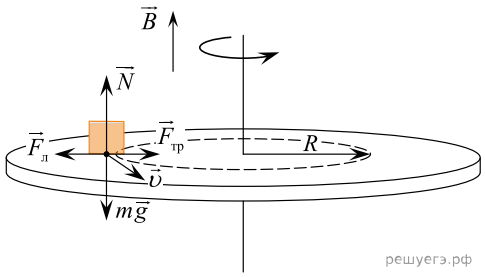
$$n = \frac{p\lambda}{1{,}4hc} = \frac{1{,}26 \cdot 10^{-6} \cdot 1{,}1 \cdot 10^{-10}}{1{,}4 \cdot 6{,}6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}} = 5 \cdot 10^{8}\ \frac{1}{\text{м}^3}.$$

Ответ: $5 \cdot 10^8 \frac{1}{м^3}$.

№ 490.

Критерии оценивания ответа на задание С6	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. ИЛИ В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.). ИЛИ В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и(или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальное количество баллов	3

Решение. Пусть масса тела такова, что вот-вот может начаться проскальзывание. При этом на тело действуют: сила реакции диска $\vec{N}$, сила тяжести $m\vec{g}$, направленная к оси вращения сила сухого трения, модуль которой равен $F_{тр} = \mu N$ и сила Лоренца, модуль которой равен $F_л = q\upsilon B$, а направление определяется согласно правилу левой руки (см. рис.).



Тело совершает равномерное движение по окружности, то есть обладает центростремительным ускорением $a_c = \dfrac{\upsilon^2}{R}$. Линейную скорость тела υ определим из кинематических соотношений для движения тела по окружности: $\upsilon = \omega R = 2\pi n R.$

Согласно второму закону Ньютона, имеем: $\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{тр} + \vec{F}_{л} = m\vec{a}.$

В проекции на горизонтальную ось, направленную вдоль радиуса к центру окружности, $m\dfrac{\upsilon^2}{R} = \mu N - q\upsilon B;$ и в проекции на ось, направленную вертикально вверх, $0 = N - mg.$ Отсюда находим, что:

$$m = \frac{q\upsilon B}{\mu g - \frac{\upsilon^2}{R}} = \frac{2\pi n R q B}{\mu g - 4\pi^2 n^2 R}.$$

Подставляя числовые данные, находим искомую величину:

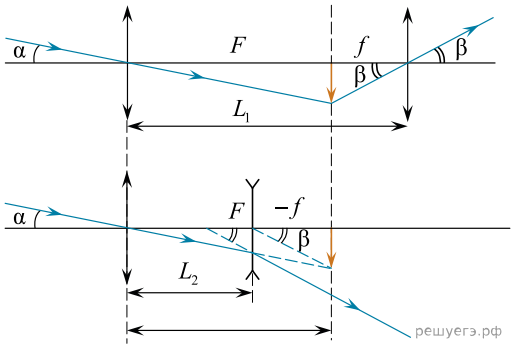
$$m = \frac{2\pi n R q B}{\mu g - 4\pi^2 n^2 R} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 75 \cdot 10^{-6} \cdot 2}{0,6 \cdot 10 - (2 \cdot 3,14 \cdot 0,5)^2 \cdot 0,5} \approx 0,22 \cdot 10^{-3} \text{ кг} = 0,22 \text{ г}. \; m = \frac{2\pi n R q B}{\mu g - 4\pi^2 n^2 R} =$$
$$= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 75 \cdot 10^{-6} \cdot 2}{0,6 \cdot 10 - (2 \cdot 3,14 \cdot 0,5)^2 \cdot 0,5} \approx 0,22 \cdot 10^{-3} \text{ кг} = 0,22 \text{ г}. \; m = \frac{2\pi n R q B}{\mu g - 4\pi^2 n^2 R} =$$
$$= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 75 \cdot 10^{-6} \cdot 2}{0,6 \cdot 10 - (2 \cdot 3,14 \cdot 0,5)^2 \cdot 0,5} \approx 0,22 \cdot 10^{-3} \text{ кг} =$$
$$= 0,22 \text{ г}.$$

Ответ: $m \approx 0,22 \cdot 10^{-3}$ кг $= 0,22$ г.

№ 491.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: выражение для энергии фотона, постулаты Бора, условия максимальности и минимальности частот); II) описаны все вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется один из следующих недостатков. Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II и III — представлены не в полном объеме или отсутствуют. ИЛИ При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.). ИЛИ При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. 1.Нарисуем оптические схемы трубы Кеплера и трубы Галилея и ход световых лучей в них (см.рис.).



Будем считать, что на очень большом расстоянии находится предмет в виде стрелки, перпендикулярной оптическим осям труб.

2.От разных концов бесконечно удаленного предмета приходят два параллельных световых пучка под малым углом α друг к другу, и после объектива они собираются в обеих трубах в точки на фокальной плоскости, формируя изображение.

3.При рассматривании через окуляр-лупу действительного изображения в трубе Кеплера крайние лучи идут, как видно из рисунка, под малым углом $\beta > \alpha$, так что угловое увеличение $\Gamma=\beta/\alpha$. Оба угла можно считать малыми, так как мы разглядываем мелкие детали удаленного предмета, и из построения видно, что $\Gamma = \beta/\alpha = F/f$, а длина трубы

$$L_1 = F + f = F + F/\Gamma = 52{,}5\,\text{см}.$$

4.В трубе Галилея для рассеивающего окуляра изображение, даваемое объективом, является мнимым, а наблюдаемое глазом в окуляр изображение— также мнимое, и так же, как и в трубе Кеплера, оно удалено на бесконечное расстояние. Угловое увеличение, как видно из построения, также равно $\Gamma = \beta/\alpha = F/f$, а длина трубы

$$L_2 = F - f = F - F/\Gamma = 47{,}5\,\text{см}.$$

5.Таким образом, разность длин труб Кеплера и Галилея $L_1 - L_2 = 2F/\Gamma = 5\text{см}$— труба Галилея при том же увеличении и объективе короче трубы Кеплера на 5см!

Ответ: труба Галилея короче трубы Кеплера на $2F/\Gamma = 5\,\text{см}$.

№ 492.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи и получение ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и(или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины).	2
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: закон Ома для полной цепи, закон Джоуля-Ленца, формулы для последовательного и параллельного соединений проводников); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения физической величины.	3
Максимальный балл	3

Решение. 1.Поскольку сопротивлением проводов можно пренебречь, то точки перемычки имеют равные потенциалы. Следовательно, данная схема эквивалентна схеме, в которой два участка параллельно подключенных ламп соединены последовательно. Тогда сопротивление внешней цепи $R_0 = \frac{R_1}{2} + \frac{R_2}{2} = \frac{R_1 + R_2}{2}$.

2. По закону Ома для полной цепи ток, текущий через источник в цепи:

$$I = \frac{\mathscr{E}}{R_0 + r} = \frac{2\mathscr{E}}{R_1 + R_2 + 2r}.$$

3.Сила тока, текущего через лампу4, равна половине силы тока, текущего через источник, поскольку сопротивления ламп 3 и 4 одинаковы. По закону Джоуля— Ленца мощность, выделяющаяся на лампе 4:

$$P = \left(\frac{I}{2}\right)^2 R_2 = \frac{\mathscr{E}^2 R_2}{(R_1 + R_2 + 2r)^2} = \frac{10\ 000 \cdot 10}{1600} = 62{,}5\ \text{Вт}.$$

Ответ: P = 62.5Вт.

№ 493.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и(или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины).	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. Начальная емкость конденсатора равнялась $C_1 = C = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$, где S — площадь пластин, d — расстояние между пластинами. При удалении диэлектрика диэлектрическая проницаемость стала равной 1 и, следовательно, емкость конденсатора стала равной $C_2 = \frac{C_1}{\varepsilon}$.

Энергия заряженного конденсатора равнялась $W_1 = \frac{CU^2}{2}$. Поскольку конденсатор остался подключенным к источнику напряжения, то его энергия стала равной $W_1 = \frac{CU^2}{2\varepsilon}$.

Первоначальный заряд конденсатора равнялся $q_1 = CU$, после удаления диэлектрика

стал $q_2 = \dfrac{CU}{\varepsilon}$.

При вытягивании диэлектрической пластины из конденсатора, подсоединенного к источнику, его емкость, заряд q и энергия W уменьшаются:

$$\Delta C = C_2 - C_1 = \frac{C}{\varepsilon} - C = \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon} \cdot C < 0,$$

$$\Delta q = \Delta(CU) = U\Delta C = \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon} \cdot CU < 0,$$

$$\Delta W = \Delta\left(\frac{CU^2}{2}\right) = \frac{U^2\Delta C}{2} = \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon} \cdot \frac{CU^2}{2} < 0.$$

Поскольку заряды стекают против ЭДС источника, его работа:

$$A_{\text{ист}} = U\Delta q = \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon} \cdot CU^2 < 0.$$

По условию трения нет и процесс медленный, поэтому выделением теплоты в цепи можно пренебречь, и закон сохранения энергии имеет следующий вид: $A = \Delta W - U\Delta q$, то есть совершаемая внешними силами работа A по вытягиванию пластины равна изменению энергии конденсатора минус работа источника. Отсюда:

$$A = \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon} \cdot \frac{CU^2}{2} - \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon} \cdot CU^2 = \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} \cdot \frac{CU^2}{2}.$$

Таким образом, $U^2 = -2A/\Delta C = \dfrac{2A\varepsilon}{(\varepsilon-1)C}$, и

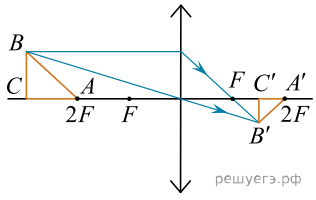
$$U = \sqrt{\frac{2A\varepsilon}{(\varepsilon-1)C}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}5 \cdot 10^{-6} \cdot 7}{6 \cdot 2{,}8 \cdot 10^{-9}}} \approx 35{,}4 \text{ В}.$$

Ответ: $U = \sqrt{\dfrac{2A\varepsilon}{(\varepsilon-1)C}} \approx 35{,}4$ В.

№ 494.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае — формула тонкой линзы); II) описаны все вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется один из следующих недостатков. Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II и III — представлены не в полном объеме или отсутствуют. ИЛИ При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.). ИЛИ При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. Изображение треугольника построено на рисунке.



Изображение точки B удобно найти как пересечение луча, проходящего через центр линзы и луча, падающего на линзу перпендикулярно главной оптической оси.

Изображение точки C находится в точности под изображением точки B.Положение изображения точки A легко определить из формулы тонкой линзы:

$$\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=\frac{1}{F}.$$

Поскольку точка A находится в двойном фокусе, то $d=2F$, а значит, и $f=2F$, то есть изображение точки A также находится в двойном фокусе.

Наконец, легко понять, что изображение треугольника вновь будет треугольником.

Действительно, если пропустить луч через сторону BA, то после преломления на этом луче будут находиться изображения всех точек со стороны BA, то есть гипотенуза прямоугольного треугольника перейдет в гипотенузу треугольника-изображения.

Катеты треугольника ABC равны

$$S = \frac{1}{2}h^2 \Leftrightarrow h = \sqrt{2S} = 10 \text{ см}.$$

Найдем расстояние от линзы до изображения точки C ($d = 2F + h$):

$$f = \frac{dF}{d - F} = \frac{(10 \text{ см} + 2 \cdot 50 \text{ см}) \cdot 50 \text{ см}}{10 \text{ см} + 2 \cdot 50 \text{ см} - 50 \text{ см}} = \frac{275}{3} \text{ см}.$$

Горизонтальный катет равен

$$a = 2F - f = \frac{25}{3} \text{ см}.$$

Из подобия треугольников для вертикального катета треугольника-изображения имеем

$$\frac{h}{b} = \frac{d}{f} \Leftrightarrow b = \frac{hf}{2F + h} = \frac{25}{3} \text{ см}.$$

Таким образом, площадь треугольника изображения равна:

$$S' = \frac{1}{2}ab = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{25}{3}\right)^2 \approx 35 \text{ см}^2.$$

Ответ: $S' \approx 35 \text{ см}^2$.

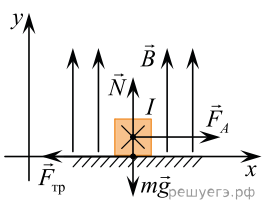
Примечание:

В решение можно было использовать тот факт, что треугольник-изображение также является равнобедренным. Это следует из того факта, что луч, проходящий через двойной фокус после преломления в линзе снова попадет в двойной фокус. Тем самым после преломления в линзе луч идет по тем же самым углом к главной оптической оси, что и до преломления в линзе. Поскольку в нашем случае этот угол равен 45°, то равнобедренный треугольник снова получится равнобедренным.

№ 495.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: формула связи заряда конденсатора с напряжением, закон сохранения заряда, закон Ома для участка цепи и закон сохранения энергии); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. ИЛИ В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). ИЛИ В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и(или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. Изобразим силы, действующие на проводник с током (см. рис.).



решуегэ.рф

Направление силы Ампера определили по правилу левой руки. Так как движение проводника равномерное, то по второму закону Ньютона:

$$\vec{F}_A + \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F} = 0.$$

В проекциях на координатные оси:

$$Ox: F_A - F = 0,$$
$$Oy: N - mg = 0.$$

Учитывая, что сила трения $F = \mu N$, сила Ампера $F_A = BIl\sin\alpha$, при этом $\alpha = 90°$, получаем:

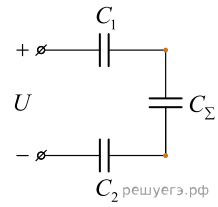
$$B = \frac{\mu mg}{Il} = \frac{0,3 \cdot 0,04 \cdot 10}{10 \cdot 0,6} = 0,02\text{Тл}.$$

Ответ: 0,02Тл.

№ 496.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
I. Записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом: (в данном случае: связь заряда, емкости и напряжения на конденсаторе, формулы для этих величин при параллельном и последовательном соединении конденсаторов). II. Описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов). III. Проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями). IV. Представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и(или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины).	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. 1.Правая часть цепи может быть представлена в виде конденсатора с емкостью C_Σ (см.рис.), так что вся цепь состоит из трех последовательно соединенных конденсаторов C_1, C_Σ и C_2.



2.Суммарная емкость всех конденсаторов определяется по формуле для последовательного их соединения $\frac{1}{C_{посл}}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_\Sigma}+\frac{1}{C_2}$ и равна:

$$C_{посл}=\frac{C_1C_2C_\Sigma}{C_1C_2+C_1C_\Sigma+C_2C_\Sigma}.$$

3. Заряды на всех трех конденсаторах одинаковы и равны:

$$q=C_{посл}\cdot U=\frac{C_1C_2C_\Sigma\cdot U}{C_1C_2+C_1C_\Sigma+C_2C_\Sigma}=C_1U_1=C_\Sigma U_\Sigma=C_2U_2.$$

4.Напряжения на конденсаторах обратно пропорциональны их емкостям и в сумме равны $U=U_1+U_\Sigma+U_2$, откуда:

$$U_\Sigma=\frac{q}{C_\Sigma}=\frac{C_1C_2\cdot U}{C_1C_2+C_1C_\Sigma+C_2C_\Sigma}.$$

5.В правой части цепи параллельно соединены конденсатор C_3 с зарядом q_3 и два последовательно соединенных конденсатора C_4 и C_5 общей емкостью $C_{45}=C_4\frac{C_5}{(C_4+C_5)}$ и одинаковыми зарядами $q_4=q_5=q_{45}$, так что $C_\Sigma=C_3+C_{45}=C_3+C_4\frac{C_5}{(C_4+C_5)}$, а $q=q_3+q_{45}$.

6. Заряд q распределяется между C_3 и C_{45} пропорционально их емкостям, откуда:

$$q_{45}=q_5=C_{45}U_\Sigma=\frac{C_4C_5}{C_4+C_5}\cdot\frac{C_1C_2\cdot U}{C_1C_2+C_1C_\Sigma+C_2C_\Sigma},$$

где C_Σ определено выше.

7. Чтобы не загромождать ответ для q_5, проведем численный расчет:

$$C_{45}=4\cdot\frac{5}{(4+5)}\approx 2{,}222\text{ мкФ},\quad C_\Sigma=3+2{,}222\approx 5{,}222\text{ мкФ},\quad q_5=2{,}222\cdot 1\cdot 2\cdot\frac{12}{(1\cdot 2+1\cdot 5{,}222+2\cdot 5{,}222)}\text{ мкКл}\approx 3{,}02\text{ мкКл}.$$

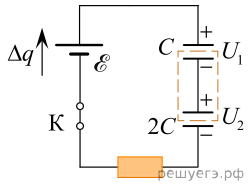
Ответ: $q_5\approx 3{,}02$ мкКл.

№ 497.

Критерии оценивания ответа на задание С6	Баллы

Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: правило сложения напряжений при последовательном соединении элементов электрической цепи, закон Ома для участка цепи, связь между зарядом, напряжением и электроемкостью конденсатора, закон сохранения электрического заряда, выражение для работы источника напряжения, закон сохранения энергии для электрической цепи); II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. ИЛИ В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.). ИЛИ В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и(или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
Максимальное количество баллов	3

Решение. 1.Найдем установившиеся на конденсаторах напряжения после перераспределения зарядов (см. рис.).



При последовательном соединении сумма напряжений на конденсаторах и резисторе равна напряжению источника питания. Поскольку в установившемся режиме ток в цепи отсутствует, по закону Ома для участка цепи напряжение на резисторе равно нулю. Тогда для суммы напряжений на конденсаторах: $U_1 + U_2 = \mathscr{E}$.

2.По закону сохранения электрического заряда суммарный заряд обведенных пунктиром обкладок конденсаторов сохраняется. Запишем условие равенства исходного заряда конечному, выразив заряды через соответствующие напряжения на конденсаторах: $-CU = -CU_1 + 2CU_2$.

Решая записанную систему уравнений, найдем установившиеся заряды на конденса-

торах: $U_1 = \frac{5\mathscr{E}}{6}$, $U_2 = \frac{\mathscr{E}}{6}$.

3. Найдем заряд, прошедший через источник, как разность конечного и начального заряда на конденсаторе емкостью C:

$$\Delta q = CU_1 - CU = \left(\frac{5C\mathscr{E}}{5}\right) - \left(\frac{C\mathscr{E}}{2}\right) = \frac{C\mathscr{E}}{3}.$$

4. Запишем закон сохранения энергии для электрической цепи, связывая состояния системы до замыкания ключа и после установления окончательных напряжений на конденсаторах (с учетом работы источника, равной $A_{\text{ист}} = \Delta q\mathscr{E}$:

$$\Delta q\mathscr{E} + \frac{CU^2}{2} = \frac{CU_1^2}{2} + \frac{2CU_2^2}{2} + Q.$$

Окончательно для выделившегося количества теплоты: $Q = \frac{C\mathscr{E}^2}{12} = 50$ мкДж.

Ответ: $Q = \frac{C\mathscr{E}^2}{12} = 50$ мкДж.

№ 498.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	3

Решение. Сила Ампера — сила, действующая на проводник с током в магнитном поле: $F_A = IBl$, где I — сила тока, B — магнитная индукция, l — длина проводника. Сила тока: $I = \dfrac{U}{R}$, где U — напряжения, R — сопротивление. Связь сопротивления и удельного сопротивления ρ: $R = \dfrac{\rho l}{S}$, S — площадь поперечного сечения.

Получаем итоговую формулу:

$$F_A = IBl = \frac{U}{R}Bl = \frac{US}{\rho l}Bl = \frac{US}{\rho}B.$$

Подставляем значения:

$$F_A = \frac{2\ \text{В} \cdot 2 \cdot 10^{-2}\ \text{мм}^2 \cdot 1\ \text{Тл}}{0{,}12\ \text{Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}} \approx 0{,}33\ \text{Н}.$$

Ответ: 0,33Н.

№ 499.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	3

Решение. Сопротивление последовательно соединенных резисторов R_1 и R_3 равно

$$R_{13} = R_1 + R_3 = 4 + 6 = 10 \text{ Ом}.$$

Сопротивление последовательно соединенных резисторов R_2 и R_4 равно

$$R_{24} = R_2 + R_4 = 9 + 6 = 15 \text{ Ом}.$$

Тогда общее сопротивление цепи для параллельного соединения двух веток:

$$R = \frac{R_{13}R_{24}}{R_{13} + R_{24}} = \frac{10 \cdot 15}{10 + 15} = 6 \text{ Ом}.$$

По закону Ома для полной цепи найдем силу тока в цепи:

$$I = \frac{\mathscr{E}}{R + r} = \frac{20}{6 + 2} = 2{,}5 \text{ А}.$$

По закону Ома для участка цепи напряжение на ветках цепи равно

$$U = U_{13} = IR = 2{,}5 \cdot 6 = 15 \text{ В}.$$

Тогда по закону Ома для участка цепи найдем силу тока через резисторы R_1 и R_3:

$$I_3 = I_{13} = \frac{U}{R_{13}} = \frac{15}{10} = 1{,}5 \text{ А}.$$

Мощность тока, потребляемого третьим резистором:

$$P_3 = I_3^2 R_3 = 1{,}5^2 \cdot 6 = 13{,}5 \text{ Вт}.$$

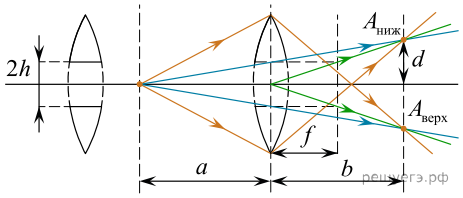
Ответ: $P_3 = 13{,}5$ Вт.

№ 500.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае — правила построения изображений в тонкой линзе и формула тонкой линзы); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу; IV) представлен правильный ответ.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности и проведены необходимые преобразования, но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. ИЛИ Лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.). ИЛИ В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка.	2

Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует одна из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В одной из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. Заметим, что если удалить у линзы ее часть (половину или даже больше), то оставшаяся часть по-прежнему будет формировать изображение, однако его яркость изменится. Поэтому можно рассматривать билинзу как две тонкие линзы, главные оптические оси которых параллельны и сдвинуты на расстояние h относительно оси системы. На рисунке показано построение хода лучей от источника A через каждую из половинок билинзы до двух изображений — верхнего ($A_{ниж}$), полученного в результате преломления света в нижней части билинзы, и нижнего ($A_{верх}$), полученного в результате преломления света в верхней части билинзы. Для этого использованы правила построения изображений в тонкой линзе: луч (фиктивный), идущий через оптический центр линзы (реально отсутствующий), не преломляется, а луч, идущий вдоль оси симметрии системы параллельно главной оптической оси линзы, после преломления проходит через ее фокус.



Из подобия треугольников на рисунке следует, что расстояние d от каждого изображения до оси системы можно найти из пропорции: $\frac{d}{h}=\frac{a+b}{a}$, откуда $d=h\cdot\frac{a+b}{a}$. В соответствии с формулой тонкой линзы $\frac{1}{a}+\frac{1}{b}=\frac{1}{f}$, где b — расстояние от билинзы до плоскости двух изображений, откуда $b=\frac{af}{a-f}=\frac{40\cdot 20}{40-20}=40\text{ см}>0$, то есть изображения действительные и находятся справа от линзы. Расстояние d от каждого изображения до оси системы, таким образом, равно $d=h\cdot\frac{a+b}{a}=h\cdot\frac{a}{a-f}=0{,}5\cdot\frac{40}{40-20}=1\text{ см}$, а расстояние $2d$ между изображениями равно $2d=2h\cdot\frac{a+b}{a}=2h\cdot\frac{a}{a-f}=2\text{ см}$.

Ответ: $2d=2h\cdot\frac{a}{a-f}=2\text{ см}$

№ 501.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей).	1
В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует.	0
Критерий 2	
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом: (в данном случае: законы сохранения и изменения механической энергии и импульса); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объеме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачеркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и(или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт V, или в нем допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	4

Решение. Обоснование

Систему отсчета, связанную с Землей, будем считать инерциальной. Поскольку тела малы, то будем описывать их моделью материальных точек. Расставим все силы, действующие на тела. На тележку действует сила тяжести $M\vec{g}$ и сила реакции опоры $\vec{N}$. На шарик, подвешенный на нити, действует сила тяжести $m\vec{g}$ и сила натяжения нити $\vec{T}$. Поскольку эти силы являются внешними, а сумма их проекций на горизонтальную ось равна нулю, то система «шарик — тележка» является замкнутой. Значит, в ИСО можно применить закон сохранения импульса.

Перейдем к решению.

1.После столкновения тележки с упором она останавливается, потеряв всю свою кинетическую энергию, а груз по инерции в первый момент продолжает двигаться со скоростью V и отклоняется на некоторый угол, причем нить по условию все время остается натянутой, прижимая тележку к упору.

2.После достижения максимального угла отклонения нити с грузом от вертикали, когда вся его кинетическая энергия перейдет в потенциальную энергию в поле силы тяжести, груз на нити начнет опускаться, по-прежнему прижимая тележку к упору и сохраняя свою механическую энергию до момента неупругого столкновения со штативом при скорости V, после чего скорости груза и тележки сравняются и станут равными υ.

3.По закону сохранения проекции импульса на горизонтальную ось для второго столкновения имеем $mV = (m+M)\cdot\upsilon$, откуда:

$$\upsilon = \frac{mV}{m+M} = \frac{0{,}2\cdot 1}{1{,}2} = \frac{1}{6}\ \text{м/с} \approx 0{,}17\ \text{м/с}.$$

Ответ: $\upsilon \approx 0{,}17$ м/с.

№ 502.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей).	1
В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует.	0
Критерий 2	
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *выражение для скорости груза при свободном падении с определенной высоты, закон сохранения импульса при абсолютно неупругом ударе груза о чашку, условие равновесия чашки до удара, а также закон сохранения механической энергии системы после удара*); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3

Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и(или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины).	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	4

Решение. Обоснование

Систему отсчета, связанную с Землей, будем считать инерциальной. Тело движется поступательно, поэтому его можно принять за материальную точку. При движении тела до удара на него действует только потенциальная сила тяжести (сила сопротивления воздуха пренебрежимо мала), поэтому работа всех непотенциальных сил равна нулю. Значит, в ИСО можно применить закон сохранения энергии при движении груза до соударения с чашей.

Удар абсолютно неупругий. При соударении на тела действует внутренняя сила взаимодействия, которая является довольно большой, поскольку промежуток времени взаимодействия мал, а импульс тел изменяется на конечную величину. Поэтому действием силы тяжести по сравнению с ней можно пренебречь. Следовательно, в ИСО применим закон сохранения импульса.

Далее систему «тело— чаша— пружины» можно считать замкнутой при отсутствии силы трения и сопротивления (поскольку силы тяжести и упругости пружин являются потенциальными), поэтому применим закон сохранения энергии.

Перейдем к решению.

Груз, падая с высоты h на чашку, в свободном падении приобретает скорость $\upsilon_1 = \sqrt{2gh}$. После абсолютно неупругого столкновения с чашкой той же массы, по закону сохранения импульса $m\upsilon_1 = 2m\upsilon_2$ находим начальную скорость чашки с прилипшим к ней грузом: $\upsilon_2 = \frac{\upsilon_1}{2} = \sqrt{\frac{gh}{2}}$.

При дальнейшем движении чашки полная механическая энергия системы сохраняется.

В нее в начальном состоянии входят кинетическая энергия чашки, потенциальная энергия чашки (относительно ее наинизшего положения), а также энергия упругой деформации пружин, а в конечном состоянии — только упругая энергия пружин:

$$\frac{2m\cdot v_2^2}{2}+2m\cdot gH+\frac{kh_0^2}{2}=\frac{k(h_0+H)^2}{2}.$$

Начальное растяжение h_0 пружин находим из условия равновесия чашки до падения в нее груза: $mg=kh_0$, откуда:

$$h_0=\frac{mg}{k}.$$

Подставляя в записанное выше соотношение выражения для скорости v_2 и величины h_0, получаем квадратное уравнение для определения искомой величины H:

$$kH^2-2mgH-mgh=0.$$

Откуда, с учетом положительности корня, для H имеем:

$$H=\frac{mg}{k}\left(1+\sqrt{1+\frac{kh}{mg}}\right)=\frac{0,5\cdot 10}{400}\cdot\left(1+\sqrt{1+\frac{400\cdot 0,1}{0,5\cdot 10}}\right)=5\text{ см}.$$

Ответ: 5см.

№ 503.

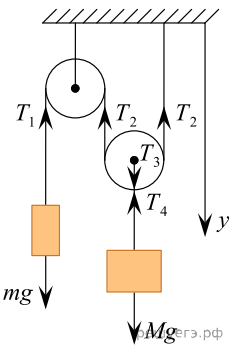
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей)	1
В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует	0
Критерий 2	
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: второй и третий законы Ньютона, выражение для силы трения скольжения, условие равновесия твёрдого тела); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3

Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	4

Решение. Обоснование.

Решим задачу в системе отсчета, связанной с потолком, которая в данном случае является инерциальной. Грузы движутся поступательно, поэтому будем считать их материальными точками.

На рисунке показаны силы, действующие на грузы и на подвижный блок. Так как нити и блок невесомы, а трение отсутствует, то силы натяжения $|T_1| = |T_2| = T$. Поскольку подвижный блок и нить невесомы, то $|T_3| = |T_4| = 2T$. Поскольку нити нерастяжимы, то при перемещении груза m вверх на расстояние x груз M опустится вниз на расстояние $\frac{x}{2}$. Следовательно, $|a_1| = 2|a_2|$.



Перейдем к решению.

Запишем второй закон Ньютона для каждого груза:

$$\vec{T}_1 + m\vec{g} = m\vec{a}_1;$$

$$\vec{T}_4 + M\vec{g} = M\vec{a}_2.$$

В проекции на ось *Oy*:

$$T - mg = ma_1;$$

$$2T - Mg = -Ma_2.$$

Учитывая, что $a_1 = 2a_2$, получаем:

$$a_2 = \frac{g(M-2m)}{M+4m} = \frac{10\cdot(3-2\cdot 0{,}5)}{3+4\cdot 0{,}5} = 4 \text{ м/с}^2.$$

Ответ: 4м/с^2.

№ 504.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей). В данном случае: выбор инерциальной системы отсчета, модель абсолютно твердого тела, учет отсутствия трения в системе и возможность применения закона сохранения горизонтальной проекции импульса на первом этапе процесса и механической энергии на обоих этапах процесса.	1
В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует.	0
Критерий 2	
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *законы сохранения импульса и механической энергии при абсолютно упругом столкновении одинаковых маленьких шариков, а также кинематические и геометрические соотношения*); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и(или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины).	2

Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	4

Решение. Обоснование

1. Систему отсчета, связанную с Землей, будем считать инерциальной (ИСО).

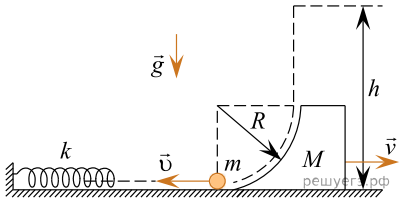
2.Будем считать подставку абсолютно твердым телом, после взаимодействия которого с падающим на него телом механическая энергия системы сохраняется.

3.Поскольку трение о плоскость отсутствует, сохраняется нулевая горизонтальная проекция суммарного импульса системы из тела и подставки.

4.После покидания подставки и начала взаимодействия тела с пружиной его кинетическая энергия полностью превращается в потенциальную энергию пружины при максимальном ее сжатии.

Перейдем к решению.

1. Изобразим на рисунке систему в момент, когда тело покидает подставку.



В ИСО, связанной с Землей, механическая энергия системы в отсутствие неконсервативных сил сохраняется, поэтому начальная потенциальная энергия mgh тела массой m равняется суммарной кинетической энергии тела, движущегося горизонтально со скоростью υ, направленной на рисунке влево, и подставки массой M, движущейся вправо со скоростью V:

$$mgh = \frac{m\upsilon^2}{2} + \frac{MV^2}{2}.$$

2.Горизонтальная проекция суммарного импульса тела и тележки остается в отсутствие трения равной нулю, как и до начала падения тела, поэтому $m\upsilon = MV.$

3.На втором этапе процесса кинетическая энергия тела полностью превращается в потенциальную энергию пружины при ее максимальном сжатии x и остановке тела:

$$\frac{m\upsilon^2}{2} = \frac{kx^2}{2}.$$

4. Из записанных уравнений получаем:

$$x = \upsilon\left(\frac{m}{k}\right)^{\frac{1}{2}}, \quad V = \left(\frac{m}{M}\right)\upsilon, \quad 2mgh = \upsilon^2\left[m + M\left(\frac{m}{M}\right)^2\right], \quad \upsilon = \left[\frac{2gh}{1+\frac{m}{M}}\right]^{\frac{1}{2}},$$

откуда:

$$x = \left\{ \frac{2mgh}{\left[k\left(1+\frac{m}{M}\right)\right]} \right\}^{\frac{1}{2}}.$$

5. Подставив численные данные из условия задачи, получим:

$$x = \left\{ \frac{2 \cdot 0,1 \cdot 10 \cdot 1}{\left[160\left(1+\frac{0,1}{0,3}\right)\right]} \right\}^{\frac{1}{2}} \approx 0,097 \text{ м} = 9,7 \text{ см}.$$

Ответ: 9,7см.

№ 505.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей).	1
В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует.	0
Критерий 2	
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу; IV) представлен правильный ответ.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. ИЛИ В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). ИЛИ В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и(или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка.	2

Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	4

Решение. Обоснование.

1.Рассмотрим задачу в инерциальной системе отсчета, связанной с Землей. Будем считать эту систему отсчета инерциальной (ИСО). Тело описываем моделью материальной точки, так как его размеры малы по сравнению с диском.

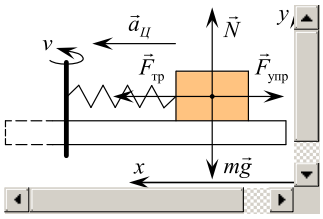
2.При вращении диска на тело действуют потенциальная сила тяжести, сила реакции опоры, перпендикулярная опоре, потенциальная сила упругости, возникающая в упруго деформированной пружине и сила трения покоя. Работа силы тяжести и силы реакции опоры равны нулю.

3.Поскольку тело описывается моделью материальной точки, в ИСО применим второй закон Ньютона. Равнодействующая сила направлена к центру, следовательно, тело движется с центростремительным ускорением. Для материальной точки применимы законы равномерного движения по окружности.

4.При малых деформациях их можно считать упругими, поэтому для пружины верен закон Гука.

5.Брусок покоится относительно диска, имеющего шероховатую поверхность. Поэтому на него действует максимальная сила трения покоя, равная силе трения скольжения $F_{\text{тр}} = \mu N.$

Перейдем к решению.



1.На груз действуют четыре силы: сила тяжести $m\vec{g}$, нормальная составляющая силы реакции опоры $\vec{N}$, сила упругости $\vec{F}_{\text{упр}}$ и сила трения $\vec{F}_{\text{тр}}$.

Выясним, в каком состоянии будет находиться пружина. Если грузик находится на расстоянии L от центра, то равнодействующая сила равна $ma = 4\pi^2\nu^2 Lm = 3\text{Н}$. Максимальная сила трения равна $F_{\text{т}} = \mu mg = 5\text{Н}$. Значит, пружина должна быть сжата, сила упругости направлена вправо (см.рис.), а сила трения— влево. Поскольку пружина максимально сжата, а груз при этом находится в покое относительно диска, сила трения покоя принимает максимальное значение: $F_{\text{тр}} = \mu N.$

2.Второй закон Ньютона в проекциях на оси инерциальной системы отсчета XOY имеет вид: $OX: ma_{\text{ц}} = F_{\text{тр}} - F_{\text{упр}}; \quad OY: 0 = N - mg.$ Сила упругости определяется законом Гука: $F_{\text{упр}} = k\Delta x.$ Центростремительное ускорение груза выражается формулой $a_{\text{ц}} = \dfrac{V^2}{R_{min}} = 4\pi^2\nu^2 R_{min}.$

3.Из формул, приведенных выше, получаем: $4\pi^2\nu^2 R_{min} m = \mu mg - k\Delta x,$ где $R_{min} = L - \Delta x.$ Окончательно получим:

$$R_{min} = \frac{kL - \mu mg}{k - 4\pi^2\nu^2 m} = \frac{30 \cdot 0,3 - 0,5 \cdot 1 \cdot 10}{30 - 4 \cdot 3,14^2 \cdot 0,5^2 \cdot 1} \approx 0,2 \text{ м}.$$

Ответ: $R_{min} \approx 0,2$ м.

№ 506.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей)	1
В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует	0
Критерий 2	
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: второй и третий законы Ньютона, выражение для силы трения скольжения, условие равновесия твёрдого тела); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	4

Решение. Обоснование

1.Рассмотрим задачу в системе отсчета, связанной с Землей. Будем считать эту

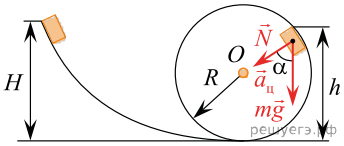
систему отсчета инерциальной (ИСО).

2.Брусок описываем моделью материальной точки, так как его размерами по сравнению с кольцом можно пренебречь.

3.При движении бруска по поверхности кольца на него действуют потенциальная сила тяжести и сила реакции опоры со стороны кольца, перпендикулярная его поверхности. Работа силы реакции опоры при движении бруска равна нулю, сила трения отсутствует. Тогда в ИСО можно применить закон сохранения энергии.

4.Поскольку брусок описывается моделью материальной точки, то давление бруска на поверхность кольца в заданной точке формируется на основе второго закона Ньютона. Для материальной точки применимы законы движения по окружности.

Перейдем к решению. По второму закону Ньютона для бруска на высоте h:



$$\vec{N}+m\vec{g}=m\vec{a},$$

где центростремительное ускорение равно $a=\dfrac{\upsilon^2}{R}$.

Направим ось Ox вдоль вектора ускорения и пусть сила тяжести образует с этой осью угол α Проекция второго закон Ньютона:

$$N+mg\cos\alpha=m\frac{\upsilon^2}{R}.$$

Выразим отсюда скорость бруска, учитывая, что $\cos\alpha=\dfrac{h-R}{R}$ и по третьему закону Ньютона $N=F$:

$$\upsilon^2=\frac{R}{m}\left(F+mg\frac{h-R}{R}\right).$$

По закону сохранения энергии: $E_{п1}=E_{п2}+E_{к2}$, где начальная потенциальная энергия $E_{п1}=mgH$, конечные потенциальная и кинетическая энергии равны соответственно $E_{п2}=mgh$ и $E_{к2}=\dfrac{m\upsilon^2}{2}$. Таким образом, получаем:

$$mgH=mgh+\frac{m\upsilon^2}{2},$$

откуда находим начальную высоту:

$$H=h+\frac{\upsilon^2}{2g}=\frac{3h-R}{2}+\frac{FR}{2mg}=\frac{3\cdot2{,}5-2}{2}+\frac{5\cdot2}{2\cdot1\cdot10}=3{,}25\text{ м}.$$

Ответ: 3,25м.

№ 507.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей).	1
В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует.	0
Критерий 2	
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: баланс механической энергии с учетом работы сил трения, формула для центростремительного ускорения при движении по окружности); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу; IV) представлен правильный ответ.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. ИЛИ В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). ИЛИ В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и(или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	4

Решение. Обоснование

1.Рассмотрим задачу в системе отсчета, связанной с Землей. Будем считать эту систему отсчета инерциальной (ИСО).

2.Шайбу описываем моделью материальной точки, так как его размерами в данных условиях можно пренебречь.

3.Поступательное движение шайбы происходит по шероховатой поверхности, поэтому на нее действует сила трения скольжения, равная $F_{тр} = \mu N.$

4. На тело действуют потенциальная сила тяжести, сила реакции опоры и непотенциальная сила трения. Поскольку шайба описывается моделью материальной точки, то при движении тела по наклонной плоскости в ИСО работа силы трения равна изменению механической энергии.

5.Для материальной точки условие отрыва шайбы от поверхности формулируется на основе второго закона Ньютона. В момент отрыва обращается в ноль сила реакции опоры.

6.В точке отрыва на тело действует только сила тяжести, которая является причиной ускорения свободного падения, направленного вертикально вниз и равная 10м/с^2. Это же ускорение является центростремительным. Для модели материальной точки в ИСО применимы законы движения по окружности.

Перейдем к решению.

По закону сохранения энергии в незамкнутой системе:

$$A_{тр} = E_{пол2} - E_{пол1},$$

где полная энергия в первом состоянии $E_{пол1} = E_{к1} = \frac{m\upsilon_0^2}{2}$, полная энергия во втором состоянии $E_{пол2} = E_{к2} + E_{п2} = \frac{m\upsilon_в^2}{2} + mgh,$ причем высота подъема тела $h = L\sin\alpha.$ Работа силы трения $A_{тр} = -F_{тр}L,$ при этом сила трения скольжения $F_{тр} = \mu N.$ Из проекции на ось *Oy* $N = mg\cos\alpha.$

Объединяя формулы, получаем:

$$\frac{m\upsilon_0^2}{2} = \mu mgL\cos\alpha + \frac{m\upsilon_B^2}{2} + mgL\sin\alpha. \quad (1)$$

В точке *B* условием отрыва будет равенство центростремительного ускорения $a = \frac{\upsilon_в^2}{R}$ величине нормальной составляющей ускорения свободного падения:

$$\frac{\upsilon_B^2}{R} = g\cos\alpha, \text{ откуда } \upsilon_B^2 = Rg\cos\alpha. (2)$$

Из (1) и (2) находим внешний радиус трубы *R*:

$$R = \frac{\upsilon_0^2}{g\cos\alpha} - 2L(\mu + \operatorname{tg}\alpha) = \frac{16}{10\cdot\cos 30^\circ} - 2\cdot 1\cdot(0{,}2 + \operatorname{tg}30^\circ) \approx 0{,}3 \text{ м}.$$

Ответ: *R* = 0,3м.

№ 508.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей).	1
В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует.	0
Критерий 2	

Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: выражение для потока несжимаемой жидкости в струе через ее сечение и скорость частиц жидкости, а также закон сохранения механической энергии частиц жидкости при их свободном падении); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и(или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины).	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	4

Решение. Обоснование

Систему отсчета, связанную с Землей, будем считать инерциальной. Частицы воды движутся поступательно, поэтому их можно принять за материальные точки. По условию задачи можно пренебречь силами поверхностного натяжения жидкости и трением. Поскольку в процессе движения на капли действует только потенциальная сила тяжести, то работа всех непотенциальных сил обращается в ноль. Следовательно, в инерциальной системе отсчета для частиц воды применим закон сохранения энергии.

Перейдем к решению.

Максимальная высота подъема частиц жидкости равна $H = \frac{\upsilon_0^2}{2g} = 20$ м. Поэтому на высоте h=16м частицы жидкости еще не начнут падать обратно вниз, и струя не разобьется на капли. Поскольку воду можно считать несжимаемой жидкостью, то ее объем, протекающий через любое поперечное сечение струи в единицу времени, постоянен и равен $V = \pi r_0^2 \cdot \upsilon_0 = \pi r^2 \cdot \upsilon,$ где υ — скорость воды на высоте h. Отсюда:

$$r = r_0 \sqrt{\frac{\upsilon_0}{\upsilon}}.$$

По закону сохранения механической энергии при условиях задачи можно считать, что для частицы воды массой m справедливо соотношение $\frac{m\upsilon_0^2}{2} = \frac{m\upsilon^2}{2} + mgh,$ откуда $\upsilon = \sqrt{\upsilon_0^2 - 2gh}.$ Подставляя выражение для скорости струи в формулу для ее радиуса, получаем:

$$r = \frac{r_0}{\sqrt[4]{1 - \frac{2gh}{\upsilon_0^2}}}.$$

После подстановки численных значений имеем:

$$r = \frac{1}{\sqrt[4]{1 - \frac{2 \cdot 10 \cdot 16}{20^2}}} = \frac{1}{\sqrt[4]{0,2}} \approx 1,50 \text{ см}.$$

Ответ: 1,50см.

№ 509.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей)	1
В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует	0
Критерий 2	
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: второй и третий законы Ньютона, выражение для силы трения скольжения, условие равновесия твёрдого тела); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3

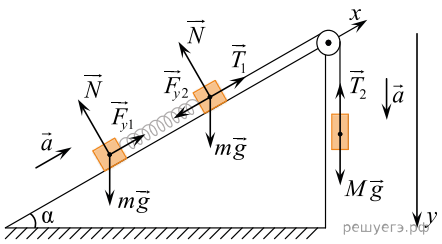
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	4

Решение. Обоснование

Систему отсчета, связанную с Землей, будем считать инерциальной. Тела движутся поступательно, поэтому их движение можно описывать моделью материальной точки. На груз действуют сила тяжести $M\vec{g}$, сила натяжения нити $\vec{T}_2$, под действием которых груз движется с ускорением $\vec{a}_2$. На первый (нижний) брусок действуют сила тяжести $m\vec{g}$, сила упругости $\vec{F}_{\text{упр1}}$, на второй (верхний) брусок действуют сила тяжести $m\vec{g}$, сила упругости $\vec{F}_{\text{упр2}}$ и сила натяжения нити $\vec{T}_1$, под действием которых бруски движутся с ускорением $\vec{a}_1$, поскольку длина пружины во время движения не меняется. Заметим, что наклонная плоскость гладкая, следовательно, действием силы трения на оба бруска можно пренебречь. Нить невесома, поэтому силы натяжения по модулю одинаковы, то есть $T_1 = T_2 = T$. Нить нерастяжима, поэтому ускорения тел равны по модулю, то есть $a_1 = a_2 = a$. Поскольку пружина легкая, то $F_{\text{упр1}} = F_{\text{упр2}} = F_{\text{упр}}$. В ИСО можно применить второй закон Ньютона.

Перейдем к решению.

Изобразим все силы, действующие на каждое из трех тел. Выберем ось *Ox* вдоль наклонной плоскости, ось *Oy* — вертикально вниз.



Запишем второй закон Ньютона для каждого тела:

$$\begin{cases} m\vec{a} = \vec{F}_{y1} + \vec{N} + m\vec{g}, \\ m\vec{a} = \vec{F}_{y2} + \vec{N} + m\vec{g} + \vec{T}, \\ M\vec{a} = M\vec{g} + \vec{T} \end{cases}$$

В проекциях на выбранные оси:

$$\begin{cases} ma = F_y - mg\sin\alpha, \\ ma = T - F_y - mg\sin\alpha, \\ Ma = Mg - T \end{cases}$$

Решая эту систему уравнений, находим ускорение, с которым движется данная система тел:

$$a = g\frac{M - 2m\sin\alpha}{2m + M},$$

тогда сила упругости равна:

$$F_y = \frac{Mmg(1+\sin\alpha)}{2m+M}.$$

Из закона Гука следует, что $F_y = k(L-l)$. Тогда длина растянутой пружины равна:

$$L = \frac{Mmg(1+\sin\alpha)}{(2m+M)k} + l = \frac{2\cdot 0{,}25\cdot 10\cdot(1+0{,}5)}{(2\cdot 0{,}25+2)\cdot 20} + 0{,}15 = 0{,}3 \text{ м} = 30 \text{ см}.$$ $L = \frac{Mmg(1+\sin\alpha)}{(2m+M)k} + l =$

$$= \frac{2\cdot 0{,}25\cdot 10\cdot(1+0{,}5)}{(2\cdot 0{,}25+2)\cdot 20} + 0{,}15 = 0{,}3 \text{ м} = 30 \text{ см}.$$

Ответ: 30 см.

№ 510.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей).	1
В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует.	0
Критерий 2	

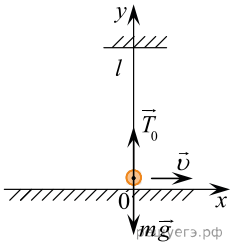
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: второй закон Ньютона, формула центростремительного ускорения, закон сохранения импульса системы); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и(или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	4

Решение. Обоснование

Систему отсчета, связанную с Землей, будем считать инерциальной. Поскольку размеры шарика и бруска в данных условиях малы, то их можно принять за материальные точки. Поскольку в момент столкновения все внешние силы (сила натяжения нити, силы тяжести и сила реакции опоры), действующие на тела, вертикальны, то сумма проекций этих сил на горизонтальную ось равна нулю. Значит, можно применить закон сохранения импульса при абсолютно неупругом соударении.

Равнодействующая силы натяжения нити и силы тяжести, действующих на шарик, в момент удара является причиной возникновения центростремительного ускорения для равномерного движения по окружности. Можем применять для инерциальной системы отсчета второй закон Ньютона.

Перейдем к решению.



Непосредственно перед обрывом нити в момент прохождения положения равновесия шарик движется по окружности радиусом l со скоростью υ. В этот момент действующие на шарик сила тяжести $m\vec{g}$ и сила натяжения нити $\vec{T}_0$ направлены по вертикали и вызывают центростремительное ускорение шарика (см.рис.). В нижней точке его второму закону Ньютона:

$$\vec{T}+m\vec{g}=m\vec{a}.$$

В проекции на вертикальную ось:

$$T-mg=ma.$$

Центростремительное ускорение $a=\dfrac{\upsilon^2}{l}$. Тогда скорость шарика в нижней точке равна:

$$\upsilon=\sqrt{\frac{l(T-mg)}{m}}.$$

При прохождении положения равновесия нить обрывается, и шарик, движущийся горизонтально со скоростью υ, абсолютно неупруго сталкивается с покоящимся бруском. При столкновении сохраняется импульс системы шарик — брусок. В проекциях на ось Ox получаем:

$$m\upsilon=(M+m)u,$$

где u — проекция скорости бруска с шариком после удара на эту ось. Отсюда:

$$M=m\left(\frac{\upsilon}{u}-1\right)=m\left(\frac{\sqrt{\left(\frac{T_0}{m}-g\right)l}}{u}-1\right)=0{,}4\left(\frac{\sqrt{\left(\frac{12}{0{,}4}-10\right)\cdot 0{,}8}}{0{,}8}-1\right)=1{,}6\text{ кг}.\ M=m\left(\frac{\upsilon}{u}-1\right)=m\left(\frac{\sqrt{\left(\frac{T_0}{m}-g\right)l}}{u}-1\right)=$$
$$=0{,}4\left(\frac{\sqrt{\left(\frac{12}{0{,}4}-10\right)\cdot 0{,}8}}{0{,}8}-1\right)=1{,}6\text{ кг}.$$

Ответ: $M=1{,}6$ кг.

№ 511.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей).	1
В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует.	0
Критерий 2	

Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и(или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	4

Решение. Обоснование

Систему отсчета, связанную с Землей, будем считать инерциальной.

Шарики имеют малые размеры по сравнению с длиной нити, поэтому будем считать их материальными точками.

При пережигании нити пружина толкает оба шарика, действуя на шарики внутренней силой— силой упругости, все внешние силы, действующие на систему двух шариков, направлены вертикально (силы тяжести и натяжения нитей), поэтому сохраняется горизонтальная проекция импульса системы шариков, поскольку импульс пружины пренебрежимо мал из-за ее малой массы.

В процессе движения каждого шарика на нити к верхней точке своей траектории на каждый из них действуют сила тяжести $\vec{mg}$ и сила натяжения нити $\vec{T}$. Изменение меха-

нической энергии шарика в ИСО равно работе всех непотенциальных сил, приложенных к нему. В данном случае единственной такой силой является сила натяжения нити $\vec{T}$. Заметим, что в каждой точке траектории $\vec{T}$ перпендикулярен $\vec{v}$, где $\vec{v}$— скорость шарика, поэтому работа силы $\vec{T}$ равна нулю, а механическая энергия каждого шарика на этом участке его движения сохраняется .

Перейдем к решению.

1.После пережигания нити шарики взаимодействуют друг с другом. По закону сохранения импульса $M_1\upsilon_1 = M_2\upsilon_2$.

2. Шарики поднимутся на некоторую высоту. По закону сохранения энергии:

$$\frac{M_1\upsilon_1^2}{2} = M_1gh_1, \quad \textbf{где} \quad h_1 = L_1(1-\cos\alpha);$$

$$\frac{M_2\upsilon_2^2}{2} = M_2gh_2, \quad \textbf{где} \quad h_2 = L_2.$$

Объединяя формулы, получаем:

$$1-\cos\alpha = \frac{M_2^2L_2}{M_1^2L_1},$$

тогда второй шарик отклонится на:

$$\alpha = \arccos\left(1-\frac{L_2}{2,25L_1}\right) = \arccos\left(1-\frac{0,2}{2,25\cdot 0,9}\right) \approx 26^\circ.$$

Ответ: 26°.

№ 512.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей). В данном случае: выбор инерциальной системы отсчета, модель материальной точки, условия применимости законов сохранения импульса и механической энергии, условие прохождения верхней точки траектории	1
В обосновании отсутствует один или несколько из элементов. **ИЛИ** В обосновании допущена ошибка. **ИЛИ** Обоснование отсутствует	0
Критерий 2	
I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: закон сохранения импульса, закон сохранения механической энергии, второй закон Ньютона для движения тела по окружности; учтено, что в верхней точке сила натяжения нити обращается в нуль); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3

Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачеркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины).	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла	0
Максимальный балл	4

Решение. Обоснование.

1. Систему отсчета, связанную с Землей, будем считать инерциальной (ИСО).

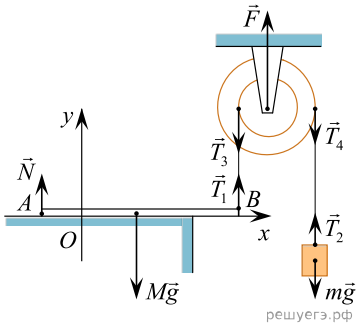
2.Брусок перед отрывом его правого края от поверхности стола будем считать твердым телом с осью вращения, проходящей перпендикулярно плоскости рисунка через точку *A*. Условие равновесия относительно вращения твердого тела на оси— равенство нулю суммы моментов сил, приложенных к телу, относительно этой оси.

3.Нити нерастяжимы, поэтому, если покоится брусок, то покоятся и все остальные тела системы. 4. Нити легкие, поэтому величина силы натяжения каждой нити в любой ее точке одна и та же. В том числе: $T_1 = T_3,\ \ T_2 = T_4$ (см.рис. в решении).

5.Блок идеальный (трения в осях нет, масса блока пренебрежимо мала). Поэтому условие равновесия блока— равенство нулю суммы моментов сил натяжения нитей относительно оси блока.

6.Груз может двигаться только поступательно вдоль вертикальной оси *Oy*, лежащей в плоскости рисунка. Поэтому для груза используем модель материальной точки и применим второй закон Ньютона. Вследствие этого условие равновесия – сумма приложенных к грузу сил равна нулю.

Решение.



1. Силы, действующие на брусок, блок и груз, показаны на рисунке для случая, когда масса бруска минимальна, и поэтому он еще покоится на столе, но касается стола только в точке A. Поэтому сила $\vec{N}$ приложена к бруску в точке A и направлена вертикально вверх, так как поверхность стола гладкая (трения нет).

2. Запишем уравнение моментов сил для бруска в момент, когда он покоится, касаясь стола только в точке A:

$$T_1 \cdot AB - Mg \cdot \frac{AB}{2} = 0,$$

откуда

$$T_1 = \frac{Mg}{2}.$$

3. Запишем второй закон Ньютона для покоящегося груза в проекциях на ось Oy введенной ИСО: $T_2 - mg = 0$, откуда $T_2 = mg$.

4. Условие равновесия блока на его оси: $T_3 \cdot r = T_4 \cdot R$. С учетом того, что $T_1 = T_3$ и $T_2 = T_4$, получим отсюда $T_1 \cdot r = T_2 \cdot R$.

5. Подставив в это равенство результаты п. 2 и 3, получим:

$$\frac{Mg}{2} \cdot r = mg \cdot R.$$

Отсюда

$$M = 2m \cdot \frac{R}{r} = 2 \cdot 1 \cdot \frac{0,1}{0,05} = 4 \text{ кг}.$$

Ответ: $\min M = 4$ кг.

№ 513.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей).	1
В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует.	0
Критерий 2	
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: закон сохранения импульса и закон сохранения механической энергии (для соударения шара и кубика), закон изменения механической энергии или второй закон Ньютона и законы движения (для движения кубика после соударения); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенныеобозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. ИЛИ В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). ИЛИ В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и(или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	4

Решение. Обоснование

Систему отсчета, связанную с Землей, будем считать инерциальной. Кубик и шарик

движутся поступательно, поэтому их можно принять за материальные точки. При переходе с гладкой на шероховатую поверхность пренебрегаем вращением шарика. При взаимодействии тел внешние силы тяжести и реакции опоры не оказывают действия в горизонтальном направлении, а силы трения и сопротивления не действуют. Поэтому в инерциальной системе отсчета можно применить закон сохранения импульса тел. Поскольку в момент удара непотенциальные силы реакции опоры перпендикулярны скоростям кубиков, а силы сопротивления не действуют, то работа всех непотенциальных сил, действующих на тела, равна нулю. Значит, полная механическая энергия сохраняется. Следовательно, в ИСО можно применить закон сохранения энергии в случае абсолютно упругого соударения При дальнейшем движении кубика вся его кинетическая энергия тратится на работу непотенциальной силы трения. Значит, можно применить теорему об изменении кинетической энергии.

Перейдем к решению.

1.Кубик и шар считаем материальными точками, не учитываем энергию вращения шара после удара и процесс перехода кубика с гладкой части на шероховатую.

2.Поскольку соударение абсолютно упругое, то можно записать закон сохранения импульса и механической энергии для шара и кубика:

$$M\upsilon_0 = M\upsilon_1 + m\upsilon;\quad \frac{M\upsilon_0^2}{2} = \frac{M\upsilon_1^2}{2} + \frac{m\upsilon^2}{2},$$

где υ — скорость кубика; υ_1 — скорость шара сразу после удара.

3. Из этих выражений получаем: $\upsilon = \dfrac{2M\upsilon_0}{M+m}$.

4.Для описания движения кубика после удара до остановки можно, например, воспользоваться законом изменения механической энергии:

$$\frac{m\upsilon^2}{2} = F_{\text{тр}}L = \mu mgL.$$

Объединяя полученные выражения, получаем:

$$L = \frac{1}{2\mu g}\left(\frac{2M\upsilon_0}{M+m}\right)^2.$$

5. Откуда масса кубика:

$$m = M\left(\frac{2\upsilon_0}{\sqrt{2\mu gL}} - 1\right) = 0{,}2\left(\frac{6}{\sqrt{6}} - 1\right) \approx 0{,}3 \text{ кг}.$$

Ответ: $m \approx 0{,}3$ кг.

№ 514.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей).	1
В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует.	0
Критерий 2	

Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и(или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	4

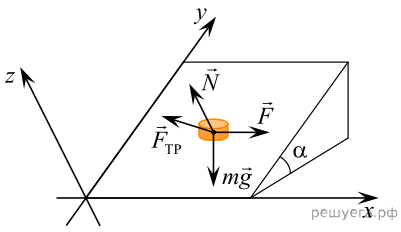
Решение. Обоснование.

1.Рассмотрим задачу в системе отсчета, связанной с Землей. Будем считать эту систему отсчета инерциальной (ИСО).

2.Шайба движется поступательно, поэтому описываем ее моделью материальной точки. В ИСО движение материальной точки описываем вторым законом Ньютона.

3.Так как шайба движется поступательно по шероховатой поверхности, то действует сила трения скольжения $F_{\text{тр}} = \mu N.$

Перейдем к решению.



На шайбу действуют сила тяжести $m\vec{g}$, направленная вертикально вниз, сила реакции опоры $\vec{N}$, направленная перпендикулярно наклонной плоскости, внешняя сила F, направленная горизонтально параллельно нижнему ребру, и сила трения $\vec{F}_{\text{тр}}$, направленная вдоль наклонной плоскости под углом к нижнему ребру.

Сила трения компенсирует действие внешней силы и проекции силы тяжести на наклонную плоскость. В тот момент, когда удается сдвинуть шайбу, сила трения становится силой трения скольжения равной $F_{\text{тр}} = \mu N$. Выберем оси, как показано на рисунке. Запишем второй закон Ньютона в проекциях на эти оси:

$$\begin{cases} Ox\colon F - F_{\text{тр},x} = 0, \\ Oy\colon F_{\text{тр},y} - mg\sin\alpha = 0, \\ Oz\colon N - mg\cos\alpha = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} Ox\colon F_{\text{тр},x} = F, \\ Oy\colon F_{\text{тр},y} = mg\sin\alpha, \\ Oz\colon N = mg\cos\alpha. \end{cases}$$

Используя равенство $F_{\text{тр}} = \mu N$, получаем:

$$\sqrt{F_{\text{тр},x}^2 + F_{\text{тр},y}^2} = \mu N,$$

$$\sqrt{F^2 + (mg\sin\alpha)^2} = \mu mg\cos\alpha,$$

$$F = mg\sqrt{\mu^2\cos^2\alpha - \sin^2\alpha} = 0{,}5 \cdot 10 \cdot \sqrt{0{,}7^2 \cdot 0{,}75 - 0{,}25} \approx 1{,}7 \text{ Н}.$$

Ответ: 1,7Н.

№ 515.

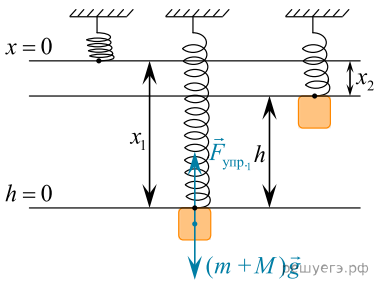
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей)	1
В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует	0
Критерий 2	
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: второй и третий законы Ньютона, выражение для силы трения скольжения, условие равновесия твёрдого тела); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3

Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	4

Решение. Обоснование

Систему отсчета, связанную с Землей, будем считать инерциальной. Тело движется поступательно, поэтому его можно принять за материальную точку. При движении тела после отрыва от него части на него действует только потенциальная сила тяжести (сила сопротивления воздуха пренебрежимо мала), поэтому работа всех непотенциальных сил равна нулю. Значит, в ИСО можно применить закон сохранения энергии при движении груза. При малых деформациях пружины считаем ее упругой, поэтому применим закон Гука.

Перейдем к решению.



Примем за нулевой уровень высоты первоначальное положение груза. Так как в этом положении пружина растянута, то она обладает потенциальной энергией $E_{п1} = \frac{kx_1^2}{2}$, где x_1 — первоначальное смещение пружины от положения равновесия. Поскольку в этой точке происходит отрыв груза без начальной скорости, то он кинетической энергией не обладает.

В точке максимального подъема скорость оставшейся части груза равна0. Пружина растянута и поэтому обладает потенциальной энергией $E_{п2} = \frac{kx_2^2}{2}$, где x_2 — конечное смещение пружины от положения равновесия. Груз поднялся на высоту h и поэтому обладает потен-

циальной энергией $E_{\text{пз}} = Mgh.$

По закону сохранения энергии:

$$\frac{kx_1^2}{2} = \frac{kx_2^2}{2} + Mgh.$$

Учтем, что в начальный момент времени груз находился в равновесии, поэтому сила тяжести $(M+m)g$ уравновешивалась силой упругости $F_{\text{упр}} = kx_1.$

Конечная деформация пружины равнялась $x_2 = x_1 - h.$

Объединяя все формулы, выражаем максимальную высоту подъема груза:

$$h = \frac{2mg}{k} = \frac{2 \cdot 0,6 \cdot 10}{400} = 3 \text{ см}.$$

Ответ: 3см.

№ 516.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей).	1
В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует.	0
Критерий 2	
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом: (в данном случае: закон сохранения проекции импульса системы тел, закон изменения механической энергии, закон Амонтона–Кулона); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объеме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачеркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и(или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт V, или в нем допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких–либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	4

Решение. Обоснование

Систему отсчета, связанную с Землей, будем считать инерциальной. Поскольку тела движутся поступательно, то будем описывать их моделью материальных точек. Расставим все силы, действующие на тела в момент остановки грузика на тележке. На тележку действует сила тяжести $M\vec{g}$ и сила реакции опоры $\vec{N}$. На грузик действует сила тяжести $m\vec{g}$, сила реакции опоры $\vec{N}_1$. Поскольку сумма проекций этих сил на горизонтальную ось равна нулю, то в ИСО можно применить закон сохранения импульса

В ИСО изменение полной механической энергии равно работе всех непотенциальных сил, действующих на тело. В данном случае такими силами является сила реакции опоры и сила трения, возникающая при движении грузика по тележке. Поскольку сила реакции опоры в любой точке траектории перпендикулярна вектору скорости грузика, то единственная сила, которая совершает работу против перемещения грузика— это сила трения. Значит, в ИСО можно применить теорему об изменении механической энергии.

Перейдем к решению.

1.Решение задачи можно провести двумя способами: динамическим, исходя из второго закона Ньютона для обоих тел и кинематических соотношений, и энергетическим, используя законы сохранения импульса и изменения механической энергии системы тел. Второй способ гораздо проще и быстрее приводит к ответу, поэтому воспользуемся им.

2.Грузик остановится на тележке, когда их скорости сравняются и станут равными V. По закону сохранения проекции импульса на направление движения для системы «грузик+тележка», на которую по условию внешние силы в этом направлении не действуют, имеем: $mV_0 = (m+M)V.$

3.По закону изменения механической энергии начальная кинетическая энергия грузика превращается в кинетическую энергию тележки с грузиком и расходуется на работу против силы сухого трения между грузиком и тележкой, пока они движутся друг относительно друга:

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{(m+M)V^2}{2} + A_{\text{тр}},$$

где в силу закона Амонтона— Кулона для сухого трения $A_{\text{тр}} = \mu mg \cdot S,$ поскольку сила давления грузика на тележку $N = mg.$

4.Разрешая полученную систему уравнений относительно S и подставляя числа из условия, получаем:

$$S = \frac{MV_0^2}{2\mu g(m+M)} = \frac{0{,}5 \cdot 2^2}{2 \cdot 0{,}4 \cdot 10 \cdot (0{,}2+0{,}5)} = 0{,}357 \text{ м} = 36 \text{ см}.$$

Ответ: 36 см.

№ 517.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей)	1
В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует	0
Критерий 2	

Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: второй и третий законы Ньютона, выражение для силы трения скольжения, условие равновесия твёрдого тела); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	4

Решение. Обоснование.

1.Рассмотрим задачу в системе отсчета, связанной с Землей. Будем считать эту систему отсчета инерциальной (ИСО).

2.Бруски движутся поступательно, поэтому описываем их моделью материальной точки. В ИСО движение материальной точки описываем вторым законом Ньютона.

3.Нить невесома, блоки идеальны (масса блока ничтожна, трения нет), поэтому модуль силы натяжения нити в любой ее точке одинаковый.

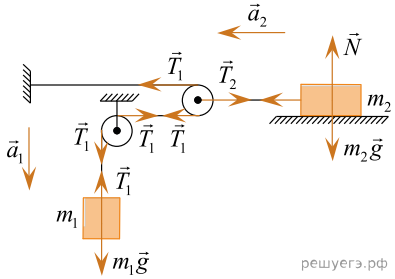
4.Нить нерастяжима, при прямолинейном поступательном движении сумма перемещений брусков будет оставаться неизменной, что позволяет составить кинематическую связь между модулями ускорений тел.

5.Так как бруски движутся поступательно по гладкой поверхности, то сила тре-

ния скольжения не действует.

Перейдем к решению.

1. Запишем второй закон Ньютона для каждого из грузов:



$$m_1\vec{a}_1 = m_1\vec{g} + \vec{T}_1;$$

$$m_2\vec{a}_2 = m_2\vec{g} + \vec{N} + \vec{T}_2.$$

Выберем оси $0x$, направленную горизонтально влево, и $0y$, направленную вертикально вниз. Найдем проекции на выбранные оси:

$$Oy:\ m_1a_1 = m_1g - T_1;$$

$$Ox:\ m_2a_2 = T_2.$$

Для подвижного блока выполняется соотношение $T_2 = 2T_1$.

2. Установим соотношение между ускорениями грузов. Перемещение первого груза в 2 раза больше перемещения второго груза $s_1 = 2s_2$. Тогда ускорения грузов связаны соотношением $a_1 = 2a_2$.

3. Решая систему уравнений и используя полученные соотношения, находим:

$$a_2 = \frac{2m_1g}{4m_1 + m_2}.$$

Тогда ускорение, которое приобретет первый груз, равно:

$$a_1 = \frac{4m_1g}{4m_1 + m_2} = \frac{4 \cdot 2 \cdot 10}{4 \cdot 2 + 4} \approx 6{,}7 \text{ м/с}^2.$$

Ответ: 6,7 м/с^2.

№ 518.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей).	1
В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует.	0
Критерий 2	
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: закон сохранения энергии, закон сохранения импульса); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу; IV) представлен правильный ответ.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. ИЛИ В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). ИЛИ В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и(или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0
Максимальный балл	4

Решение. Обоснование

Систему отсчета, связанную с Землей будем считать инерциальной. Горка и тело движутся поступательно. При движении шайбы по горке сила трения не действует, так как поверхность горки гладкая, а действием силы сопротивления воздуха в

условиях данной задачи можно пренебречь. Сумма проекций внешних сил (силы реакции опоры и силы тяжести) на горизонтальную ось равны нулю. Тогда в ИСО можно применить закон сохранения импульса в проекции на горизонтальную ось.

Работа всех непотенциальных сил на всем участке движения тел равны нулю, так как силы реакции опоры в любой точке траектории перпендикулярна скорости шайбы (аналогичная ситуация наблюдается и для горки), а силы трения и сопротивления воздуха не действуют, значит, полная механическая энергия системы сохраняется, а следовательно, в ИСО применим закон сохранения энергии для системы тел «горка—тело».

Перейдем к решению.

На систему тел «шайба+горка» действуют внешние силы (тяжести и реакции стола), но они направлены по вертикали, поэтому проекция импульса системы на горизонтальную ось *Ox* системы отсчета, связанной со столом, сохраняется. В начальный момент времени импульс системы равен нулю, поэтому для интересующего нас момента времени, можно написать:

$$0 = -m_{\text{ш}}u_{\text{ш}} + M_{\text{г}}V_{\text{г}},$$

здесь $u_{\text{ш}}$ и $V_{\text{г}}$ — скорости шайбы и горки относительно горизонтальной поверхности.

Работа сил тяжести определяется изменением потенциальной энергии, а суммарная работа сил реакции равна нулю, так как поверхности гладкие. Следовательно, полная механическая энергия системы тел, равная сумме кинетической и потенциальной, сохраняется. Поскольку потенциальная энергия горки не изменилась, получаем уравнение:

$$m_{\text{ш}}g4h = m_{\text{ш}}gh + \frac{m_{\text{ш}}u_{\text{ш}}^2}{2} + \frac{M_{\text{г}}V_{\text{г}}^2}{2}.$$

Решая систему из этих двух уравнений и используя тот факт, что $M_{\text{г}} = 8m_{\text{ш}}$, для скорости шайбы на левой вершине горки получаем:

$$u_{\text{ш}} = 4\sqrt{\frac{gh}{3}}.$$

Ответ: $4\sqrt{\frac{gh}{3}}$.

№ 519.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей)	1
В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует	0
Критерий 2	

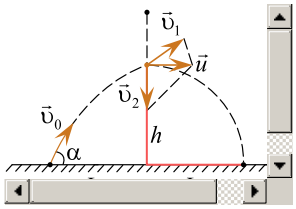
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: второй и третий законы Ньютона, выражение для силы трения скольжения, условие равновесия твёрдого тела); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	4

Решение. Обоснование

Систему отсчета, связанную с Землей, будем считать инерциальной. Тела движутся поступательно, поэтому их можно принять за материальные точки. По условию задачи силой сопротивления воздуха можно пренебречь. Поэтому тела движутся в поле Земного тяготения. Следовательно, для описания движения тел до столкновения можно использовать законы равноускоренного движения.

Перед столкновением на шарики действуют силы тяжести, которые являются внешними. Поскольку при столкновении на шарики действуют внутренние силы взаимодействия, которые довольно велики из-за кратковременности удара, то по сравнению с ними силой тяжести можно пренебречь, а значит можно пренебречь внешними силами, действующими на тела в процессе соударения. Поэтому можно воспользоваться законом сохранения импульса.

Перейдем к решению. Введем координатные оси: горизонтальную ось OX и направленную вверх ось OY. Начало координат разместим в точке старта первого шарика. При отсутствии сопротивления воздуха шарики движутся под действием силы тяжести с ускорением свободного падения.



До столкновения координаты и проекции скоростей шариков меняются по законам:

$$\begin{aligned} y_1 &= \upsilon_0 \sin\alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}, \\ \upsilon_{y1} &= \upsilon_0 \sin\alpha - gt, \\ x_1 &= \upsilon_0 t \cos\alpha, \\ \upsilon_{x1} &= \upsilon_0 \cos\alpha, \\ \upsilon_{y2} &= -gt. \end{aligned}$$

После столкновения импульс слипшихся шариков равен сумме импульсов до столкновения:

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_0, \quad \text{где} \quad p_1 = m\upsilon_1, \quad p_2 = m\upsilon_2.$$

Исходя из того, что скорость слипшихся шариков горизонтальна, а их массы одинаковы, в проекции на вертикальную ось получаем: $m\upsilon_{y1} + m\upsilon_{y2} = 0$, откуда $\upsilon_{y1} = -\upsilon_{y2}$, значит,

$$\upsilon_0 \sin\alpha - gt = gt,$$

Закон сохранения импульса в проекции на горизонтальную ось: $2mu_x = m\upsilon_{0x} = m\upsilon_0 \cos\alpha$, откуда $u = \frac{1}{2}\upsilon_0 \cos\alpha$.

Из этого равенства находим время до столкновения:

$$\tau_1 = \frac{\upsilon_0 \sin\alpha}{2g}.$$

Столкновение происходит на высоте:

$$h = y_1(\tau_1) = \frac{\upsilon_0^2 \sin^2\alpha}{2g} - \frac{g\upsilon_0^2 \sin^2\alpha}{8g^2} = \frac{3\upsilon_0^2 \sin^2\alpha}{8g}.$$

Начальная вертикальная проекция скорости слипшихся шариков равна нулю, поэтому время падения составит:

$$\tau_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \frac{\sqrt{3}\upsilon_0 \sin\alpha}{2g}.$$

В этом случае дальность полета до столкновения шариков

$$L_1 = \upsilon_0 \tau_1 \cos\alpha = \upsilon_0 \cos\alpha \cdot \frac{\upsilon_0 \sin\alpha}{2g} = \frac{\upsilon_0^2 \sin 2\alpha}{4g},$$

а дальность полета после столкновения:

$$L_2 = \frac{1}{2}\upsilon_0 \tau_2 \cos\alpha = \upsilon_0 \cos\alpha \cdot \frac{\sqrt{3}\upsilon_0 \sin\alpha}{4g} = \frac{\sqrt{3}\upsilon_0^2 \sin 2\alpha}{8g}.$$

Расстояние от места броска первого шарика до места падения слипшихся шариков $L = L_1 + L_2$. Объединяя формулы, находим начальную скорость первого шарика:

$$\upsilon_0 = \sqrt{\frac{8gL}{(2+\sqrt{3})\sin 2\alpha}}.$$

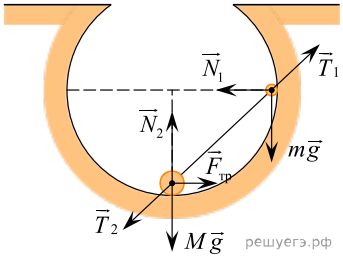
Ответ: $\upsilon_0 = \sqrt{\frac{8gL}{(2+\sqrt{3})\sin 2\alpha}}$.

№ 520.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей)	1
В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует	0
Критерий 2	
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) сделан правильный рисунок с указанием хода лучей в линзе; III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); IV) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объеме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт V, или в нем допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ П редставлен только правильный рисунок с указанием хода лучей в линзе	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла	0

Решение. Обоснование. Систему отсчета, связанную с Землей, будем считать инерциальной. Каждый из шариков штанги может двигаться поступательно, поэтому их можно считать материальными точками. На них действуют сила тяжести, сила реакции опоры, сила упругости стержня, сила трения. Так как стержень жесткий, то силы реакции, действующие на каждый шарик, равны по модулю $T_1 = T_2 = T$. Для описания поведения шариков в инерциальной системе отсчета можно применить второй закон Ньютона. В данных условиях равнодействующая сил тяжести, реакции опоры и натяжения стержня должна быть меньше силы трения, чтобы шарики оставались в покое.

Перейдем к решению. Изобразим силы, действующие на шарики:



По второму закону Ньютона в равновесии суммы сил, действующих на гантель, равны нулю. В проекциях на горизонтальную и вертикальную оси получаем

$$\text{Ox:}\quad N_1 - F_{тр} = 0$$

$$\text{Oy:}\quad N_2 - Mg - mg = 0$$

Тогда $N_1 = F_{тр} \leqslant \mu N_2, \quad N_2 = (M+m)g,$ следовательно, $N_1 \leqslant \mu g(M+m).$

Запишем правило моментов приложенных сил относительно оси, проходящей через нижнюю точку:

$$N_1 l \sin\alpha - mgl\cos\alpha = 0.$$

Учитывая, что $\alpha = 45^\circ,$ получаем: $N_1 = mg.$

В результате имеем:

$$mg \leqslant \mu g(M+m),$$

откуда находим массу верхнего шарика:

$$m \leqslant \frac{\mu M}{1-\mu} = \frac{60\cdot 0{,}4}{1-0{,}4} = 40 \text{ г}.$$

Ответ: $m \leqslant 40$ г.

Приведем другое решение.

Запишем правило моментов приложенных сил относительно точки O, центра окружности: $mgR = F_{тр}R.$

Из условия равновесия невращающегося твердого тела в проекции на вертикальную ось Oy: $N_2 - Mg - mg = 0.$

Объединяя уравнения и учитывая, что сила трения $F_{тр} \leqslant \mu N_2,$ получаем:

$N_2 = (m+M)g,$

$mg = F_{тр},$

$mg \leqslant (m+M)g\cdot\mu,$

$$m \leqslant \frac{\mu M}{1-\mu} = \frac{60\cdot 0{,}4}{0{,}6} = 40 \text{ г}.$$