

Тренировочная работа № 1**по ФИЗИКЕ****18 октября 2012 года****11 класс****Вариант 1****Инструкция по выполнению работы**

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 235 минут. Работа состоит из 3 частей, включающих в себя 35 заданий.

Часть 1 содержит 21 задание (A1–A21). К каждому заданию даётся четыре варианта ответа, из которых только один правильный.

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), на которые надо дать краткий ответ в виде последовательности цифр.

Часть 3 содержит 10 задач: A22–A25 с выбором одного верного ответа и C1–C6, для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек.

При выполнении заданий Вы можете пользоваться черновиком. Обращаем Ваше внимание на то, что записи в черновике не будут учитываться при оценивании работы.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удаётся выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у Вас останется время, Вы сможете вернуться к пропущенным заданиям

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Район.**Город (населённый пункт).****Школа****Класс****Фамилия.****Имя.****Отчество**

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санти	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношения между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а. е. м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Массы частиц

электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а. е. м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а. е. м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а. е. м.}$

Плотность

воды	1000 кг/м^3	подсолнечного масла	900 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
		ртути	13600 кг/м^3

Удельная теплоёмкость

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	алюминия	$900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	меди	$380 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
железа	$640 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	чугуна	$500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
свинца	$130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		

Удельная теплота

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

Нормальные условия: давление – 10^5 Па , температура – 0°С

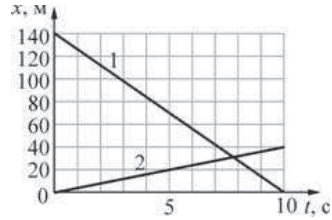
Молярная масса

азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воды	$18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (A1–A21) поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

A1 На рисунке изображён график зависимости координаты x движущихся тел 1 и 2 от времени t .



Относительно тела 2 модуль скорости тела 1 равен

- 1) 9 м/с 2) 10 м/с 3) 14 м/с 4) 18 м/с

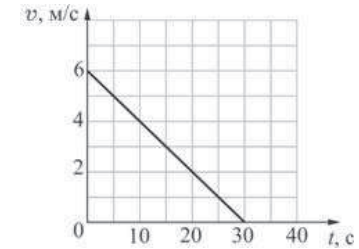
A2 Тело массой 6 кг движется вдоль оси OX . В таблице приведена зависимость проекции скорости v_x этого тела от времени t .

t, c	1	1,5	2	2,5	3
$v_x, м/с$	2	3	4	5	6

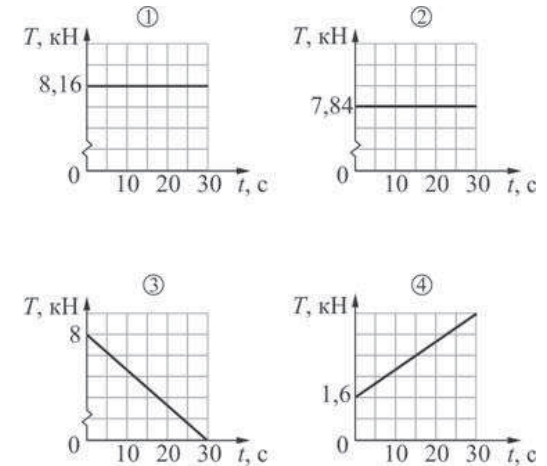
Чему равна проекция на ось OX равнодействующей всех сил, приложенных к телу?

- 1) 12 Н 2) 8 Н 3) 6 Н 4) 3 Н

A3 Лифт массой 800 кг, закреплённый на тросе, поднимается вертикально вверх. На рисунке изображён график зависимости модуля скорости v лифта от времени t .



На каких из приведённых ниже рисунков правильно изображена зависимость модуля силы натяжения T троса от времени?



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

A4 Два тела движутся по одной прямой. Модуль импульса первого тела равен 10 кг·м/с, а модуль импульса второго тела равен 4 кг·м/с. В некоторый момент времени эти тела сталкиваются и слипаются. После столкновения модуль импульса получившегося составного тела может быть равен

- 1) только 14 кг·м/с
 2) только 6 кг·м/с
 3) либо 6 кг·м/с, либо 14 кг·м/с
 4) любой величине, лежащей в интервале от 6 кг·м/с до 14 кг·м/с

A5 Покоящееся точечное тело начинают разгонять с постоянным ускорением вдоль гладкой горизонтальной плоскости, прикладывая к нему силу \vec{F} .

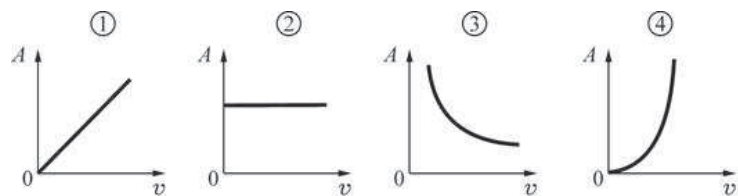
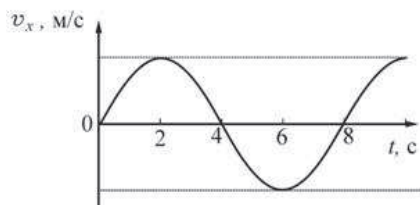


График зависимости работы A , совершённой силой \vec{F} , от модуля скорости v этого тела правильно показан на рисунке

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

A6 Груз колеблется на пружине, двигаясь вдоль оси Ox . На рисунке показан график зависимости проекции скорости v_x груза на эту ось от времени t . За первые 6 с движения груз прошёл путь 1,5 м. Чему равна амплитуда колебаний груза?



- 1) 0,5 м 2) 0,75 м 3) 1 м 4) 1,5 м

A7 Какое из приведённых ниже утверждений является правильным? Для описания процессов, происходящих в разреженном газе, состоящем из молекул

- А. гелия He
Б. азота N₂,

достаточно учитывать только их поступательное движение.

- 1) только А
2) только Б
3) и А, и Б
4) ни А, ни Б

A8 Два газа одинаковой массы занимают одинаковые объёмы при одинаковой температуре. Давление первого газа больше, чем второго. У какого газа меньше масса молекулы?

- 1) у первого
2) у второго
3) массы молекул у обоих газов одинаковые
4) установить, как соотносятся массы молекул газов, невозможно

A9 В сосуде, закрытом подвижным поршнем, находятся в равновесии вода и водяной пар. Объём сосуда очень медленно уменьшают, опуская поршень из положения 1 в положение 2.

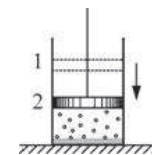
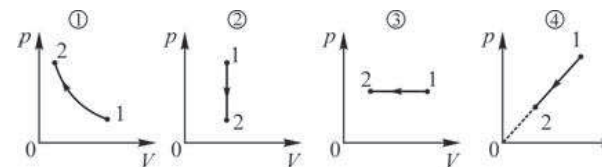
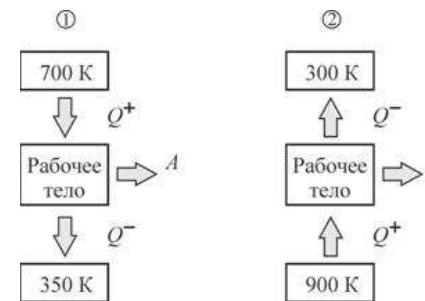


График зависимости давления в сосуде от объёма правильно показан на рисунке



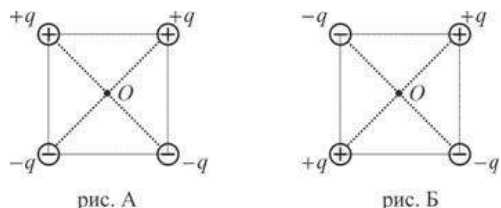
- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

A10 На рисунке схематически показано направление передачи теплоты при работе двух идеальных тепловых машин. У какой из них КПД больше?



- 1) у первой
2) у второй
3) у обеих машин КПД одинаков
4) однозначно ответить нельзя

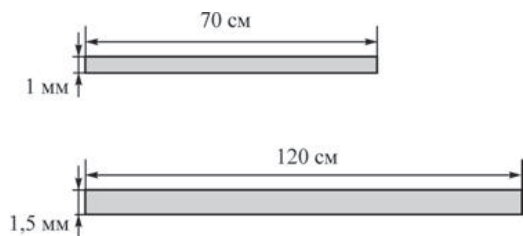
A11 Четыре равных по модулю электрических заряда расположены в вершинах квадрата (см. рисунок).



Напряжённость электростатического поля, созданного этими зарядами в точке O ,

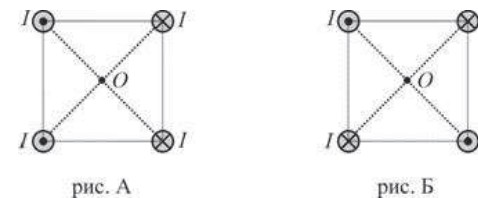
- 1) равна нулю только в случае, изображённом на рис. А
- 2) равна нулю только в случае, изображённом на рис. Б
- 3) равна нулю в случаях, изображённых на обоих рисунках
- 4) не равна нулю ни в одном из случаев, изображённых на рисунках

A12 Два куска круглой медной проволоки, показанные на рисунке, подсоединены параллельно к одной и той же батарее. Через какую из проволок потечёт меньший ток?



- 1) через первую
- 2) через вторую
- 3) через обе проволоки потечёт одинаковый ток
- 4) однозначно сказать нельзя, так как ответ зависит от ЭДС батарейки

A13 Четыре прямолинейных параллельных друг другу тонких проводника с одинаковым током I проходят через вершины квадрата. Сначала их располагают так, как показано на рис. А, а затем – так, как показано на рис. Б (на рисунках показан вид со стороны плоскости квадрата).



Индукция магнитного поля, созданного этими проводниками в центре квадрата O ,

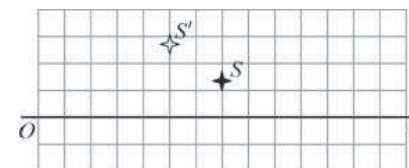
- 1) равна нулю только в случае, изображённом на рис. А
- 2) равна нулю только в случае, изображённом на рис. Б
- 3) равна нулю в случаях, изображённых на обоих рисунках
- 4) не равна нулю ни в одном из случаев, изображённых на рисунках

A14 При проведении опытов по изучению электромагнитной индукции измеряют изменение магнитного потока $\Delta\Phi$, пронизывающего замкнутый проводочный контур, и заряд Δq , протекший в результате этого по контуру. Ниже приведена таблица, полученная в результате этих опытов. Чему равно сопротивление контура?

$\Delta\Phi$, Вб	0,01	0,02	0,03	0,04
Δq , мКл	5	10	15	20

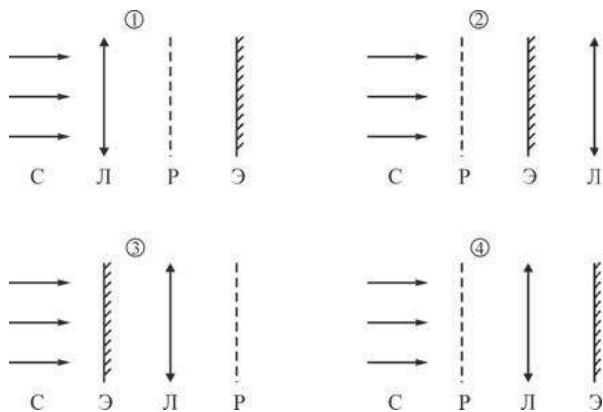
- 1) 2 мОм
- 2) 500 Ом
- 3) 2 Ом
- 4) 0,5 Ом

A15 На рисунке изображены главная оптическая ось линзы OO' , предмет S и его изображение S' . Изображение S' получено с помощью



- 1) тонкой собирающей линзы, которая находится между предметом и его изображением
- 2) тонкой рассеивающей линзы, которая находится левее изображения
- 3) тонкой собирающей линзы, которая находится правее предмета
- 4) тонкой рассеивающей линзы, которая находится между предметом и его изображением

A16 На каком рисунке правильно показано взаимное расположение дифракционной решётки Р, линзы Л и экрана Э, при котором можно наблюдать дифракцию параллельного пучка света С?

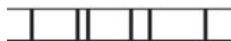


- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

A17 Энергия фотона, падающего на поверхность металлической пластинки, в 5 раз больше работы выхода электрона с поверхности этого металла. Отношение максимальной кинетической энергии фотоэлектрона к работе выхода равно

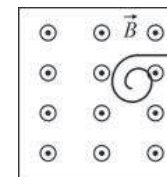
- 1) 5 2) 25 3) 4 4) 0,8

A18 На рисунке схематически изображена фотография спектральных линий атомов некоторого химического элемента в ультрафиолетовой части спектра. Из этого рисунка следует, что



- 1) атом данного химического элемента имеет шесть электронов
- 2) электроны в атоме этого химического элемента могут находиться только на шести энергетических уровнях
- 3) электроны в атоме этого химического элемента могут находиться только на четырёх энергетических уровнях
- 4) только при шести переходах электронов с одного энергетического уровня на другой атом этого химического элемента испускает фотон с длиной волны, лежащей в ультрафиолетовой области спектра

A19 На рисунке схематически изображён трек частицы в камере Вильсона, помещённой во внешнее магнитное поле \vec{B} . Данный трек может принадлежать

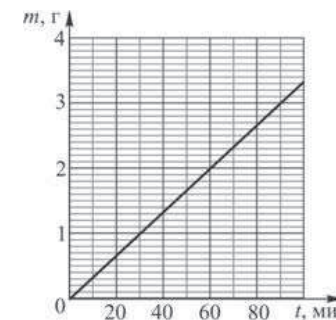


- 1) электрону 2) α -частице 3) нейтрону 4) позитрону

A20 В своём известном опыте британский физик Генри Кавендиш подвешивал на коромысле крутильных весов небольшие тяжёлые шарики, после чего располагал на различных расстояниях от них большие свинцовые шары и измерял углы закручивания нити, на которой висело коромысло. В результате этого опыта Г. Кавендиш измерил значение

- 1) плотности свинца
- 2) коэффициента пропорциональности в законе Кулона
- 3) гравитационной постоянной
- 4) ускорения свободного падения на Земле

A21 В электролитической ванне происходит покрытие пластинки слоем некоторого вещества. Используя приведённый график зависимости массы m выделяющегося вещества от времени t , определите скорость возрастания массы пластинки.



- 1) 1 г/м 2) 2 г/час 3) 3 г/час 4) 2 г/мин

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1–В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без запятых, пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1 Маленький шарик, подвешенный на лёгкой нерастяжимой нити, совершает колебания. Когда шарик проходит положение равновесия, с помощью специального зажима, расположенного в точке *A*, изменяют положение точки подвеса. Как при этом изменяются следующие физические величины: период колебаний шарика, амплитуда колебаний шарика, модуль силы натяжения нити в точке *O*?



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.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- А) период колебаний шарика
- Б) максимальный угол отклонения шарика от положения равновесия
- В) модуль силы натяжения нити в точке *O*

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

Ответ:

А	Б	В

В2

Реостат с максимальным сопротивлением R подсоединён к клеммам батарейки с внутренним сопротивлением $\frac{3R}{2}$. Перемещая движок реостата, его сопротивление увеличивают от некоторого начального значения до R . Как после этого изменятся следующие физические величины: сила тока в электрической цепи, выделяющаяся в реостате мощность, КПД электрической цепи?

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.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- А) сила тока в электрической цепи
 - Б) выделяющаяся в реостате мощность
 - В) КПД электрической цепи
- 1) увеличится
 - 2) уменьшится
 - 3) не изменится

Ответ:

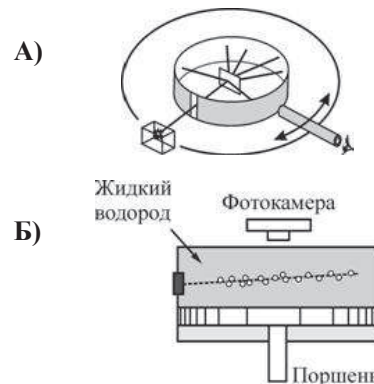
А	Б	В

В3

Установите соответствие между схемами проведения экспериментов по исследованию элементарных частиц и названиями экспериментальных методов. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

СХЕМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

НАЗВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ

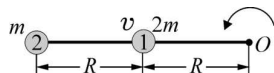


- 1) метод сцинтилляций
- 2) камера Вильсона
- 3) счётчик Гейгера
- 4) пузырьковая камера

Ответ:

А	Б

В4 На рисунке изображены шарики 1 и 2 массами $2m$ и m , прикрепленные к жесткому стержню. Стержень равномерно вращается вокруг оси O , проходящей через один из его концов перпендикулярно плоскости рисунка. Шарик 1 расположен на расстоянии R от оси, а шарик 2 – на расстоянии $2R$ от оси. Модуль скорости шарика 1 равен v . 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

ЕЁ ЗНАЧЕНИЕ

- А.) модуль ускорения шарика 2
 Б.) кинетическая энергия шарика 2

- 1) $\frac{v^2}{R}$
 2) $\frac{2v^2}{R}$
 3.) mv^2
 4.) $2mv^2$

Ответ:

А	Б

Часть 3

Задания части 3 представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий А22–А25 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

А22 Три одинаковых бруска массой 1 кг каждый, связанные невесомыми нерастяжимыми нитями, движутся по гладкому горизонтальному столу под действием горизонтальной силы $F = 6\text{ Н}$, приложенной к первому бруску. Сила натяжения нити, связывающей первый и второй бруски, равна по модулю



- 1) 6 Н 2.) 2 Н 3.) 4 Н 4.) 1 Н

А23 Идеальный газ, находящийся в сосуде, переводят из состояния 1 в состояние 2. В таблице указаны значения давления p , объема V и температуры T газа в этих состояниях.

Параметры газа	Состояние 1	Состояние 2
p , атм.	2	1,5
V , л	1	2
T , °С	27	177

Из таблицы следует, что

- 1.) из сосуда имеется утечка газа
 2.) в сосуд добавляли газ
 3) сосуд плотно закрыт и в нём находится $0,8 \cdot 10^{-3}$ молей газа
 4.) сосуд плотно закрыт и в нём находится 0,08 молей газа

А24 Идеальный одноатомный газ, находящийся при температуре T , нагрели до температуры $2T$, сообщив ему количество теплоты 10 Дж. В результате газ совершил работу 5 Дж. Какое количество теплоты отдаст газ, если его после этого изохорически охладить до температуры $\frac{3T}{2}$?

- 1.) 5 Дж 2.) 2,5 Дж 3.) 10 Дж 4.) 15 Дж

А25 Идеальный электромагнитный колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 20 мкФ и катушки индуктивности. В начальный момент времени конденсатор заряжен до напряжения 4 В. В момент времени, когда напряжение на конденсаторе станет равным 2 В, энергия магнитного поля катушки будет равна

- 1.) 0,12 мДж 2) 120 Дж 3) 20 Дж 4) 40 мкДж

Полное решение задач C1–C6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1, C2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

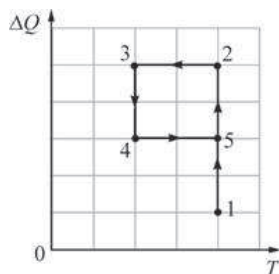
C1 Автомобиль приводится в движение двигателем, который соединяется с ведущими колёсами при помощи трансмиссии, обычно состоящей из сцепления, коробки передач и системы различных валов и шарниров. Сцепление позволяет отсоединять двигатель от коробки передач, что облегчает её переключение. Диск сцепления, соединённый с первичным валом коробки передач, прижимается к маховику двигателя мощными пружинами, что позволяет передавать крутящий момент в последующие элементы трансмиссии. По мере износа диска сцепления сила его прижатия к маховику уменьшается, и сцепление может начать «пробуксовывать». На каких передачах – «пониженных» или «повышенных» – следует двигаться в этом случае, чтобы добраться до ближайшей станции техобслуживания?

Справка: при движении автомобиля с определённой скоростью на «пониженных» передачах (1, 2, 3 ...) двигатель работает на больших оборотах, а на «повышенных» (4, 5, ...) – на меньших оборотах при той же скорости движения.

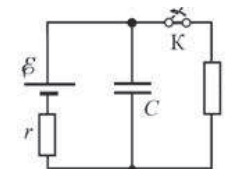
Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

C2 В преддверии летнего сезона пожаров двое пожарных в одной из деревень решили заполнить одинаковые ёмкости для воды, расположенные на вышках высотой H . Ёмкости – это открытые сверху кубические баки объёмом V , стоящие на вышках. Один из пожарных стал заполнять бак при помощи насоса водой из большого водоёма, находящегося на уровне земли, из брандспойта, попадая струёй воды, направленной снизу вверх, прямо в верхнюю, открытую часть бака. Другой пожарный проложил от насоса до верхней части бака трубу и подавал в неё воду с той же скоростью, что и первый пожарный. Оба заполнили баки за одинаковое время. Как и во сколько раз отличаются минимальные затраты энергии на заполнение баков в первом и во втором случаях? Потерями энергии в насосах и из-за трения в трубах и о воздух пренебречь.

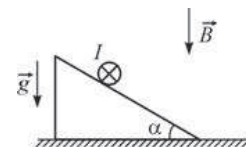
C3 На рисунке изображён процесс 1–2–3–4–5, проводимый над 1 молем идеального одноатомного газа. Вдоль оси абсцисс отложена абсолютная температура T газа, а вдоль оси ординат – количество теплоты ΔQ , полученное или отданное газом на соответствующем участке процесса. После прихода в конечную точку 5 весь процесс циклически повторяется с теми же параметрами изменения величин, отложенных на осях. Найдите КПД этого цикла.



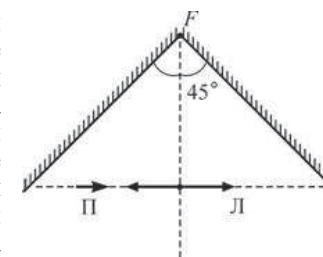
C4 Какое количество теплоты выделится в схеме, изображённой на рисунке, после размыкания ключа K ? Параметры цепи: $\mathcal{E} = 2\text{В}$, $r = 1\text{ Ом}$, $C = 10\text{ мкФ}$, $R = 4\text{ Ом}$.



C5 На шероховатой плоскости, наклонённой под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту, находится однородный цилиндрический проводник массой $m = 100\text{ г}$ и длиной $l = 57,7\text{ см}$ (см. рисунок). По проводнику пропускают ток в направлении «от нас», за плоскость рисунка, и вся система находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 1\text{ Тл}$, направленной вертикально вниз. При какой силе тока I цилиндр будет оставаться на месте, не скатываясь с плоскости и не накатываясь на неё?



C6 Два плоских зеркала образуют прямой двугранный угол, перпендикулярно биссектрисе которого расположена небольшая собирающая линза L , а её фокус F находится в вершине угла (см. рисунок). В плоскости линзы рядом с ней находится небольшой предмет P . Постройте изображение предмета, которое получится в результате двух отражений от зеркал и последующего преломления света линзой. На каком расстоянии от предмета будет находиться его изображение?



Инструкция по выполнению работы**Тренировочная работа № 1****по ФИЗИКЕ****18 октября 2012 года****11 класс****Вариант 2**

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 235 минут. Работа состоит из 3 частей, включающих в себя 35 заданий.

Часть 1 содержит 21 задание (A1–A21). К каждому заданию даётся четыре варианта ответа, из которых только один правильный.

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), на которые надо дать краткий ответ в виде последовательности цифр.

Часть 3 содержит 10 задач: A22–A25 с выбором одного верного ответа и C1–C6, для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек.

При выполнении заданий Вы можете пользоваться черновиком. Обращаем Ваше внимание на то, что записи в черновике не будут учитываться при оценивании работы.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удаётся выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у Вас останется время, Вы сможете вернуться к пропущенным заданиям

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Район.**Город (населённый пункт).****Школа****Класс****Фамилия.****Имя.****Отчество**

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санти	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношения между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а. е. м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Массы частиц

электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а. е. м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а. е. м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а. е. м.}$

Плотность

воды	1000 кг/м^3	подсолнечного масла	900 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
		ртути	13600 кг/м^3

Удельная теплоёмкость

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	алюминия	$900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	меди	$380 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
железа	$640 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	чугуна	$500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
свинца	$130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		

Удельная теплота

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

Нормальные условия: давление – 10^5 Па , температура – 0°С

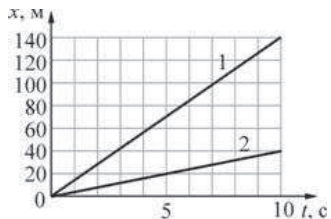
Молярная масса

азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воды	$18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (A1–A21) поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

A1 На рисунке изображён график зависимости координаты x движущихся тел 1 и 2 от времени t .



Относительно тела 1 модуль скорости тела 2 равен

- 1) 4 м/с 2) 9 м/с 3) 10 м/с 4) 18 м/с

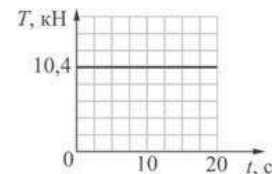
A2 Тело движется вдоль оси Ox . Проекция на эту ось равнодействующей всех сил, приложенных к телу, равна 3 Н. В таблице приведена зависимость проекции скорости v_x этого тела от времени t .

t, c	2	4	6	8	10
$v_x, m/c$	3	6	9	12	15

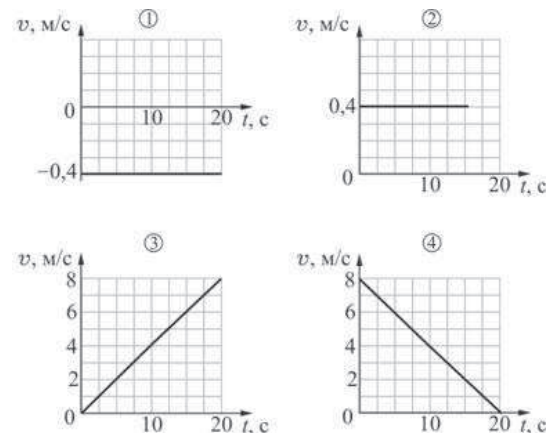
Чему равна масса тела?

- 1) 4,5 кг 2) 2 кг 3) 3 кг 4) 0,25 кг

A3 Лифт массой 1000 кг, закреплённый на тросе, поднимается вертикально вверх. На рисунке изображён график зависимости модуля силы натяжения T троса от времени t .



На каких из приведённых ниже рисунков правильно изображена зависимость модуля скорости v лифта от времени?



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

A4 Два тела движутся по одной прямой. Модуль импульса первого тела равен 12 кг·м/с, а модуль импульса второго тела равен 5 кг·м/с. В некоторый момент времени эти тела упруго соударяются и затем продолжают двигаться по отдельности. После столкновения модуль импульса системы этих тел может быть равен

- 1) только 7 кг·м/с
 2) только 17 кг·м/с
 3) либо 7 кг·м/с, либо 17 кг·м/с
 4) любой величине, лежащей в интервале от 7 кг·м/с до 17 кг·м/с

A5 Покоящееся точечное тело начинают разгонять с постоянным ускорением вдоль гладкой горизонтальной плоскости, прикладывая к нему силу \vec{F} .

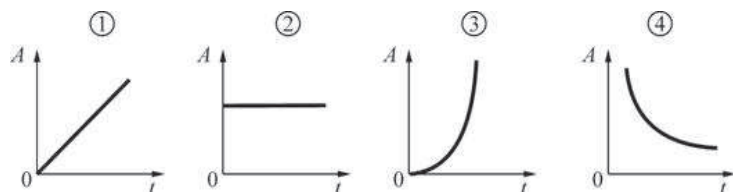
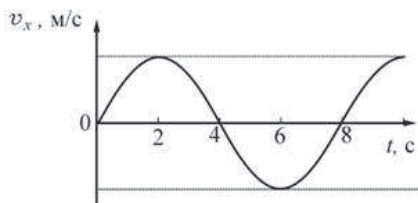


График зависимости работы A , совершённой силой \vec{F} , от времени t правильно показан на рисунке

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

A6 Груз колеблется на пружине, двигаясь вдоль оси Ox . На рисунке показан график зависимости проекции скорости v_x груза на эту ось от времени t . За первые 6 с движения груза модуль его перемещения составил 0,5 м. Чему равна амплитуда колебаний груза?



- 1) 0,25 м 2) 0,5 м 3) 1 м 4) 1,5 м

A7 Какое из приведённых ниже утверждений является правильным? Для описания процессов, происходящих в разреженном газе, состоящем из молекул

- А. водорода H_2
Б. азота N_2 ,

недостаточно учитывать только их поступательное движение, а нужно учитывать ещё и возможность вращения молекул и совершения атомами колебательного движения.

- 1) только А 2) только Б
3) и А, и Б 4) ни А, ни Б

A8 Два газа одинаковой массы занимают одинаковые объёмы при одинаковом давлении. Температура первого газа больше, чем второго. У какого газа больше масса молекулы?

- 1) у первого
2) у второго
3) массы молекул у обоих газов одинаковые
4) установить, как соотносятся массы молекул газов, невозможно

A9 В сосуде, закрытом подвижным поршнем, находятся в равновесии вода и водяной пар. Объём сосуда очень медленно увеличивают, поднимая поршень из положения 1 в положение 2 так, что на дне всё время остаётся вода.

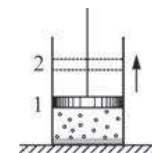
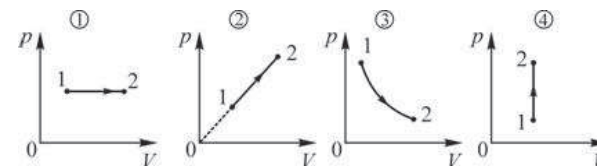
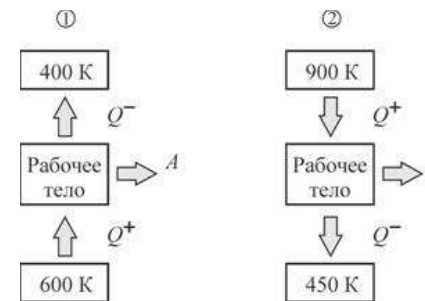


График зависимости давления в сосуде от объёма правильно показан на рисунке



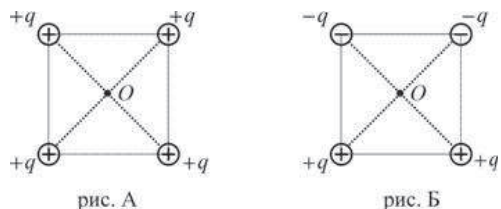
- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

A10 На рисунке схематически показано направление передачи теплоты при работе двух идеальных тепловых машин. У какой из них КПД меньше?



- 1) у первой
2) у второй
3) у обеих машин КПД одинаков
4) однозначно ответить нельзя

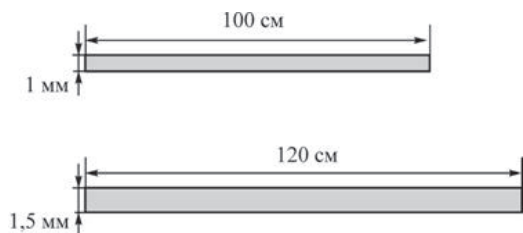
A11 Четыре равных по модулю электрических заряда расположены в вершинах квадрата (см. рисунок).



Напряжённость электростатического поля, созданного этими зарядами в точке O ,

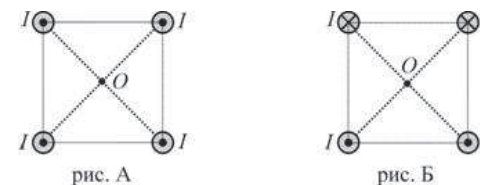
- 1) равна нулю только в случае, изображённом на рис. А
- 2) равна нулю только в случае, изображённом на рис. Б
- 3) равна нулю в случаях, изображённых на обоих рисунках
- 4) не равна нулю ни в одном из случаев, изображённых на рисунках

A12 Два куска круглой медной проволоки, показанные на рисунке, подсоединены параллельно к одной и той же батарее. Через какую из проволок потечёт больший ток?



- 1) через первую
- 2) через вторую
- 3) через обе проволоки потечёт одинаковый ток
- 4) однозначно сказать нельзя, так как ответ зависит от ЭДС батарейки

A13 Четыре прямолинейных параллельных друг другу тонких проводника с одинаковым током I проходят через вершины квадрата. Сначала их располагают так, как показано на рис. А, а затем – так, как показано на рис. Б (на рисунках показан вид со стороны плоскости квадрата).



Индукция магнитного поля, созданного этими проводниками в центре квадрата O ,

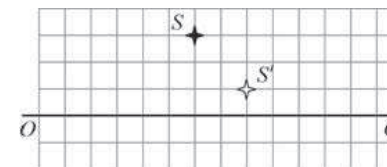
- 1) равна нулю только в случае, изображённом на рис. А
- 2) равна нулю только в случае, изображённом на рис. Б
- 3) равна нулю в случаях, изображённых на обоих рисунках
- 4) не равна нулю ни в одном из случаев, изображённых на рисунках

A14 При проведении опытов по изучению электромагнитной индукции измеряют изменение магнитного $\Delta\Phi$ потока, пронизывающего замкнутый проволочный контур, и заряд Δq , протекший в результате этого по контуру. Ниже приведена таблица, полученная в результате этих опытов. Чему равно сопротивление контура?

$\Delta\Phi$, Вб	0,04	0,08	0,12	0,16
Δq , мКл	2	4	6	8

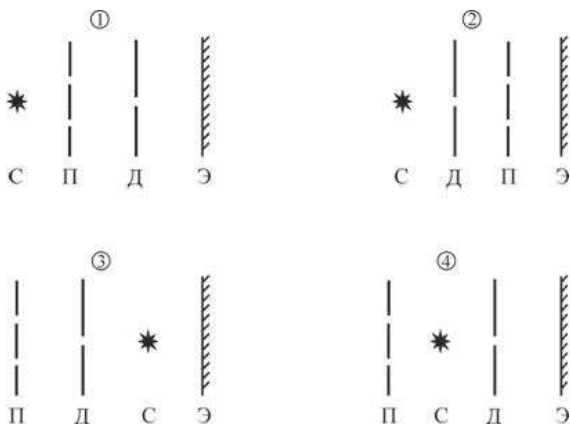
- 1) 20 мОм
- 2) 20 Ом
- 3) 50 Ом
- 4) 5 Ом

A15 На рисунке изображены главная оптическая ось линзы OO' , предмет S и его изображение S' . Изображение S' получено с помощью



- 1) тонкой собирающей линзы, которая находится между предметом и его изображением
- 2) тонкой собирающей линзы, которая находится левее изображения
- 3) тонкой рассеивающей линзы, которая находится между предметом и его изображением
- 4) тонкой рассеивающей линзы, которая находится правее изображения

A16 На каком рисунке правильно показано взаимное расположение диафрагмы Д, перегородки с двумя отверстиями П и экрана Э, при котором можно наблюдать интерференцию света от точечного источника С?



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

A17 Энергия фотона, падающего на поверхность металлической пластинки, в 5 раз больше работы выхода электрона с поверхности этого металла. Отношение максимальной кинетической энергии фотоэлектрона к энергии падающего фотона равно

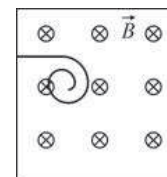
- 1) 5 2) 25 3) 4 4) 0,8

A18 На рисунке схематически изображена фотография спектральных линий атомов некоторого химического элемента в ультрафиолетовой части спектра. Из этого рисунка следует, что



- 1) атом данного химического элемента имеет пять электронов
- 2) электроны в атоме этого химического элемента могут находиться только на пяти энергетических уровнях
- 3) только при пяти переходах электронов с одного энергетического уровня на другой атом этого химического элемента испускает фотон с длиной волны, лежащей в ультрафиолетовой области спектра
- 4) в атоме этого химического элемента возможны переходы электронов только между пятью энергетическими уровнями

A19 На рисунке схематически изображён трек частицы в камере Вильсона, помещённой во внешнее магнитное поле \vec{B} . Данный трек может принадлежать

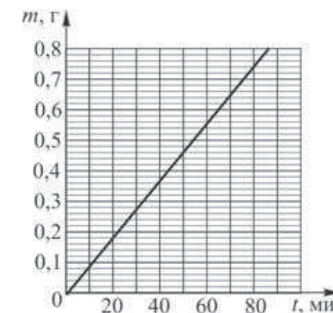


- 1) позитрону 2) α -частице 3) нейтрону 4) электрону

A20 В своих экспериментах с крутильными весами французский физик Шарль Кулон подвешивал на коромысле крутильных весов небольшие лёгкие заряженные бусинки, после чего располагал на различных расстояниях от них небольшие заряженные шарики и измерял углы закручивания нити, на которой висело коромысло. В результате этого опыта Ш. Кулон

- 1) установил, что модуль силы взаимодействия двух точечных зарядов прямо пропорционален произведению модулей зарядов и обратно пропорционален квадрату расстояния между ними
- 2) измерил значение коэффициента пропорциональности в законе, позже названном его именем
- 3) измерил гравитационную постоянную
- 4) установил, что в природе существуют электрические заряды двух типов, условно делящиеся на «положительные» и «отрицательные»

A21 В электролитической ванне происходит покрытие пластинки слоем некоторого вещества. Используя приведённый график зависимости массы m выделяющегося вещества от времени t , определите скорость возрастания массы пластинки.



- 1) 0,5 г/час 2) 9,2 г/час 3) 9,2 мг/мин 4) 110 г/мин

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1–В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без запятых, пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1 Маленький шарик, подвешенный на лёгкой нерастяжимой нити, совершает колебания. Когда шарик проходит положение равновесия, с помощью специального зажима, расположенного в точке *A*, изменяют положение точки подвеса. Как при этом изменяются следующие физические величины: частота колебаний шарика, полная механическая энергия шарика, модуль силы натяжения нити в точке *A*?



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.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- А)** частота колебаний шарика
- Б)** полная механическая энергия шарика
- В)** модуль силы натяжения нити в точке *A*

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

Ответ:

А	Б	В

В2 Реостат с максимальным сопротивлением $2R$ подсоединён к клеммам батарейки с внутренним сопротивлением $\frac{2R}{3}$. Перемещая движок реостата, его сопротивление уменьшают от некоторого начального значения до R . Как после этого изменятся следующие физические величины: сила тока в электрической цепи, выделяющаяся в реостате мощность, КПД электрической цепи?

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.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- А)** сила тока в электрической цепи
 - Б)** выделяющаяся в реостате мощность
 - В)** КПД электрической цепи
- 1)** увеличится
 - 2)** уменьшится
 - 3)** не изменится

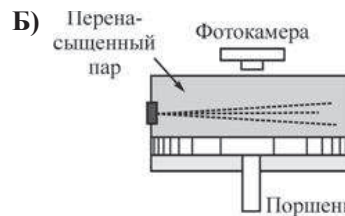
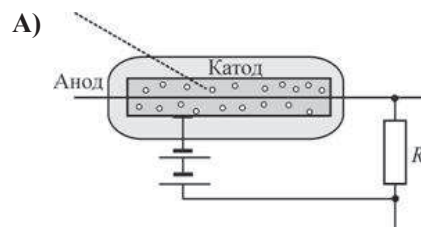
Ответ:

А	Б	В

В3 Установите соответствие между схемами проведения экспериментов по исследованию элементарных частиц и названиями экспериментальных методов. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

СХЕМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

НАЗВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ

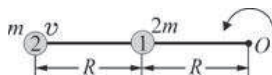


- 1)** метод сцинтилляций
- 2)** камера Вильсона
- 3)** счётчик Гейгера
- 4)** пузырьковая камера

Ответ:

А	Б

В4 На рисунке изображены шарики 1 и 2 массами $2m$ и m , прикреплённые к жёсткому стержню. Стержень равномерно вращается вокруг оси O , проходящей через один из его концов перпендикулярно плоскости рисунка. Шарик 1 расположен на расстоянии R от оси, а шарик 2 – на расстоянии $2R$ от оси. Модуль скорости шарика 2 равен v . 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 **ЕЁ ЗНАЧЕНИЕ**

- | | |
|----------------------------------|---------------------|
| А) модуль ускорения шарика 1 | 1) mv^2 |
| Б) кинетическая энергия шарика 1 | 2) $\frac{v^2}{2R}$ |
| | 3) $\frac{mv^2}{4}$ |
| | 4) $\frac{v^2}{4R}$ |

Ответ:

А	Б

Часть 3

Задания части 3 представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий A22–A25 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

A22 Три одинаковых бруска массой 1 кг каждый, связанные невесомыми нерастяжимыми нитями, движутся по гладкому горизонтальному столу под действием горизонтальной силы $F = 6$ Н, приложенной к первому бруску. Сила натяжения нити, связывающей второй и третий бруски, равна по модулю



- 1) 6 Н 2) 2 Н 3) 4 Н 4) 1 Н

A23 Идеальный газ, находящийся в сосуде, переводят из состояния 1 в состояние 2. В таблице указаны значения давления p , объёма V и температуры T газа в этих состояниях.

Параметры газа	Состояние 1	Состояние 2
p , атм.	2	1,5
V , л	1	0,5
T , °C	27	177

Из таблицы следует, что

- 1) из сосуда имеется утечка газа
- 2) в сосуд добавляли газ
- 3) сосуд плотно закрыт и в нём находится 0,02 моля газа
- 4) сосуд плотно закрыт и в нём находится 0,08 молей газа

A24 Идеальный одноатомный газ, находящийся при температуре T , нагрели до температуры $2T$, сообщив ему количество теплоты 10 Дж. В результате газ совершил работу 4 Дж. Какое количество теплоты получит газ, если его после этого изохорически нагреть до температуры $4T$?

- 1) 3 Дж 2) 4 Дж 3) 10 Дж 4) 12 Дж

A25 Идеальный электромагнитный колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью 25 мкФ и катушки индуктивности. В начальный момент времени конденсатор заряжен до напряжения 6 В. В некоторый момент времени энергия магнитного поля катушки равна 0,4 мДж. В этот момент времени напряжение на конденсаторе равно

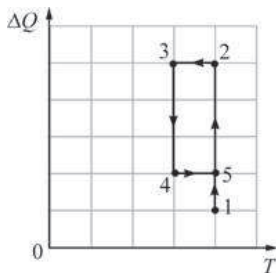
- 1) $\approx 0,028$ В 2) 2 В 3) 4 В 4) ≈ 36 В

Полное решение задач C1–C6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1, C2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

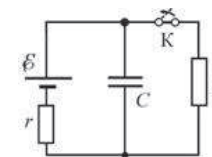
- C1** Автомобиль приводится в движение двигателем, который соединяется с ведущими колёсами при помощи трансмиссии, обычно состоящей из сцепления, коробки передач и системы различных валов и шарниров. Сцепление позволяет отсоединять двигатель от коробки передач, что облегчает её переключение. Диск сцепления, соединённый с первичным валом коробки передач, прижимается к маховику двигателя мощными пружинами, что позволяет передавать крутящий момент в последующие элементы трансмиссии. По мере износа диска сцепления сила его прижатия к маховику уменьшается, и сцепление может начать «пробуксовывать». Один из водителей при появлении этой неисправности решил ехать на «повышенных» передачах, а другой в той же ситуации – на «пониженных». Кто из них успешно добрался до ближайшей станции техобслуживания?
Справка: на «пониженных» передачах (1,2,3, ...) двигатель работает на больших оборотах, а колёса крутятся медленно, на «повышенных» (4,5, ...) – колёса крутятся быстрее.

Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

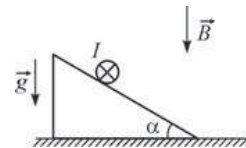
- C2** В преддверии летнего сезона пожаров двое пожарных в одной из деревень решили заполнить одинаковые ёмкости для воды, расположенные на вышках высотой H . Ёмкости – это открытые сверху кубические баки объёмом V , стоящие на вышках. Один из пожарных стал заполнять бак при помощи насоса водой из большого водоёма, находящегося на уровне земли, из брандспойта, попадая струёй воды, направленной снизу вверх, прямо в верхнюю, открытую часть бака. Другой пожарный проложил от насоса до верхней части бака трубу и подавал в неё воду с той же скоростью, что и первый пожарный. Оба пожарных затратили на подъём воды в баки одинаковое количество электроэнергии. У кого из них в баке оказалось больше воды и во сколько раз? Потерями энергии в насосах и на трение в трубах пренебречь и считать, что к концу перекачки воды баки ещё не заполнились.
- C3** На рисунке изображён процесс 1–2–3–4–5, проводимый над 1 молем идеального одноатомного газа. Вдоль оси абсцисс отложена абсолютная температура T газа, а вдоль оси ординат – количество теплоты ΔQ , полученное или отданное газом на соответствующем участке процесса. После прихода в конечную точку 5 весь процесс циклически повторяется с теми же параметрами изменения величин, отложенных на осях. Найдите КПД η этого цикла.



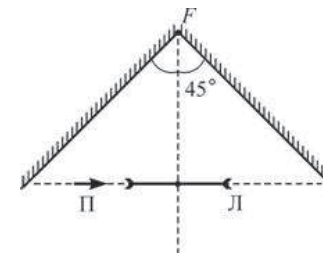
- C4** В схеме, изображённой на рисунке, после размыкания ключа K выделилось количество теплоты $\Delta Q = 0,8$ мкДж. Параметры цепи: $\mathcal{E} = 2$ В, $r = 1$ Ом, $C = 10$ мкФ. Чему было равно сопротивление резистора R ?



- C5** На шероховатой плоскости, наклонённой под углом α к горизонту, находится однородный цилиндрический проводник массой m и длиной l (см. рисунок). По проводнику пропускают ток I в направлении «от нас», за плоскость рисунка, и вся система находится в однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} , направленной вертикально вниз. При каком поле B цилиндр будет оставаться на месте, не скатываясь с плоскости и не накатываясь на неё? Ускорение свободного падения равно g .



- C6** Два плоских зеркала образуют прямой двугранный угол, перпендикулярно биссектрисе которого расположена небольшая рассеивающая линза L , а её фокус F находится в вершине угла (см. рисунок). В плоскости линзы рядом с ней находится небольшой предмет P . Постройте изображение предмета, которое получится в результате двух отражений от зеркал и последующего преломления света линзой. Каково расстояние от плоскости линзы до изображения предмета?



Инструкция по выполнению работы

Тренировочная работа № 1

по ФИЗИКЕ

18 октября 2012 года

11 класс

Вариант 3

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 235 минут. Работа состоит из 3 частей, включающих в себя 35 заданий.

Часть 1 содержит 21 задание (A1–A21). К каждому заданию даётся четыре варианта ответа, из которых только один правильный.

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), на которые надо дать краткий ответ в виде последовательности цифр.

Часть 3 содержит 10 задач: A22–A25 с выбором одного верного ответа и C1–C6, для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек

При выполнении заданий Вы можете пользоваться черновиком. Обращаем Ваше внимание на то, что записи в черновике не будут учитываться при оценивании работы

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удаётся выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у Вас останется время, Вы сможете вернуться к пропущенным заданиям

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Район.

Город (населённый пункт)

Школа.

Класс.

Фамилия

Имя.

Отчество

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санти	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношения между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а. е. м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Массы частиц

электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а. е. м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а. е. м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а. е. м.}$

Плотность

воды	1000 кг/м^3	подсолнечного масла	900 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
		ртути	13600 кг/м^3

Удельная теплоёмкость

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	алюминия	$900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	меди	$380 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
железа	$640 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	чугуна	$500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
свинца	$130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		

Удельная теплота

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

Нормальные условия: давление – 10^5 Па , температура – 0°С

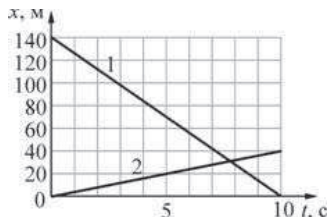
Молярная масса

азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воды	$18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (A1–A21) поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

A1 На рисунке изображён график зависимости координаты x движущихся тел 1 и 2 от времени t .



Относительно тела 2 модуль скорости тела 1 равен

- 1) 9 м/с 2) 10 м/с 3) 14 м/с 4) 18 м/с

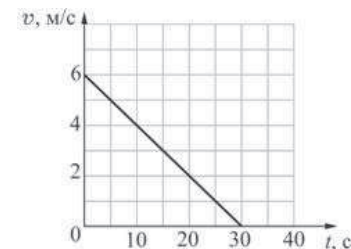
A2 Тело движется вдоль оси Ox . Проекция на эту ось равнодействующей всех сил, приложенных к телу, равна 3 Н. В таблице приведена зависимость проекции скорости v_x этого тела от времени t .

t, c	2	4	6	8	10
$v_x, m/c$	3	6	9	12	15

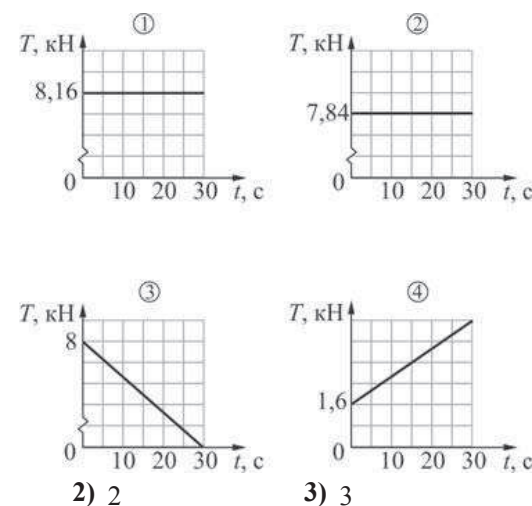
Чему равна масса тела?

- 1) 4,5 кг 2) 2 кг 3) 3 кг 4) 0,25 кг

A3 Лифт массой 800 кг, закреплённый на тросе, поднимается вертикально вверх. На рисунке изображён график зависимости модуля скорости v лифта от времени t .



На каких из приведённых ниже рисунков правильно изображена зависимость модуля силы натяжения T троса от времени?



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

A4 Два тела движутся по одной прямой. Модуль импульса первого тела равен 12 кг·м/с, а модуль импульса второго тела равен 5 кг·м/с. В некоторый момент времени эти тела упруго соударяются и затем продолжают двигаться по отдельности. После столкновения модуль импульса системы этих тел может быть равен

- 1) только 7 кг·м/с
 2) только 17 кг·м/с
 3) либо 7 кг·м/с, либо 17 кг·м/с
 4) любой величине, лежащей в интервале от 7 кг·м/с до 17 кг·м/с

A5 Покоящееся точечное тело начинают разгонять с постоянным ускорением вдоль гладкой горизонтальной плоскости, прикладывая к нему силу \vec{F} .

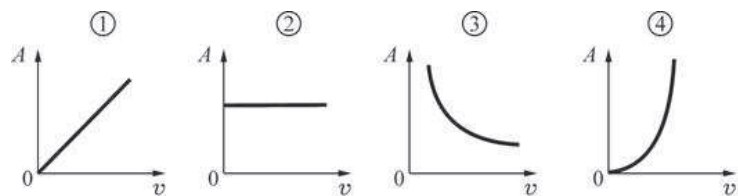
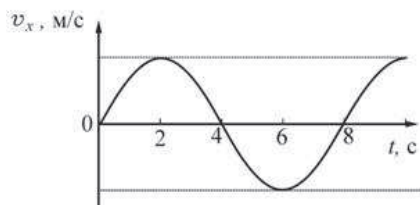


График зависимости работы A , совершённой силой \vec{F} , от модуля скорости v этого тела правильно показан на рисунке

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

A6 Груз колеблется на пружине, двигаясь вдоль оси Ox . На рисунке показан график зависимости проекции скорости v_x груза на эту ось от времени t . За первые 6 с движения груза модуль его перемещения составил 0,5 м. Чему равна амплитуда колебаний груза?



- 1) 0,25 м 2) 0,5 м 3) 1 м 4) 1,5 м

A7 Какое из приведённых ниже утверждений является правильным? Для описания процессов, происходящих в разреженном газе, состоящем из молекул

- А. гелия He
Б. азота N₂,

достаточно учитывать только их поступательное движение.

- 1) только А
2) только Б
3) и А, и Б
4) ни А, ни Б

A8 Два газа одинаковой массы занимают одинаковые объёмы при одинаковом давлении. Температура первого газа больше, чем второго. У какого газа больше масса молекулы?

- 1) у первого
2) у второго
3) массы молекул у обоих газов одинаковые
4) установить, как соотносятся массы молекул газов, невозможно

A9 В сосуде, закрытом подвижным поршнем, находятся в равновесии вода и водяной пар. Объём сосуда очень медленно уменьшают, опуская поршень из положения 1 в положение 2.

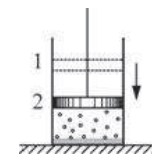
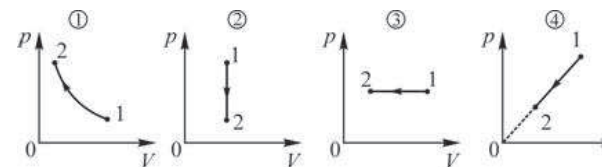
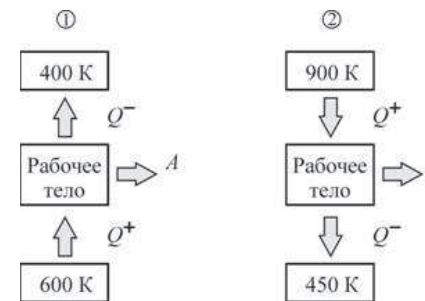


График зависимости давления в сосуде от объёма правильно показан на рисунке



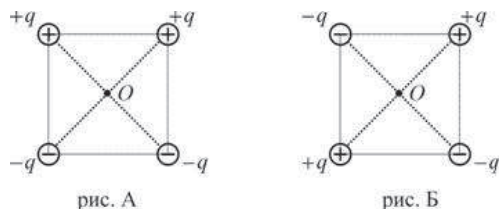
- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

A10 На рисунке схематически показано направление передачи теплоты при работе двух идеальных тепловых машин. У какой из них КПД меньше?



- 1) у первой
2) у второй
3) у обеих машин КПД одинаков
4) однозначно ответить нельзя

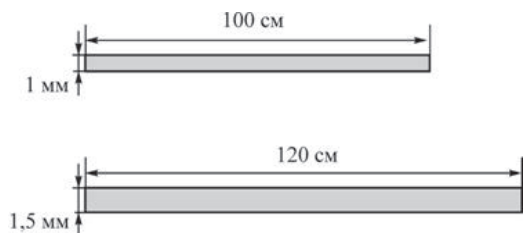
A11 Четыре равных по модулю электрических заряда расположены в вершинах квадрата (см. рисунок).



Напряжённость электростатического поля, созданного этими зарядами в точке O ,

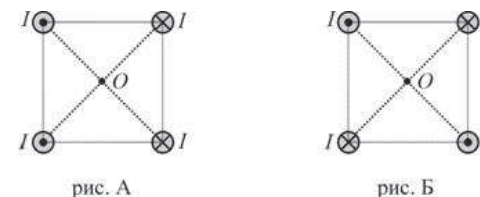
- 1) равна нулю только в случае, изображённом на рис. А
- 2) равна нулю только в случае, изображённом на рис. Б
- 3) равна нулю в случаях, изображённых на обоих рисунках
- 4) не равна нулю ни в одном из случаев, изображённых на рисунках

A12 Два куска круглой медной проволоки, показанные на рисунке, подсоединены параллельно к одной и той же батарейке. Через какую из проволок потечёт больший ток?



- 1) через первую
- 2) через вторую
- 3) через обе проволоки потечёт одинаковый ток
- 4) однозначно сказать нельзя, так как ответ зависит от ЭДС батарейки

A13 Четыре прямолинейных параллельных друг другу тонких проводника с одинаковым током I проходят через вершины квадрата. Сначала их располагают так, как показано на рис. А, а затем – так, как показано на рис. Б (на рисунках показан вид со стороны плоскости квадрата).



Индукция магнитного поля, созданного этими проводниками в центре квадрата O ,

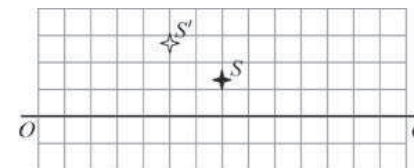
- 1) равна нулю только в случае, изображённом на рис. А
- 2) равна нулю только в случае, изображённом на рис. Б
- 3) равна нулю в случаях, изображённых на обоих рисунках
- 4) не равна нулю ни в одном из случаев, изображённых на рисунках

A14 При проведении опытов по изучению электромагнитной индукции измеряют изменение магнитного $\Delta\Phi$ потока, пронизывающего замкнутый проволочный контур, и заряд Δq , протекший в результате этого по контуру. Ниже приведена таблица, полученная в результате этих опытов. Чему равно сопротивление контура?

$\Delta\Phi$, Вб	0,04	0,08	0,12	0,16
Δq , мКл	2	4	6	8

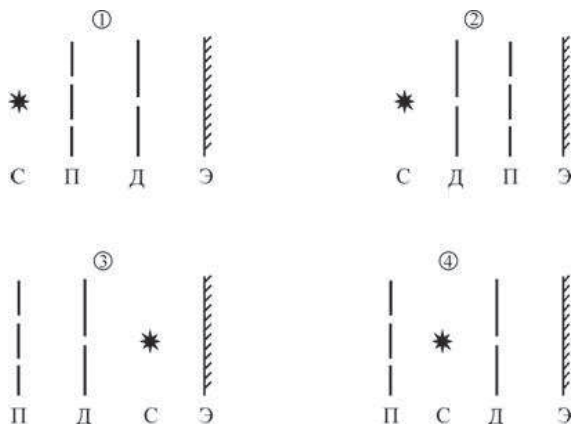
- 1) 20 мОм
- 2) 20 Ом
- 3) 50 Ом
- 4) 5 Ом

A15 На рисунке изображены главная оптическая ось линзы OO' , предмет S и его изображение S' . Изображение S' получено с помощью



- 1) тонкой собирающей линзы, которая находится между предметом и его изображением
- 2) тонкой рассеивающей линзы, которая находится левее изображения
- 3) тонкой собирающей линзы, которая находится правее предмета
- 4) тонкой рассеивающей линзы, которая находится между предметом и его изображением

A16 На каком рисунке правильно показано взаимное расположение диафрагмы Д, перегородки с двумя отверстиями П и экрана Э, при котором можно наблюдать интерференцию света от точечного источника С?



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

A17 Энергия фотона, падающего на поверхность металлической пластинки, в 5 раз больше работы выхода электрона с поверхности этого металла. Отношение максимальной кинетической энергии фотозлектрона к работе выхода равно

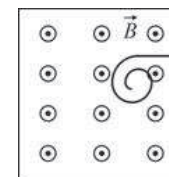
- 1) 5 2) 25 3) 4 4) 0,8

A18 На рисунке схематически изображена фотография спектральных линий атомов некоторого химического элемента в ультрафиолетовой части спектра. Из этого рисунка следует, что



- 1) атом данного химического элемента имеет пять электронов
- 2) электроны в атоме этого химического элемента могут находиться только на пяти энергетических уровнях
- 3) только при пяти переходах электронов с одного энергетического уровня на другой атом этого химического элемента испускает фотон с длиной волны, лежащей в ультрафиолетовой области спектра
- 4) в атоме этого химического элемента возможны переходы электронов только между пятью энергетическими уровнями

A19 На рисунке схематически изображён трек частицы в камере Вильсона, помещённой во внешнее магнитное поле \vec{B} . Данный трек может принадлежать

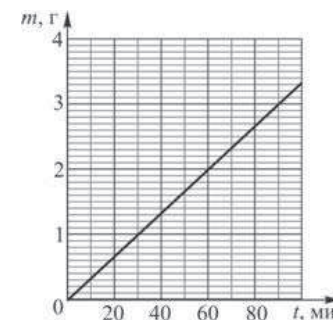


- 1) электрону 2) α -частице 3) нейтрону 4) позитрону

A20 В своих экспериментах с крутильными весами французский физик Шарль Кулон подвешивал на коромысле крутильных весов небольшие лёгкие заряженные бусинки, после чего располагал на различных расстояниях от них небольшие заряженные шарики и измерял углы закручивания нити, на которой висело коромысло. В результате этого опыта Ш. Кулон

- 1) установил, что модуль силы взаимодействия двух точечных зарядов прямо пропорционален произведению модулей зарядов и обратно пропорционален квадрату расстояния между ними
- 2) измерил значение коэффициента пропорциональности в законе, позже названном его именем
- 3) измерил гравитационную постоянную
- 4) установил, что в природе существуют электрические заряды двух типов, условно делящиеся на «положительные» и «отрицательные»

A21 В электролитической ванне происходит покрытие пластинки слоем некоторого вещества. Используя приведённый график зависимости массы m выделяющегося вещества от времени t , определите скорость возрастания массы пластинки.



- 1) 1 г/м 2) 2 г/час 3) 3 г/час 4) 2 г/мин

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1–В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без запятых, пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1 Маленький шарик, подвешенный на лёгкой нерастяжимой нити, совершает колебания. Когда шарик проходит положение равновесия, с помощью специального зажима, расположенного в точке *A*, изменяют положение точки подвеса. Как при этом изменяются следующие физические величины: частота колебаний шарика, полная механическая энергия шарика, модуль силы натяжения нити в точке *A*?



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.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) частота колебаний шарика
- Б) полная механическая энергия шарика
- В) модуль силы натяжения нити в точке *A*

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

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

Ответ:

А	Б	В

В2

Реостат с максимальным сопротивлением R подсоединён к клеммам батарейки с внутренним сопротивлением $\frac{3R}{2}$. Перемещая движок реостата, его сопротивление увеличивают от некоторого начального значения до R . Как после этого изменятся следующие физические величины: сила тока в электрической цепи, выделяющаяся в реостате мощность, КПД электрической цепи?

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.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) сила тока в электрической цепи
- Б) выделяющаяся в реостате мощность
- В) КПД электрической цепи

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

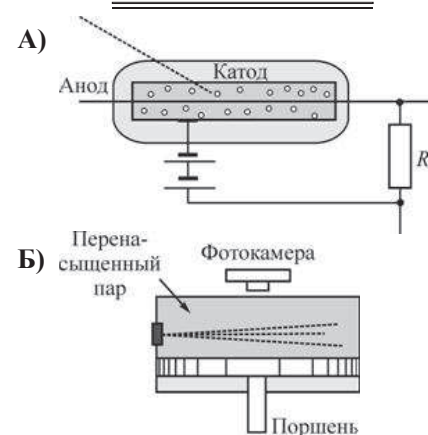
Ответ:

А	Б	В

В3

Установите соответствие между схемами проведения экспериментов по исследованию элементарных частиц и названиями экспериментальных методов. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

СХЕМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ



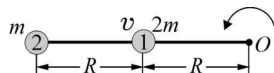
НАЗВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ

- 1) метод сцинтилляций
- 2) камера Вильсона
- 3) счётчик Гейгера
- 4) пузырьковая камера

Ответ:

А	Б

В4 На рисунке изображены шарики 1 и 2 массами $2m$ и m , прикрепленные к жесткому стержню. Стержень равномерно вращается вокруг оси O , проходящей через один из его концов перпендикулярно плоскости рисунка. Шарик 1 расположен на расстоянии R от оси, а шарик 2 – на расстоянии $2R$ от оси. Модуль скорости шарика 1 равен v . 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) модуль ускорения шарика 2
- Б) кинетическая энергия шарика 2

ЕЁ ЗНАЧЕНИЕ

- 1.) $\frac{v^2}{R}$
- 2.) $\frac{2v^2}{R}$
- 3.) mv^2
- 4.) $2mv^2$

Ответ:

А	Б

Часть 3

Задания части 3 представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий А22–А25 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

А22 Три одинаковых бруска массой 1 кг каждый, связанные невесомыми нерастяжимыми нитями, движутся по гладкому горизонтальному столу под действием горизонтальной силы $F = 6\text{ Н}$, приложенной к первому бруску. Сила натяжения нити, связывающей первый и второй бруски, равна по модулю



- 1) 6 Н
- 2) 2 Н
- 3) 4 Н
- 4) 1 Н

А23 Идеальный газ, находящийся в сосуде, переводят из состояния 1 в состояние 2. В таблице указаны значения давления p , объема V и температуры T газа в этих состояниях.

Параметры газа	Состояние 1	Состояние 2
p , атм.	2	1,5
V , л	1	2
T , °С	27	177

Из таблицы следует, что

- 1.) из сосуда имеется утечка газа
- 2.) в сосуд добавляли газ
- 3) сосуд плотно закрыт и в нём находится $0,8 \cdot 10^{-3}$ молей газа
- 4.) сосуд плотно закрыт и в нём находится 0,08 молей газа

А24 Идеальный одноатомный газ, находящийся при температуре T , нагрели до температуры $2T$, сообщив ему количество теплоты 10 Дж. В результате газ совершил работу 4 Дж. Какое количество теплоты получит газ, если его после этого изохорически нагреть до температуры $4T$?

- 1) 3 Дж
- 2) 4 Дж
- 3) 10 Дж
- 4.) 12 Дж

А25 Идеальный электромагнитный колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 20 мкФ и катушки индуктивности. В начальный момент времени конденсатор заряжен до напряжения 4 В. В момент времени, когда напряжение на конденсаторе станет равным 2 В, энергия магнитного поля катушки будет равна

- 1.) 0,12 мДж
- 2) 120 Дж
- 3.) 20 Дж
- 4) 40 мкДж

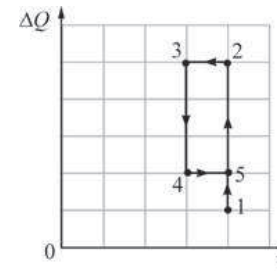
Полное решение задач C1–C6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1, C2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- C1** Автомобиль приводится в движение двигателем, который соединяется с ведущими колёсами при помощи трансмиссии, обычно состоящей из сцепления, коробки передач и системы различных валов и шарниров. Сцепление позволяет отсоединять двигатель от коробки передач, что облегчает её переключение. Диск сцепления, соединённый с первичным валом коробки передач, прижимается к маховику двигателя мощными пружинами, что позволяет передавать крутящий момент в последующие элементы трансмиссии. По мере износа диска сцепления сила его прижатия к маховику уменьшается, и сцепление может начать «пробуксовывать». Один из водителей при появлении этой неисправности решил ехать на «повышенных» передачах, а другой в той же ситуации – на «пониженных». Кто из них успешно добрался до ближайшей станции техобслуживания?
Справка: на «пониженных» передачах (1,2,3, ...) двигатель работает на больших оборотах, а колёса крутятся медленно, на «повышенных» (4,5, ...) – колёса крутятся быстрее.

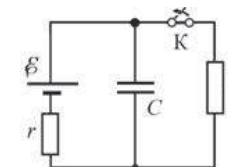
Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

- C2** В преддверии летнего сезона пожаров двое пожарных в одной из деревень решили заполнить одинаковые ёмкости для воды, расположенные на вышках высотой H . Ёмкости – это открытые сверху кубические баки объёмом V , стоящие на вышках. Один из пожарных стал заполнять бак при помощи насоса водой из большого водоёма, находящегося на уровне земли, из брандспойта, попадая струёй воды, направленной снизу вверх, прямо в верхнюю, открытую часть бака. Другой пожарный проложил от насоса до верхней части бака трубу и подавал в неё воду с той же скоростью, что и первый пожарный. Оба заполнили баки за одинаковое время. Как и во сколько раз отличаются минимальные затраты энергии на заполнение баков в первом и во втором случаях? Потерями энергии в насосах и из-за трения в трубах и о воздух пренебречь.

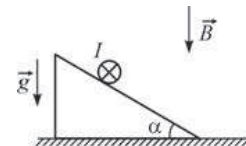
- C3** На рисунке изображён процесс 1–2–3–4–5, проводимый над 1 молем идеального одноатомного газа. Вдоль оси абсцисс отложена абсолютная температура T газа, а вдоль оси ординат – количество теплоты ΔQ , полученное или отданное газом на соответствующем участке процесса. После прихода в конечную точку 5 весь процесс циклически повторяется с теми же параметрами изменения величин, отложенных на осях. Найдите КПД η этого цикла.



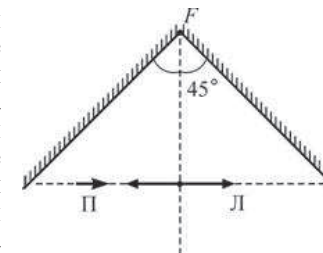
- C4** Какое количество теплоты выделится в схеме, изображённой на рисунке, после размыкания ключа К? Параметры цепи: $\mathcal{E} = 2$ В, $r = 1$ Ом, $C = 10$ мкФ, $R = 4$ Ом.



- C5** На шероховатой плоскости, наклонённой под углом α к горизонту, находится однородный цилиндрический проводник массой m и длиной l (см. рисунок). По проводнику пропускают ток I в направлении «от нас», за плоскость рисунка, и вся система находится в однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} , направленной вертикально вниз. При каком поле B цилиндр будет оставаться на месте, не скатываясь с плоскости и не накатываясь на неё? Ускорение свободного падения равно g .



- C6** Два плоских зеркала образуют прямой двугранный угол, перпендикулярно биссектрисе которого расположена небольшая собирающая линза Л, а её фокус F находится в вершине угла (см. рисунок). В плоскости линзы рядом с ней находится небольшой предмет П. Постройте изображение предмета, которое получится в результате двух отражений от зеркал и последующего преломления света линзой. На каком расстоянии от предмета будет находиться его изображение?



Инструкция по выполнению работы

Тренировочная работа № 1

по ФИЗИКЕ

18 октября 2012 года

11 класс

Вариант 4

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 235 минут. Работа состоит из 3 частей, включающих в себя 35 заданий.

Часть 1 содержит 21 задание (A1–A21). К каждому заданию даётся четыре варианта ответа, из которых только один правильный.

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), на которые надо дать краткий ответ в виде последовательности цифр.

Часть 3 содержит 10 задач: A22–A25 с выбором одного верного ответа и C1–C6, для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек

При выполнении заданий Вы можете пользоваться черновиком. Обращаем Ваше внимание на то, что записи в черновике не будут учитываться при оценивании работы

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удаётся выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у Вас останется время, Вы сможете вернуться к пропущенным заданиям

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Район.

Город (населённый пункт)

Школа.

Класс.

Фамилия

Имя.

Отчество

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санти	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношения между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а. е. м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Массы частиц

электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а. е. м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а. е. м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а. е. м.}$

Плотность

воды	1000 кг/м^3	подсолнечного масла	900 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
		ртути	13600 кг/м^3

Удельная теплоёмкость

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	алюминия	$900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	меди	$380 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
железа	$640 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	чугуна	$500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
свинца	$130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		

Удельная теплота

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

Нормальные условия: давление – 10^5 Па , температура – 0°С

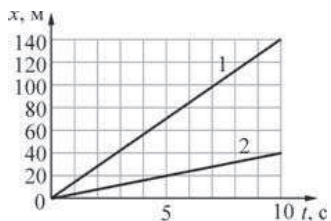
Молярная масса

азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воды	$18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (A1–A21) поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

A1 На рисунке изображён график зависимости координаты x движущихся тел 1 и 2 от времени t .



Относительно тела 1 модуль скорости тела 2 равен

- 1) 4 м/с 2) 9 м/с 3) 10 м/с 4) 18 м/с

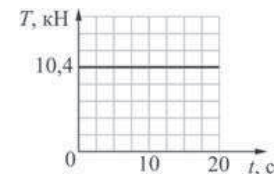
A2 Тело массой 6 кг движется вдоль оси Ox . В таблице приведена зависимость проекции скорости v_x этого тела от времени t .

t, c	1	1,5	2	2,5	3
$v_x, м/с$	2	3	4	5	6

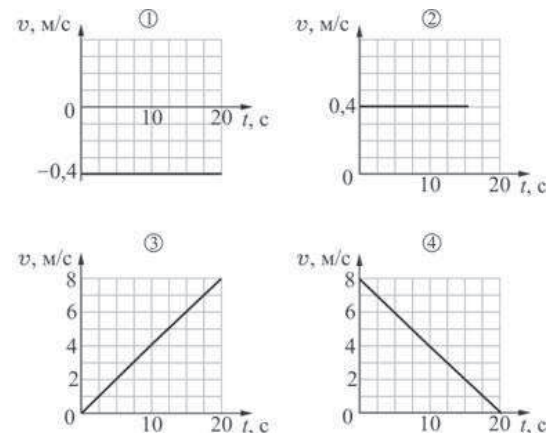
Чему равна проекция на ось Ox равнодействующей всех сил, приложенных к телу?

- 1) 12 Н 2) 8 Н 3) 6 Н 4) 3 Н

A3 Лифт массой 1000 кг, закреплённый на тросе, поднимается вертикально вверх. На рисунке изображён график зависимости модуля силы натяжения T троса от времени t .



На каких из приведённых ниже рисунков правильно изображена зависимость модуля скорости v лифта от времени?



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

A4 Два тела движутся по одной прямой. Модуль импульса первого тела равен 10 кг·м/с, а модуль импульса второго тела равен 4 кг·м/с. В некоторый момент времени эти тела сталкиваются и слипаются. После столкновения модуль импульса получившегося составного тела может быть равен

- 1) только 14 кг·м/с
 2) только 6 кг·м/с
 3) либо 6 кг·м/с, либо 14 кг·м/с
 4) любой величине, лежащей в интервале от 6 кг·м/с до 14 кг·м/с

A5 Покоящееся точечное тело начинают разгонять с постоянным ускорением вдоль гладкой горизонтальной плоскости, прикладывая к нему силу \vec{F} .

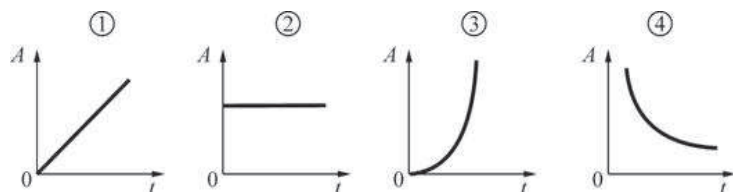
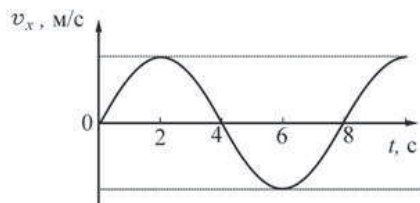


График зависимости работы A , совершённой силой \vec{F} , от времени t правильно показан на рисунке

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

A6 Груз колеблется на пружине, двигаясь вдоль оси Ox . На рисунке показан график зависимости проекции скорости v_x груза на эту ось от времени t . За первые 6 с движения груз прошёл путь 1,5 м. Чему равна амплитуда колебаний груза?



- 1) 0,5 м 2) 0,75 м 3) 1 м 4) 1,5 м

A7 Какое из приведённых ниже утверждений является правильным? Для описания процессов, происходящих в разреженном газе, состоящем из молекул

- А. водорода H_2
Б. азота N_2 ,

недостаточно учитывать только их поступательное движение, а нужно учитывать ещё и возможность вращения молекул и совершения атомами колебательного движения.

- 1) только А 2) только Б
3) и А, и Б 4) ни А, ни Б

A8 Два газа одинаковой массы занимают одинаковые объёмы при одинаковой температуре. Давление первого газа больше, чем второго. У какого газа меньше масса молекулы?

- 1) у первого
2) у второго
3) массы молекул у обоих газов одинаковые
4) Установить как соотносятся массы молекул газов, невозможно

A9 В сосуде, закрытом подвижным поршнем, находятся в равновесии вода и водяной пар. Объём сосуда очень медленно увеличивают, поднимая поршень из положения 1 в положение 2 так, что на дне всё время остаётся вода.

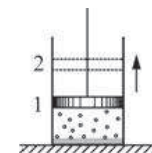
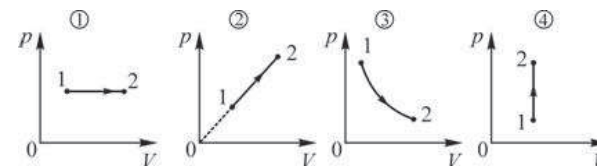
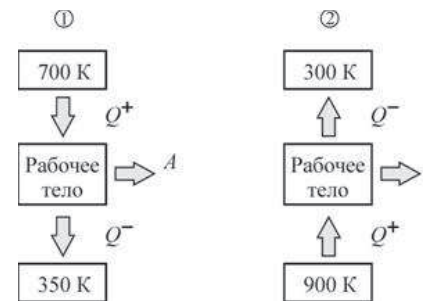


График зависимости давления в сосуде от объёма правильно показан на рисунке



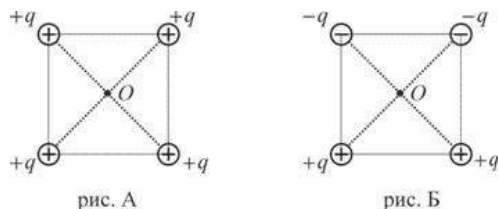
- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

A10 На рисунке схематически показано направление передачи теплоты при работе двух идеальных тепловых машин. У какой из них КПД больше?



- 1) у первой 2) у второй
3) у обеих машин КПД одинаков 4) однозначно ответить нельзя

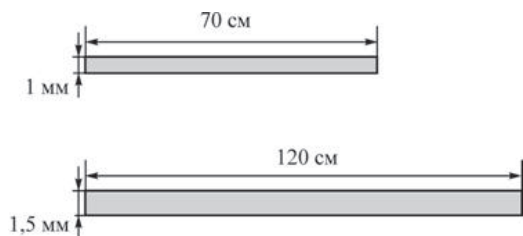
A11 Четыре равных по модулю электрических заряда расположены в вершинах квадрата (см. рисунок).



Напряжённость электростатического поля, созданного этими зарядами в точке O ,

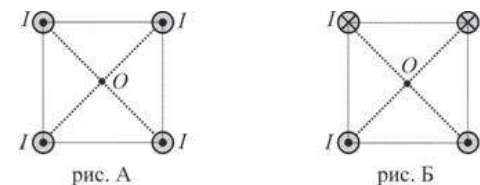
- 1) равна нулю только в случае, изображённом на рис. А
- 2) равна нулю только в случае, изображённом на рис. Б
- 3) равна нулю в случаях, изображённых на обоих рисунках
- 4) не равна нулю ни в одном из случаев, изображённых на рисунках

A12 Два куска круглой медной проволоки, показанные на рисунке, подсоединены параллельно к одной и той же батарее. Через какую из проволок потечёт меньший ток?



- 1) через первую
- 2) через вторую
- 3) через обе проволоки потечёт одинаковый ток
- 4) однозначно сказать нельзя, так как ответ зависит от ЭДС батарейки

A13 Четыре прямолинейных параллельных друг другу тонких проводника с одинаковым током I проходят через вершины квадрата. Сначала их располагают так, как показано на рис. А, а затем – так, как показано на рис. Б (на рисунках показан вид со стороны плоскости квадрата).



Индукция магнитного поля, созданного этими проводниками в центре квадрата O ,

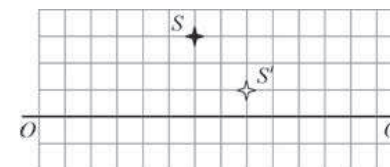
- 1) равна нулю только в случае, изображённом на рис. А
- 2) равна нулю только в случае, изображённом на рис. Б
- 3) равна нулю в случаях, изображённых на обоих рисунках
- 4) не равна нулю ни в одном из случаев, изображённых на рисунках

A14 При проведении опытов по изучению электромагнитной индукции измеряют изменение магнитного потока $\Delta\Phi$, пронизывающего замкнутый проволочный контур, и заряд Δq , протекший в результате этого по контуру. Ниже приведена таблица, полученная в результате этих опытов. Чему равно сопротивление контура?

$\Delta\Phi$, Вб	0,01	0,02	0,03	0,04
Δq , мКл	5	10	15	20

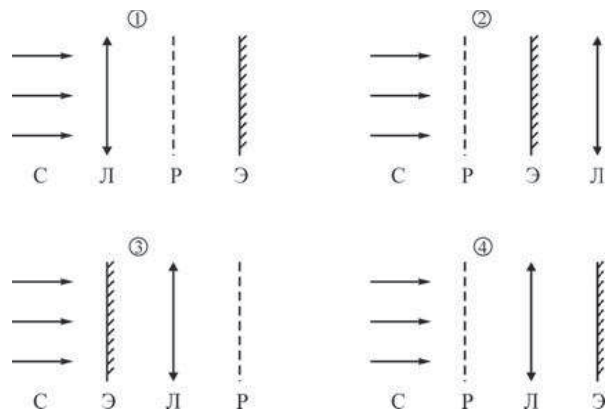
- 1) 2 мОм
- 2) 500 Ом
- 3) 2 Ом
- 4) 0,5 Ом

A15 На рисунке изображены главная оптическая ось линзы OO' , предмет S и его изображение S' . Изображение S' получено с помощью



- 1) тонкой собирающей линзы, которая находится между предметом и его изображением
- 2) тонкой собирающей линзы, которая находится левее изображения
- 3) тонкой рассеивающей линзы, которая находится между предметом и его изображением
- 4) тонкой рассеивающей линзы, которая находится правее изображения

A16 На каком рисунке правильно показано взаимное расположение дифракционной решётки Р, линзы Л и экрана Э, при котором можно наблюдать дифракцию параллельного пучка света С?



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

A17 Энергия фотона, падающего на поверхность металлической пластинки, в 5 раз больше работы выхода электрона с поверхности этого металла. Отношение максимальной кинетической энергии фотоэлектрона к энергии падающего фотона равно

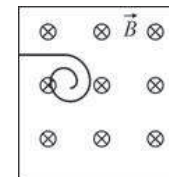
- 1) 5 2) 25 3) 4 4) 0,8

A18 На рисунке схематически изображена фотография спектральных линий атомов некоторого химического элемента в ультрафиолетовой части спектра. Из этого рисунка следует, что



- 1) атом данного химического элемента имеет шесть электронов
- 2) электроны в атоме этого химического элемента могут находиться только на шести энергетических уровнях
- 3) электроны в атоме этого химического элемента могут находиться только на четырёх энергетических уровнях
- 4) только при шести переходах электронов с одного энергетического уровня на другой атом этого химического элемента испускает фотон с длиной волны, лежащей в ультрафиолетовой области спектра

A19 На рисунке схематически изображён трек частицы в камере Вильсона, помещённой во внешнее магнитное поле \vec{B} . Данный трек может принадлежать

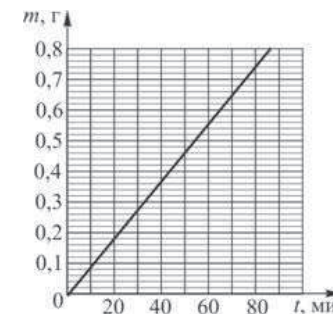


- 1) позитрону 2) α -частице 3) нейтрону 4) электрону

A20 В своём известном опыте британский физик Генри Кавендиш подвешивал на коромысле крутильных весов небольшие тяжёлые шарики, после чего располагал на различных расстояниях от них большие свинцовые шары и измерял углы закручивания нити, на которой висело коромысло. В результате этого опыта Г. Кавендиш измерил значение

- 1) плотности свинца
- 2) коэффициента пропорциональности в законе Кулона
- 3) гравитационной постоянной
- 4) ускорения свободного падения на Земле

A21 В электролитической ванне происходит покрытие пластинки слоем некоторого вещества. Используя приведённый график зависимости массы m выделяющегося вещества от времени t , определите скорость возрастания массы пластинки.



- 1) 0,5 г/час 2) 9,2 г/час 3) 9,2 мг/мин 4) 110 г/мин

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1–В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без запятых, пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1 Маленький шарик, подвешенный на лёгкой нерастяжимой нити, совершает колебания. Когда шарик проходит положение равновесия, с помощью специального зажима, расположенного в точке *A*, изменяют положение точки подвеса. Как при этом изменяются следующие физические величины: период колебаний шарика, амплитуда колебаний шарика, модуль силы натяжения нити в точке *O*?



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.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- А) период колебаний шарика
- Б) максимальный угол отклонения шарика от положения равновесия
- В) модуль силы натяжения нити в точке *O*

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

Ответ:

А	Б	В

В2 Реостат с максимальным сопротивлением $2R$ подсоединён к клеммам батарейки с внутренним сопротивлением $\frac{2R}{3}$. Перемещая движок реостата,

его сопротивление уменьшают от некоторого начального значения до R . Как после этого изменятся следующие физические величины: сила тока в электрической цепи, выделяющаяся в реостате мощность, КПД электрической цепи?

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.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- А) сила тока в электрической цепи
 - Б) выделяющаяся в реостате мощность
 - В) КПД электрической цепи
- 1) увеличится
 - 2) уменьшится
 - 3) не изменится

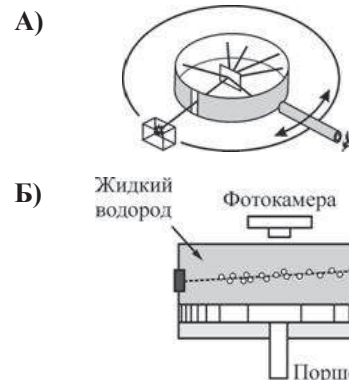
Ответ:

А	Б	В

В3 Установите соответствие между схемами проведения экспериментов по исследованию элементарных частиц и названиями экспериментальных методов. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

СХЕМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

НАЗВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ

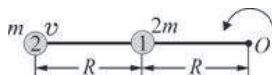


- 1) метод сцинтилляций
- 2) камера Вильсона
- 3) счётчик Гейгера
- 4) пузырьковая камера

Ответ:

А	Б

В4 На рисунке изображены шарики 1 и 2 массами $2m$ и m , прикреплённые к жёсткому стержню. Стержень равномерно вращается вокруг оси O , проходящей через один из его концов перпендикулярно плоскости рисунка. Шарик 1 расположен на расстоянии R от оси, а шарик 2 – на расстоянии $2R$ от оси. Модуль скорости шарика 2 равен v . 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 **ЕЁ ЗНАЧЕНИЕ**

- | | |
|----------------------------------|---------------------|
| А) модуль ускорения шарика 1 | 1) $\frac{mv^2}{2}$ |
| Б) кинетическая энергия шарика 1 | 2) $\frac{v^2}{2R}$ |
| | 3) $\frac{mv^2}{4}$ |
| | 4) $\frac{v^2}{4R}$ |

Ответ:

А	Б

Часть 3

Задания части 3 представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий А22–А25 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

А22 Три одинаковых бруска массой 1 кг каждый, связанные невесомыми нерастяжимыми нитями, движутся по гладкому горизонтальному столу под действием горизонтальной силы $F = 6$ Н, приложенной к первому бруску. Сила натяжения нити, связывающей первый и второй бруски, равна по модулю



- 1) 6 Н 2) 2 Н 3) 4 Н 4) 1 Н

А23 Идеальный газ, находящийся в сосуде, переводят из состояния 1 в состояние 2. В таблице указаны значения давления p , объёма V и температуры T газа в этих состояниях.

Параметры газа	Состояние 1	Состояние 2
p , атм.	2	1,5
V , л	1	0,5
T , °С	27	177

Из таблицы следует, что

- 1) из сосуда имеется утечка газа
- 2) в сосуд добавляли газ
- 3) сосуд плотно закрыт и в нём находится 0,02 моля газа
- 4) сосуд плотно закрыт и в нём находится 0,08 молей газа

А24 Идеальный одноатомный газ, находящийся при температуре T , нагрели до температуры $2T$, сообщив ему количество теплоты 10 Дж. В результате газ совершил работу 5 Дж. Какое количество теплоты отдаст газ, если его после этого изохорически охладить до температуры $\frac{3T}{2}$?

- 1) 5 Дж 2) 2,5 Дж 3) 10 Дж 4) 15 Дж

А25 Идеальный электромагнитный колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью 25 мкФ и катушки индуктивности. В начальный момент времени конденсатор заряжен до напряжения 6 В. В некоторый момент времени энергия магнитного поля катушки равна 0,4 мДж. В этот момент времени напряжение на конденсаторе равно

- 1) $\approx 0,028$ В 2) 2 В 3) 4 В 4) ≈ 36 В

Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

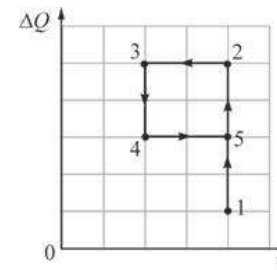
С1 Автомобиль приводится в движение двигателем, который соединяется с ведущими колёсами при помощи трансмиссии, обычно состоящей из сцепления, коробки передач и системы различных валов и шарниров. Сцепление позволяет отсоединять двигатель от коробки передач, что облегчает её переключение. Диск сцепления, соединённый с первичным валом коробки передач, прижимается к маховику двигателя мощными пружинами, что позволяет передавать крутящий момент в последующие элементы трансмиссии. По мере износа диска сцепления сила его прижатия к маховику уменьшается, и сцепление может начать «пробуксовывать». На каких передачах – «пониженных» или «повышенных» – следует двигаться в этом случае, чтобы добраться до ближайшей станции техобслуживания?

Справка: при движении автомобиля с определённой скоростью на «пониженных» передачах (1, 2, 3 ...) двигатель работает на больших оборотах, а на «повышенных» (4, 5, ...) – на меньших оборотах при той же скорости движения.

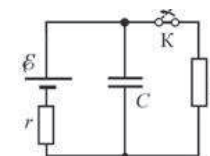
Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

С2 В преддверии летнего сезона пожаров двое пожарных в одной из деревень решили заполнить одинаковые ёмкости для воды, расположенные на вышках высотой H . Ёмкости – это открытые сверху кубические баки объёмом V , стоящие на вышках. Один из пожарных стал заполнять бак при помощи насоса водой из большого водоёма, находящегося на уровне земли, из брандспойта, попадая струёй воды, направленной снизу вверх, прямо в верхнюю, открытую часть бака. Другой пожарный проложил от насоса до верхней части бака трубу и подавал в неё воду с той же скоростью, что и первый пожарный. Оба пожарных затратили на подъём воды в баки одинаковое количество электроэнергии. У кого из них в баке оказалось больше воды и во сколько раз? Потерями энергии в насосах и на трение в трубах пренебречь и считать, что к концу перекачки воды баки ещё не заполнились.

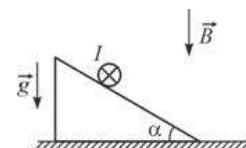
С3 На рисунке изображён процесс 1–2–3–4–5, проводимый над 1 молем идеального одноатомного газа. Вдоль оси абсцисс отложена абсолютная температура T газа, а вдоль оси ординат – количество теплоты ΔQ , полученное или отданное газом на соответствующем участке процесса. После прихода в конечную точку 5 весь процесс циклически повторяется с теми же параметрами изменения величин, отложенных на осях. Найдите КПД этого цикла.



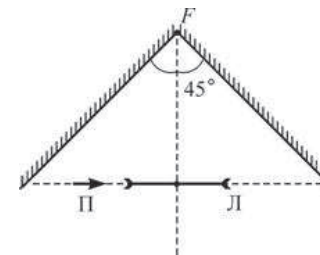
С4 В схеме, изображённой на рисунке, после размыкания ключа K выделилось количество теплоты $\Delta Q = 0,8$ мкДж. Параметры цепи: $\mathcal{E} = 2$ В, $r = 1$ Ом, $C = 10$ мкФ. Чему было равно сопротивление резистора R ?



С5 На шероховатой плоскости, наклонённой под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту, находится однородный цилиндрический проводник массой $m = 100$ г и длиной $l = 57,7$ см (см. рисунок). По проводнику пропускают ток в направлении «от нас», за плоскость рисунка, и вся система находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 1$ Тл, направленной вертикально вниз. При какой силе тока I цилиндр будет оставаться на месте, не скатываясь с плоскости и не накатываясь на неё?



С6 Два плоских зеркала образуют прямой двугранный угол, перпендикулярно биссектрисе которого расположена небольшая рассеивающая линза L , а её фокус F находится в вершине угла (см. рисунок). В плоскости линзы рядом с ней находится небольшой предмет Π . Постройте изображение предмета, которое получится в результате двух отражений от зеркал и последующего преломления света линзой. Каково расстояние от плоскости линзы до изображения предмета?



Вариант 1

Ответы к заданиям с выбором ответа

№ задания	Ответ
A1	4
A2	1
A3.	2
A4.	3
A5.	4
A6.	1
A7	1
A8.	1
A9.	3
A10.	2
A11.	2
A12	1
A13	2

№ задания	Ответ
A14	3
A15	3
A16.	4
A17.	3
A18	4
A19	1
A20.	3
A21	2
A22	3
A23	4
A24	2
A25	1

Ответы к заданиям с кратким ответом

№ задания	Ответ
B1	211
B2	211

№ задания	Ответ
B3	14
B4	24

Вариант 2

Ответы к заданиям с выбором ответа

№ задания	Ответ
A1	3
A2	2
A3	3
A4	3
A5	3
A6	2
A7	3
A8	1
A9	1
A10	1
A11	1
A12	2
A13	1

№ задания	Ответ
A14	2
A15	4
A16	2
A17	4
A18	3
A19	4
A20	1
A21	3
A22	2
A23	1
A24	4
A25	2

Ответы к заданиям с кратким ответом

№ задания	Ответ
B1	131
B2	112

№ задания	Ответ
B3	32
B4	43

Вариант 3

Ответы к заданиям с выбором ответа

№ задания	Ответ
A1	4
A2	2
A3	2
A4	3
A5	4
A6	2
A7	1
A8	1
A9	3
A10	1
A11	2
A12	2
A13	2

№ задания	Ответ
A14	2
A15	3
A16	2
A17	3
A18	3
A19	1
A20	1
A21	2
A22	2
A23	4
A24	4
A25	1

Ответы к заданиям с кратким ответом

№ задания	Ответ
B1	131
B2	211

№ задания	Ответ
B3	32
B4	24

Вариант 4

Ответы к заданиям с выбором ответа

№ задания	Ответ
A1	3
A2	1
A3	3
A4	3
A5	3
A6	1
A7	3
A8	1
A9	1
A10	2
A11	1
A12	1
A13	1

№ задания	Ответ
A14	3
A15	4
A16	4
A17	4
A18	4
A19	4
A20	3
A21	3
A22	3
A23	1
A24	2
A25	2

Ответы к заданиям с кратким ответом

№ задания	Ответ
B1	211
B2	112

№ задания	Ответ
B3	14
B4	43

C2 В преддверии летнего сезона пожаров двое пожарных в одной из деревень решили заполнить одинаковые ёмкости для воды, расположенные на вышках высотой H . Ёмкости – это открытые сверху кубические баки объёмом V , стоящие на вышках. Один из пожарных стал заполнять бак при помощи насоса водой из большого водоёма, находящегося на уровне земли, из брандспойта, попадая струёй воды, направленной снизу вверх, прямо в верхнюю, открытую часть бака. Другой пожарный проложил от насоса до верхней части бака трубу и подавал в неё воду с той же скоростью, что и первый пожарный. Оба заполнили баки за одинаковое время. Как и во сколько раз отличаются минимальные затраты энергии на заполнение баков в первом и во втором случаях? Потерями энергии в насосах и из-за трения в трубах и о воздух пренебречь.

Возможное решение

Поскольку потерь энергии нет, механическая энергия при подъёме струи воды наверх сохраняется. Запишем закон сохранения энергии для всего объёма поднятой воды в первом случае, когда струя воды с плотностью ρ для попадания в бак должна подняться с уровня земли на высоту, как минимум равную $H + \sqrt[3]{V}$. Для этого воде нужно сообщить механическую энергию

$$E_1 = \rho V g \left(H + \sqrt[3]{V} \right) = \frac{\rho V v^2}{2}$$

(здесь g – ускорение свободного падения, а v – скорость воды на выходе из брандспойта).

Во втором случае, пренебрегая трением и учитывая, что времена заполнения баков и скорости воды на выходе из брандспойта и на входе в трубу одинаковы, мы можем записать, с учётом первого соотношения, минимальные затраты энергии в виде:

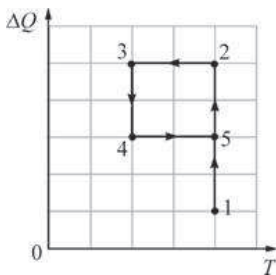
$$E_2 = \rho V g (H + \sqrt[3]{V}) + \frac{\rho V v^2}{2} = 2\rho V g (H + \sqrt[3]{V}) = 2E_1,$$

поскольку скорость течения воды наверху, на выходе из трубы, в силу практической несжимаемости воды равна скорости воды на входе в трубу. Таким образом, во втором случае минимальные затраты энергии в два раза больше.

Ответ: Во втором случае минимальные затраты энергии в два раза больше.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (<i>в данном случае – закон сохранения механической энергии для воды, связь скоростей воды внизу и наверху в двух случаях</i>); II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи</i>); III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>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 всем пунктам: II и III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют. ИЛИ При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, 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 нём допущена ошибка.</p>	2
<p>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.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	3

С3 На рисунке изображён процесс 1–2–3–4–5, проводимый над 1 молем идеального одноатомного газа. Вдоль оси абсцисс отложена абсолютная температура T газа, а вдоль оси ординат – количество теплоты ΔQ , полученное или отданное газом на соответствующем участке процесса. После прихода в конечную точку 5 весь процесс циклически повторяется с теми же параметрами изменения величин, отложенных на осях. Найдите КПД этого цикла.



Возможное решение

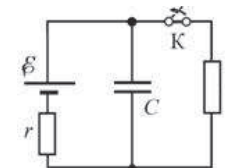
Определим вначале тип цикла, изображённого на рисунке.
 На участке 1–2 имеем $T_{12} = \text{const}$, $\Delta Q_{12} > 0$, следовательно, это изотермический процесс, при котором рабочее тело – идеальный газ – получает количество теплоты $\Delta Q_{12} > 0$.
 Аналогичным образом, участок 3–4 – это изотермический процесс $T_{34} = \text{const}$, при котором рабочее тело отдаёт количество теплоты $\Delta Q_{34} < 0$, причём $|\Delta Q_{34}| < \Delta Q_{12}$.
 На участках 2–3 и 4–5 имеем $\Delta Q_{23} = \Delta Q_{41} = 0$, так что эти участки являются адиабатическими процессами, при которых рабочее тело не обменивается теплотой с окружающей средой.
 Таким образом, данный циклический процесс – это цикл идеальной тепловой машины, состоящий из двух изотерм и двух адиабат. Этот цикл проводится, как видно из рисунка, между максимальной температурой T_{12} и минимальной температурой $T_{34} = \frac{T_{12}}{2}$.
 КПД таког цикла Карно равен $\eta = 1 - \frac{T_{34}}{T_{12}} = 1 - \frac{1}{2} = 0,5 = 50\%$.

Ответ: КПД цикла равен $\eta = 50\%$.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>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 – правильно определён тип циклического процесса (цикл идеальной тепловой машины), и применена формула для его КПД с учётом данных, которые можно получить из графика процесса, имеющегося в условии задачи); 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 расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>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 объёме или отсутствуют. ИЛИ При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, 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 нём допущена ошибка.</p>	2

<p>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.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>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.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>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.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	3

С4 Какое количество теплоты выделится в схеме, изображённой на рисунке, после размыкания ключа К? Параметры цепи: $\mathcal{E} = 2\text{ В}$, $r = 1\text{ Ом}$, $C = 10\text{ мкФ}$, $R = 4\text{ Ом}$.

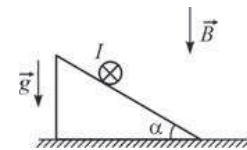


Возможное решение
<p>Согласно закону Ома для полной цепи, при замкнутом ключе К сила тока через резистор R будет равна $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$, а падение напряжения на нём, равное напряжению на конденсаторе, будет равно $U_R = IR = \frac{\mathcal{E}R}{R + r}$. При этом энергия заряженного конденсатора равна $W_{C1} = \frac{CU_R^2}{2} = \frac{C\mathcal{E}^2R^2}{2(R + r)^2}$, а заряд на нём равен $q_1 = CU_R = \frac{C\mathcal{E}R}{R + r}$.</p> <p>После размыкания ключа К ток в цепи после зарядки конденсатора прекращается, конденсатор заряжается до напряжения \mathcal{E}, его энергия становится равной $W_{C2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$, а заряд на нём становится равным $q_2 = C\mathcal{E}$.</p> <p>Согласно закону сохранения энергии для замкнутой цепи, работа источника (батареи) $\mathcal{E}\Delta q$ после размыкания ключа К расходуется на увеличение энергии конденсатора за счёт увеличения на нём заряда на величину $\Delta q = q_2 - q_1 = \frac{C\mathcal{E}r}{r + R}$ и напряжения от $U_R = \frac{\mathcal{E}R}{R + r}$ до \mathcal{E}, а также на выделение некоторого количества теплоты ΔQ в цепи:</p> $\mathcal{E}\Delta q = \Delta W_C + \Delta Q = W_{C2} - W_{C1} + \Delta Q.$ <p>Отсюда количество теплоты, выделившееся в цепи после размыкания ключа К, равно</p> $\Delta Q = \mathcal{E}\Delta q - \Delta W_C = \frac{C\mathcal{E}^2r}{r + R} - \frac{C\mathcal{E}^2}{2} \left(1 - \frac{R^2}{(r + R)^2} \right) = \frac{C\mathcal{E}^2r^2}{2(r + R)^2} = 0,8\text{ мкДж}.$ <p>Ответ: $\Delta Q = \frac{C\mathcal{E}^2r^2}{2(r + R)^2} = 0,8\text{ мкДж}.$</p>

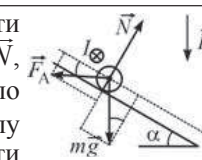
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом, (в данном случае – закон сохранения энергии для электрической цепи, закон Ома для полной цепи, связь заряда и напряжения на конденсаторе, а также выражение для энергии заряженного конденсатора);</p> <p>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);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям», с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>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.</p> <p>Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II и III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>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.</p> <p>ИЛИ</p> <p>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.</p> <p>ИЛИ</p> <p>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.</p>	1

Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
<i>Максимальный балл</i>	3

C5 На шероховатой плоскости, наклонённой под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту, находится однородный цилиндрический проводник массой $m = 100$ г и длиной $l = 57,7$ см (см. рисунок). По проводнику пропускают ток в направлении «от нас», за плоскость рисунка, и вся система находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 1$ Тл, направленной вертикально вниз. При какой силе тока I цилиндр будет оставаться на месте, не скатываясь с плоскости и не накатываясь на неё?

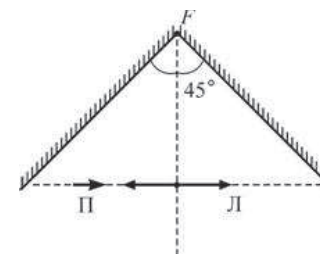


Возможное решение
<p>Нарисуем силы, действующие на проводник с током: силу тяжести $m\vec{g}$, направленную вертикально вниз, силу нормального давления \vec{N}, перпендикулярную плоскости, и силу Ампера \vec{F}_A, равную по модулю Bil и направленную в данном случае, согласно правилу левой руки, горизонтально влево (см. рисунок). Заметим, что все эти три силы приложены таким образом, что они не создают моментов сил относительно оси цилиндра. Поэтому в равновесии сила сухого трения цилиндра о шероховатую наклонную плоскость должна равняться нулю – иначе он бы покатился.</p> <p>Спроецируем эти силы на направление вдоль плоскости и на перпендикуляр к ней. Условия равновесия имеют вид $Bil \cos \alpha = mg \sin \alpha$, $N = mg \cos \alpha + Bil \sin \alpha$.</p> <p>Из первого уравнения находим искомую величину силы тока при равновесии цилиндра: $I = \frac{mg}{Bl} \operatorname{tg} \alpha \approx 1$ А. Подставляя это значение I во второе уравнение, находим $N = \frac{mg}{\cos \alpha}$ (хотя эту величину находить по условию не требовалось).</p> <p>Ответ: $I = \frac{mg}{Bl} \operatorname{tg} \alpha \approx 1$ А.</p>



Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>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 Ампера и условия равновесия твёрдого тела); 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 расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>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 объёме или отсутствуют. ИЛИ При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, 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 нём допущена ошибка.</p>	2
<p>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.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0
<p>Максимальный балл</p>	3

С6 Два плоских зеркала образуют прямой двугранный угол, перпендикулярно биссектрисе которого расположена небольшая собирающая линза L , а её фокус F находится в вершине угла (см. рисунок). В плоскости линзы рядом с ней находится небольшой предмет Π . Постройте изображение предмета, которое получится в результате двух отражений от зеркал и последующего преломления света линзой. На каком расстоянии от предмета будет находиться его изображение?



Возможное решение

Построим вначале изображение предмета Π после двух отражений от плоских зеркал. Как видно из построения на рисунке, предмет как бы «отражается» относительно вершины прямого угла, и его мнимое перевёрнутое изображение Π' находится на расстоянии $2F$ от плоскости линзы L .

Далее построим изображение Π'' «предмета» Π' в линзе – оно действительное, перевёрнутое относительно Π' (и прямое относительно предмета Π) и находится также на расстоянии $2F$ от линзы.

Таким образом, изображение Π'' прямое, действительное и находится на расстоянии $2F$ от предмета Π – ниже его, на линии, параллельной биссектрисе угла из зеркал.

Ответ: см. рисунок; изображение Π'' прямое, действительное и находится на расстоянии $2F$ от предмета Π – ниже его, на линии, параллельной биссектрисе угла из зеркал.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (<i>в данном случае – правила построения изображений в плоских зеркалах и в линзе</i>); II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи</i>); III) представлен рисунок с построением хода лучей в оптической системе; IV) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям», с промежуточными вычислениями); V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>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, III, IV, – представлены не в полном объёме или отсутствуют. ИЛИ При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, 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 V, или в нём допущена ошибка.</p>	2

<p>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.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	3

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

- C1** Автомобиль приводится в движение двигателем, который соединяется с ведущими колёсами при помощи трансмиссии, обычно состоящей из сцепления, коробки передач и системы различных валов и шарниров. Сцепление позволяет отсоединять двигатель от коробки передач, что облегчает её переключение. Диск сцепления, соединённый с первичным валом коробки передач, прижимается к маховику двигателя мощными пружинами, что позволяет передавать крутящий момент в последующие элементы трансмиссии. По мере износа диска сцепления сила его прижатия к маховику уменьшается, и сцепление может начать «пробуксовывать». Один из водителей при появлении этой неисправности решил ехать на «повышенных» передачах, а другой в той же ситуации – на «пониженных». Кто из них успешно добрался до ближайшей станции техобслуживания? *Справка: на «пониженных» передачах (1,2,3, ...) двигатель работает на больших оборотах, а колёса крутятся медленно, на «повышенных» (4,5, ...) – колёса крутятся быстрее.*

Возможное решение

- При износе диска сцепления и уменьшении силы его прижатия к маховику согласно закону Амонтона–Кулона уменьшаются максимальная сила трения и её момент, вращающий первичный вал коробки передач, что приводит к пробуксовке сцепления на режимах движения с использованием максимальной мощности двигателя.
- Мощность силы равна произведению этой силы на скорость перемещения точки её приложения, поэтому при уменьшении максимальной силы трения для сохранения величины мощности, передаваемой по трансмиссии, необходимо увеличивать скорость вращения диска сцепления, то есть обороты двигателя.
- Таким образом, при заданных условиях движения и, соответственно, мощности, передаваемой на колеса, следует при возникновении пробуксовки сцепления переходить с повышенных передач на пониженные, когда двигатель при той же скорости движения автомобиля работает на более высоких оборотах. Следовательно, до станции техобслуживания успешно добрался второй водитель, ехавший на пониженных передачах.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведён правильный ответ (в данном случае – <i>вывод о том, что до станции техобслуживания успешно доберётся второй водитель, ехавший на пониженных передачах, п. 3</i>), и представлено полное верное объяснение (в данном случае п. 1–2) с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае – <i>описание причины возникновения пробуксовки сцепления с точки зрения закона Амонтона–Кулона, выражение для мощности силы и правильные выводы из приведённых рассуждений</i>).	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 объёме, или в них содержится один логический недочёт.	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 законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задачи, 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
<i>Максимальный балл</i>	3

C2 В преддверии летнего сезона пожаров двое пожарных в одной из деревень решили заполнить одинаковые ёмкости для воды, расположенные на вышках высотой H . Ёмкости – это открытые сверху кубические баки объёмом V , стоящие на вышках. Один из пожарных стал заполнять бак при помощи насоса водой из большого водоёма, находящегося на уровне земли, из брандспойта, попадая струёй воды, направленной снизу вверх, прямо в верхнюю, открытую часть бака. Другой пожарный проложил от насоса до верхней части бака трубу и подавал в неё воду с той же скоростью, что и первый пожарный. Оба пожарных затратили на подъём воды в баки одинаковое количество электроэнергии. У кого из них в баке оказалось больше воды и во сколько раз? Потерями энергии в насосах и на трение в трубах пренебречь и считать, что к концу перекачки воды баки ещё не заполнились.

Возможное решение

Поскольку потерь нет, механическая энергия при подъеме струи воды наверх сохраняется. Запишем закон сохранения энергии для всего объема V_1 поднятой воды в первом случае, когда струя воды с плотностью ρ для попадания в бак должна подняться с уровня земли на высоту, как минимум равную $H + \sqrt[3]{V}$ (здесь g – ускорение свободного падения, а v – скорость воды на выходе из брандспойта):

$$\frac{\rho V_1 v^2}{2} = \rho V_1 g \left(H + \sqrt[3]{V} \right).$$

Таким образом, в первом случае затраты электроэнергии составили

$$W_1 = \rho V_1 g \left(H + \sqrt[3]{V} \right).$$

Во втором случае, пренебрегая трением и учитывая, что скорости воды на выходе из брандспойта и на входе в трубу одинаковы, мы можем записать затраты электроэнергии в виде

$$W_2 = \rho V_2 g \left(H + \sqrt[3]{V} \right) + \frac{\rho V_2 v^2}{2} = 2\rho V_2 g \left(H + \sqrt[3]{V} \right),$$

поскольку скорость течения воды наверху, на выходе из трубы, в силу практической несжимаемости воды равна скорости воды на входе в трубу.

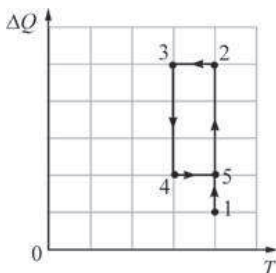
По условию оба пожарных затратили на подъём воды одинаковое количество электроэнергии: $W_1 = W_2$, откуда следует, что $V_1 = 2V_2$.

Ответ: У первого пожарного воды в баке оказалось в два раза больше, чем у второго.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (<i>в данном случае – закон сохранения механической энергии для воды, связь скоростей воды внизу и наверху в двух случаях</i>); II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи</i>); III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям», с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>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 всем 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 зачёркнуты, 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 нём допущена ошибка.</p>	2
<p>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.</p>	1

Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
<i>Максимальный балл</i>	3

С3 На рисунке изображён процесс 1–2–3–4–5, проводимый над 1 молем идеального одноатомного газа. Вдоль оси абсцисс отложена абсолютная температура T газа, а вдоль оси ординат – количество теплоты ΔQ , полученное или отданное газом на соответствующем участке процесса. После прихода в конечную точку 5 весь процесс циклически повторяется с теми же параметрами изменения величин, отложенных на осях. Найдите КПД η этого цикла.



Возможное решение

Определим вначале тип цикла, изображённого на рисунке.

На участке 1–2 имеем $T_{12} = \text{const}$, $\Delta Q_{12} > 0$, следовательно, это изотермический процесс, при котором рабочее тело – идеальный газ – получает количество теплоты $\Delta Q_{12} > 0$. Аналогичным образом, участок 3–4 – это изотермический процесс $T_{34} = \text{const}$, при котором рабочее тело отдает количество теплоты $\Delta Q_{34} < 0$, причём $|\Delta Q_{34}| < \Delta Q_{12}$. На участках 2–3 и 4–5 имеем $\Delta Q_{23} = \Delta Q_{41} = 0$, так что эти участки являются адиабатическими процессами, при которых рабочее тело не обменивается теплотой с окружающей средой.

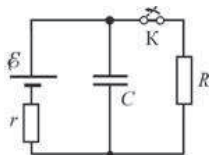
Таким образом, данный циклический процесс – это цикл идеальной тепловой машины, состоящий из двух изотерм и двух адиабат. Этот цикл проводится, как видно из рисунка, между максимальной температурой T_{12} и минимальной температурой $T_{34} = \frac{3}{4}T_{12}$.

КПД такого цикла Карно равен $\eta = 1 - \frac{T_{34}}{T_{12}} = 1 - \frac{3}{4} = 0,25 = 25\%$.

Ответ: КПД цикла $\eta = 0,25 = 25\%$.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – правильно определён тип циклического процесса (цикл Карно), и применена формула для его КПД с учётом данных, которые можно получить из графика процесса, имеющегося в условии задачи);</p> <p>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);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>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.</p> <p>Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II и III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>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.</p> <p>ИЛИ</p> <p>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.</p> <p>ИЛИ</p> <p>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.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	3

С4 В схеме, изображённой на рисунке, после размыкания ключа К выделилось количество теплоты $\Delta Q = 0,8$ мкДж. Параметры цепи: $\mathcal{E} = 2$ В, $r = 1$ Ом, $C = 10$ мкФ. Чему было равно сопротивление резистора R ?



Возможное решение

Согласно закону Ома для полной цепи, при замкнутом ключе К сила тока через резистор R будет равна $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$, а падение напряжения на нём, равное напряжению на конденсаторе, будет равно $U_R = IR = \frac{\mathcal{E}R}{R+r}$. При этом энергия заряженного конденсатора равна $W_{C1} = \frac{CU_R^2}{2} = \frac{C\mathcal{E}^2R^2}{2(R+r)^2}$, а заряд на нём равен $q_1 = CU_R = \frac{C\mathcal{E}R}{R+r}$.

После размыкания ключа К ток в цепи после зарядки конденсатора прекращается, конденсатор заряжается до напряжения \mathcal{E} , его энергия становится равной $W_{C2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$, а заряд на нём становится равным $q_2 = C\mathcal{E}$.

Согласно закону сохранения энергии для замкнутой цепи, работа источника (батареи) $\mathcal{E}\Delta q$ после размыкания ключа К расходуется на увеличение энергии конденсатора за счёт увеличения на нём заряда на величину $\Delta q = q_2 - q_1 = \frac{C\mathcal{E}r}{r+R}$ и напряжения от $U_R = \frac{\mathcal{E}R}{R+r}$ до \mathcal{E} , а также на выделение некоторого количества теплоты ΔQ в цепи:

$$\mathcal{E}\Delta q = \Delta W_C + \Delta Q = W_{C2} - W_{C1} + \Delta Q.$$

Отсюда количество теплоты, выделившееся в цепи после размыкания ключа К, равно

$$\Delta Q = \mathcal{E}\Delta q - \Delta W_C = \frac{C\mathcal{E}^2r}{r+R} - \frac{C\mathcal{E}^2}{2} \left(1 - \frac{R^2}{(r+R)^2} \right) = \frac{C\mathcal{E}^2r^2}{2(r+R)^2},$$

а сопротивление резистора

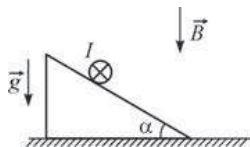
$$R = r \left(\mathcal{E} \sqrt{\frac{C}{2\Delta Q}} - 1 \right) = 4 \text{ Ом.}$$

Ответ: $R = r \left(\mathcal{E} \sqrt{\frac{C}{2\Delta Q}} - 1 \right) = 4 \text{ Ом.}$

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>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 для электрической цепи, закон Ома для полной цепи, связь заряда и напряжения на конденсаторе, а также выражение для энергии заряженного конденсатора); 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 расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям», с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>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 объёме или отсутствуют. ИЛИ При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, 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 нём допущена ошибка.</p>	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, направленными 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
<i>Максимальный балл</i>	3

C5 На шероховатой плоскости, наклонённой под углом α к горизонту, находится однородный цилиндрический проводник массой m и длиной l (см. рисунок). По проводнику пропускают ток I в направлении «от нас», за плоскость рисунка, и вся система находится в однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} , направленной вертикально вниз. При каком поле B цилиндр будет оставаться на месте, не скатываясь с плоскости и не накатываясь на неё? Ускорение свободного падения равно g .

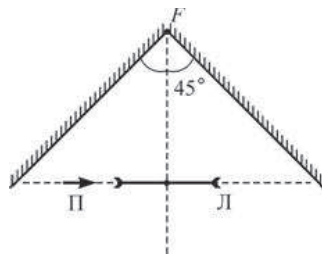


Возможное решение	
Нарисуем силы, действующие на проводник с током: силу тяжести $m\vec{g}$, направленную вертикально вниз, силу нормального давления \vec{N} , перпендикулярную плоскости, и силу Ампера \vec{F}_A , равную по модулю $B l$ и направленную в данном случае, согласно правилу левой руки, горизонтально влево (см. рисунок). Заметим, что все эти три силы приложены таким образом, что они не создают моментов сил относительно оси цилиндра. Поэтому в равновесии сила сухого трения цилиндра о шероховатую плоскость должна равняться нулю – иначе он бы покатился. Спроецируем эти силы на направление вдоль плоскости и перпендикулярно ей. Условия равновесия имеют вид $B l \cos\alpha = mg \sin\alpha$, $N = mg \cos\alpha + B l \sin\alpha$. Из первого уравнения находим искомую величину индукции при равновесии цилиндра: $B = \frac{mg}{l} \tan\alpha$. Подставляя это значение B во второе уравнение, находим $N = \frac{mg}{\cos\alpha}$ (хотя эту величину находить по условию не требовалось). Ответ: $B = \frac{mg}{l} \tan\alpha$.	

Указания по оцениванию	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 Ампера и условия равновесия твёрдого тела); 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 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 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 объёме или отсутствуют. ИЛИ При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, 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 нём 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
<i>Максимальный балл</i>	3

С6

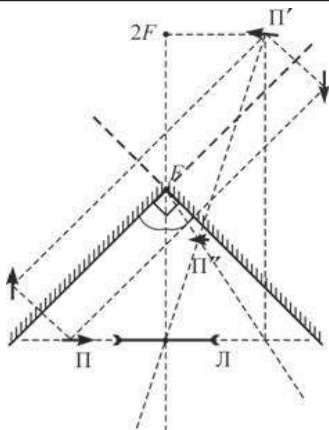
Два плоских зеркала образуют прямой двугранный угол, перпендикулярно биссектрисе которого расположена небольшая рассеивающая линза L , а её фокус F находится в вершине угла (см. рисунок). В плоскости линзы рядом с ней находится небольшой предмет Π . Постройте изображение предмета, которое получится в результате двух отражений от зеркал и последующего преломления света линзой. Каково расстояние от плоскости линзы до изображения предмета?



Возможное решение

Построим вначале изображение предмета Π после двух отражений от плоских зеркал. Как видно из построения на рисунке, предмет как бы «отражается» относительно вершины прямого угла, и его мнимое перевернутое изображение Π' находится на расстоянии $2F$ от плоскости линзы L .

Далее строим изображение Π'' «предмета» Π' в линзе (или используем формулу тонкой рассеивающей линзы: $\frac{1}{2F} + \frac{1}{b} = -\frac{1}{F}$, откуда $b = -\frac{2}{3}F$) – оно будет мнимым, прямым относительно Π' , перевернутым относительно предмета Π и будет находиться от линзы и предмета Π на расстоянии $\frac{2}{3}F$ вверх, вдоль биссектрисы двугранного угла.



Ответ: см. рисунок; изображение мнимое, перевернутое и находится на расстоянии $\frac{2}{3}F$ от плоскости линзы вверх, вдоль биссектрисы двугранного угла.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – правила построения изображений в плоских зеркалах и в линзе, формула тонкой линзы);</p> <p>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);</p> <p>III) представлен рисунок с построением хода лучей в оптической системе;</p> <p>IV) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям», с промежуточными вычислениями);</p> <p>V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>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.</p> <p>Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II, III, IV, – представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>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.</p> <p>ИЛИ</p> <p>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.</p> <p>ИЛИ</p> <p>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.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	
	3

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

- C1** Автомобиль приводится в движение двигателем, который соединяется с ведущими колёсами при помощи трансмиссии, обычно состоящей из сцепления, коробки передач и системы различных валов и шарниров. Сцепление позволяет отсоединять двигатель от коробки передач, что облегчает её переключение. Диск сцепления, соединённый с первичным валом коробки передач, прижимается к маховику двигателя мощными пружинами, что позволяет передавать крутящий момент в последующие элементы трансмиссии. По мере износа диска сцепления сила его прижатия к маховику уменьшается, и сцепление может начать «пробуксовывать». Один из водителей при появлении этой неисправности решил ехать на «повышенных» передачах, а другой в той же ситуации – на «пониженных». Кто из них успешно добрался до ближайшей станции техобслуживания? *Справка: на «пониженных» передачах (1,2,3, ...) двигатель работает на больших оборотах, а колёса крутятся медленно, на «повышенных» (4,5, ...) – колёса крутятся быстрее.*

Возможное решение

- При износе диска сцепления и уменьшении силы его прижатия к маховику согласно закону Амонтона–Кулона уменьшаются максимальная сила трения и её момент, вращающий первичный вал коробки передач, что приводит к пробуксовке сцепления на режимах движения с использованием максимальной мощности двигателя.
- Мощность силы равна произведению этой силы на скорость перемещения точки её приложения, поэтому при уменьшении максимальной силы трения для сохранения величины мощности, передаваемой по трансмиссии, необходимо увеличивать скорость вращения диска сцепления, то есть обороты двигателя.
- Таким образом, при заданных условиях движения и, соответственно, мощности, передаваемой на колеса, следует при возникновении пробуксовки сцепления переходить с повышенных передач на пониженные, когда двигатель при той же скорости движения автомобиля работает на более высоких оборотах. Следовательно, до станции техобслуживания успешно добрался второй водитель, ехавший на пониженных передачах.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведён правильный ответ (в данном случае – <i>вывод о том, что до станции техобслуживания успешно доберётся второй водитель, ехавший на пониженных передачах, п. 3</i>), и представлено полное верное объяснение (в данном случае п. 1–2) с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае – <i>описание причины возникновения пробуксовки сцепления с точки зрения закона Амонтона–Кулона, выражение для мощности силы и правильные выводы из приведённых рассуждений</i>).	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 объёме, или в них содержится один логический недочёт.	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 законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задачи, 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
<i>Максимальный балл</i>	3

C2 В преддверии летнего сезона пожаров двое пожарных в одной из деревень решили заполнить одинаковые ёмкости для воды, расположенные на вышках высотой H . Ёмкости – это открытые сверху кубические баки объёмом V , стоящие на вышках. Один из пожарных стал заполнять бак при помощи насоса водой из большого водоёма, находящегося на уровне земли, из брандспойта, попадая струёй воды, направленной снизу вверх, прямо в верхнюю, открытую часть бака. Другой пожарный проложил от насоса до верхней части бака трубу и подавал в неё воду с той же скоростью, что и первый пожарный. Оба заполнили баки за одинаковое время. Как и во сколько раз отличаются минимальные затраты энергии на заполнение баков в первом и во втором случаях? Потерями энергии в насосах и из-за трения в трубах и о воздух пренебречь.

Возможное решение

Поскольку потерь энергии нет, механическая энергия при подъёме струи воды наверх сохраняется. Запишем закон сохранения энергии для всего объёма поднятой воды в первом случае, когда струя воды с плотностью ρ для попадания в бак должна подняться с уровня земли на высоту, как минимум равную $H + \sqrt[3]{V}$. Для этого воде нужно сообщить механическую энергию

$$E_1 = \rho V g \left(H + \sqrt[3]{V} \right) = \frac{\rho V v^2}{2}$$

(здесь g – ускорение свободного падения, а v – скорость воды на выходе из брандспойта).

Во втором случае, пренебрегая трением и учитывая, что времена заполнения баков и скорости воды на выходе из брандспойта и на входе в трубу одинаковы, мы можем записать, с учётом первого соотношения, минимальные затраты энергии в виде:

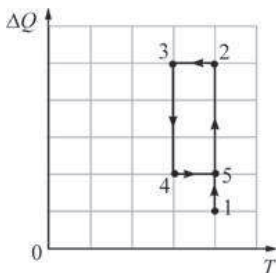
$$E_2 = \rho V g (H + \sqrt[3]{V}) + \frac{\rho V v^2}{2} = 2\rho V g (H + \sqrt[3]{V}) = 2E_1,$$

поскольку скорость течения воды наверху, на выходе из трубы, в силу практической несжимаемости воды равна скорости воды на входе в трубу. Таким образом, во втором случае минимальные затраты энергии в два раза больше.

Ответ: Во втором случае минимальные затраты энергии в два раза больше.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>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 механической энергии для воды, связь скоростей воды внизу и наверху в двух случаях); 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 расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>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 всем пунктам: II и III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют. ИЛИ При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, 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 нём допущена ошибка.</p>	2
<p>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.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	
	3

С3 На рисунке изображён процесс 1–2–3–4–5, проводимый над 1 моль идеального одноатомного газа. Вдоль оси абсцисс отложена абсолютная температура T газа, а вдоль оси ординат – количество теплоты ΔQ , полученное или отданное газом на соответствующем участке процесса. После прихода в конечную точку 5 весь процесс циклически повторяется с теми же параметрами изменения величин, отложенных на осях. Найдите КПД η этого цикла.



Возможное решение

Определим вначале тип цикла, изображённого на рисунке.

На участке 1–2 имеем $T_{12} = \text{const}$, $\Delta Q_{12} > 0$, следовательно, это изотермический процесс, при котором рабочее тело – идеальный газ – получает количество теплоты $\Delta Q_{12} > 0$. Аналогичным образом, участок 3–4 – это изотермический процесс $T_{34} = \text{const}$, при котором рабочее тело отдает количество теплоты $\Delta Q_{34} < 0$, причём $|\Delta Q_{34}| < \Delta Q_{12}$. На участках 2–3 и 4–5 имеем $\Delta Q_{23} = \Delta Q_{41} = 0$, так что эти участки являются адиабатическими процессами, при которых рабочее тело не обменивается теплотой с окружающей средой.

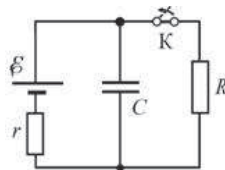
Таким образом, данный циклический процесс – это цикл идеальной тепловой машины, состоящий из двух изотерм и двух адиабат. Этот цикл проводится, как видно из рисунка, между максимальной температурой T_{12} и минимальной температурой $T_{34} = \frac{3}{4}T_{12}$.

КПД такого цикла Карно равен $\eta = 1 - \frac{T_{34}}{T_{12}} = 1 - \frac{3}{4} = 0,25 = 25\%$.

Ответ: КПД цикла $\eta = 0,25 = 25\%$.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>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 – правильно определён тип циклического процесса (цикл Карно), и применена формула для его КПД с учётом данных, которые можно получить из графика процесса, имеющегося в условии задачи); II) описаны все используемые 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 расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>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 объёме или отсутствуют. ИЛИ При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, 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 нём допущена ошибка.</p>	2
<p>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.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	
	3

C4 Какое количество теплоты выделится в схеме, изображённой на рисунке, после размыкания ключа К? Параметры цепи: $\mathcal{E} = 2\text{ В}$, $r = 1\text{ Ом}$, $C = 10\text{ мкФ}$, $R = 4\text{ Ом}$.



Возможное решение

Согласно закону Ома для полной цепи, при замкнутом ключе К сила тока через резистор R будет равна $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$, а падение напряжения на нём, равное напряжению на конденсаторе, будет равно $U_R = IR = \frac{\mathcal{E}R}{R+r}$. При этом энергия заряженного конденсатора равна $W_{C1} = \frac{CU_R^2}{2} = \frac{C\mathcal{E}^2R^2}{2(R+r)^2}$, а заряд на нём равен $q_1 = CU_R = \frac{C\mathcal{E}R}{R+r}$.

После размыкания ключа К ток в цепи после зарядки конденсатора прекращается, конденсатор заряжается до напряжения \mathcal{E} , его энергия становится равной $W_{C2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$, а заряд на нём становится равным $q_2 = C\mathcal{E}$.

Согласно закону сохранения энергии для замкнутой цепи, работа источника (батареи) $\mathcal{E}\Delta q$ после размыкания ключа К расходуется на увеличение энергии конденсатора за счёт увеличения на нём заряда на величину $\Delta q = q_2 - q_1 = \frac{C\mathcal{E}r}{r+R}$ и напряжения от $U_R = \frac{\mathcal{E}R}{R+r}$ до \mathcal{E} , а также на выделение некоторого количества теплоты ΔQ в цепи:

$$\mathcal{E}\Delta q = \Delta W_C + \Delta Q = W_{C2} - W_{C1} + \Delta Q.$$

Отсюда количество теплоты, выделившееся в цепи после размыкания ключа К, равно

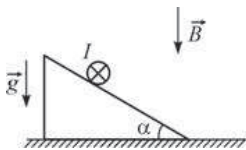
$$\Delta Q = \mathcal{E}\Delta q - \Delta W_C = \frac{C\mathcal{E}^2r}{r+R} - \frac{C\mathcal{E}^2}{2} \left(1 - \frac{R^2}{(r+R)^2} \right) = \frac{C\mathcal{E}^2r^2}{2(r+R)^2} = 0,8\text{ мкДж}.$$

Ответ: $\Delta Q = \frac{C\mathcal{E}^2r^2}{2(r+R)^2} = 0,8\text{ мкДж}.$

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>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 для электрической цепи, закон Ома для полной цепи, связь заряда и напряжения на конденсаторе, а также выражение для энергии заряженного конденсатора); 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 расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям», с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>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 объёме или отсутствуют. ИЛИ При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, 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 нём допущена ошибка.</p>	2
<p>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.</p>	1

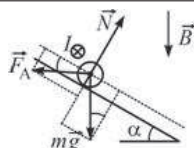
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
<i>Максимальный балл</i>	3

C5 На шероховатой плоскости, наклонённой под углом α к горизонту, находится однородный цилиндрический проводник массой m и длиной l (см. рисунок). По проводнику пропускают ток I в направлении «от нас», за плоскость рисунка, и вся система находится в однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} , направленной вертикально вниз. При каком поле B цилиндр будет оставаться на месте, не скатываясь с плоскости и не накатываясь на неё? Ускорение свободного падения равно g .



Возможное решение

Нарисуем силы, действующие на проводник с током: силу тяжести $m\vec{g}$, направленную вертикально вниз, силу нормального давления \vec{N} , перпендикулярную плоскости, и силу Ампера \vec{F}_A , равную по модулю BIl и направленную в данном случае, согласно правилу левой руки, горизонтально влево (см. рисунок). Заметим, что все эти три силы приложены таким образом, что они не создают моментов сил относительно оси цилиндра. Поэтому в равновесии сила сухого трения цилиндра о шероховатую плоскость должна равняться нулю – иначе он бы покатился.



Спроецируем эти силы на направление вдоль плоскости и перпендикулярно ей. Условия равновесия имеют вид $BIl\cos\alpha = mgsin\alpha$, $N = mg\cos\alpha + BIl\sin\alpha$.

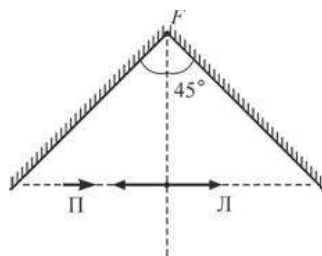
Из первого уравнения находим искомую величину индукции при равновесии цилиндра: $B = \frac{mg}{Il}\text{tg}\alpha$. Подставляя это значение B во второе уравнение, находим

$$N = \frac{mg}{\cos\alpha} \text{ (хотя эту величину находить по условию не требовалось).}$$

Ответ: $B = \frac{mg}{Il}\text{tg}\alpha$.

Указания по оцениванию	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – закон Ампера и условия равновесия твёрдого тела);</p> <p>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);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям», с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>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.</p> <p>Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II и III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>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.</p> <p>ИЛИ</p> <p>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.</p> <p>ИЛИ</p> <p>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.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	3

С6 Два плоских зеркала образуют прямой двугранный угол, перпендикулярно биссектрисе которого расположена небольшая собирающая линза L , а её фокус F находится в вершине угла (см. рисунок). В плоскости линзы рядом с ней находится небольшой предмет Π . Постройте изображение предмета, которое получится в результате двух отражений от зеркал и последующего преломления света линзой. На каком расстоянии от предмета будет находиться его изображение?



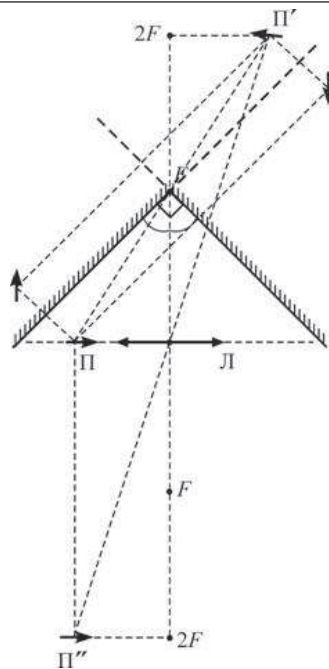
Возможное решение

Построим вначале изображение предмета Π после двух отражений от плоских зеркал. Как видно из построения на рисунке, предмет как бы «отражается» относительно вершины прямого угла, и его мнимое перевёрнутое изображение Π' находится на расстоянии $2F$ от плоскости линзы L .

Далее построим изображение Π'' «предмета» Π' в линзе – оно действительное, перевёрнутое относительно Π' (и прямое относительно предмета Π) и находится также на расстоянии $2F$ от линзы.

Таким образом, изображение Π'' прямое, действительное и находится на расстоянии $2F$ от предмета Π – ниже его, на линии, параллельной биссектрисе угла из зеркал.

Ответ: см. рисунок; изображение Π'' прямое, действительное и находится на расстоянии $2F$ от предмета Π – ниже его, на линии, параллельной биссектрисе угла из зеркал.



Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>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 плоских зеркалах и в линзе); 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) представлен рисунок с построением хода лучей в оптической системе; IV) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям», с промежуточными вычислениями); V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>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, III, IV, – представлены не в полном объёме или отсутствуют. ИЛИ При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, 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 V, или в нём допущена ошибка.</p>	2
<p>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.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0
<p>Максимальный балл</p>	3

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

C1 Автомобиль приводится в движение двигателем, который соединяется с ведущими колёсами при помощи трансмиссии, обычно состоящей из сцепления, коробки передач и системы различных валов и шарниров. Сцепление позволяет отсоединять двигатель от коробки передач, что облегчает её переключение. Диск сцепления, соединённый с первичным валом коробки передач, прижимается к маховику двигателя мощными пружинами, что позволяет передавать крутящий момент в последующие элементы трансмиссии. По мере износа диска сцепления сила его прижатия к маховику уменьшается, и сцепление может начать «пробуксовывать». На каких передачах – «пониженных» или «повышенных» – следует двигаться в этом случае, чтобы добраться до ближайшей станции техобслуживания?
Справка: при движении автомобиля с определённой скоростью на «пониженных» передачах (1, 2, 3 ...) двигатель работает на больших оборотах, а на «повышенных» (4, 5, ...) – на меньших оборотах при той же скорости движения.

Возможное решение	
1. При износе диска сцепления и уменьшении силы его прижатия к маховику согласно закону Амонтона–Кулона уменьшаются максимальная сила трения и её момент, вращающий первичный вал коробки передач, что приводит к пробуксовке сцепления на режимах движения с использованием максимальной мощности двигателя.	
2. Мощность силы равна произведению модуля этой силы на модуль скорости перемещения точки её приложения, поэтому при уменьшении максимальной силы трения для сохранения величины мощности, передаваемой по трансмиссии, необходимо увеличивать скорость вращения диска сцепления, то есть обороты двигателя.	
3. Таким образом, при заданных условиях движения и, соответственно, мощности, передаваемой на колеса, следует при возникновении пробуксовки сцепления переходить с повышенных передач на пониженные, когда двигатель при той же скорости движения автомобиля работает на более высоких оборотах.	

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведён правильный ответ (в данном случае – <i>вывод о необходимости двигаться к месту ремонта на пониженных передачах, п. 3</i>), и представлено полное верное объяснение (в данном случае – <i>п. 1–2</i>) с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае – <i>описание причины возникновения пробуксовки сцепления с точки зрения закона Амонтона–Кулона, ссылка на выражение для мощности силы и правильные выводы из приведённых рассуждений</i>).	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 объёме, или в них содержится один логический недочёт.	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, необходимые для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задачи, 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
<i>Максимальный балл</i>	3

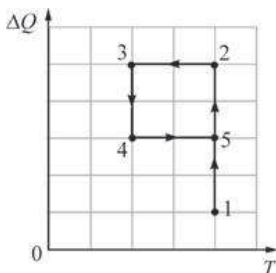
C2 В преддверии летнего сезона пожаров двое пожарных в одной из деревень решили заполнить одинаковые ёмкости для воды, расположенные на вышках высотой H . Ёмкости – это открытые сверху кубические баки объёмом V , стоящие на вышках. Один из пожарных стал заполнять бак при помощи насоса водой из большого водоёма, находящегося на уровне земли, из брандспойта, попадая струёй воды, направленной снизу вверх, прямо в верхнюю, открытую часть бака. Другой пожарный проложил от насоса до верхней части бака трубу и подавал в неё воду с той же скоростью, что и первый пожарный. Оба пожарных затратили на подъём воды в баки одинаковое количество электроэнергии. У кого из них в баке оказалось больше воды и во сколько раз? Потерями энергии в насосах и на трение в трубах пренебречь и считать, что к концу перекачки воды баки ещё не заполнились.

Возможное решение
<p>Поскольку потерь нет, механическая энергия при подъеме струи воды вверх сохраняется. Запишем закон сохранения энергии для всего объема V_1 поднятой воды в первом случае, когда струя воды с плотностью ρ для попадания в бак должна подняться с уровня земли на высоту, как минимум равную $H + \sqrt[3]{V}$ (здесь g – ускорение свободного падения, а v – скорость воды на выходе из брандспойта):</p> $\frac{\rho V_1 v^2}{2} = \rho V_1 g \left(H + \sqrt[3]{V} \right).$ <p>Таким образом, в первом случае затраты электроэнергии составили</p> $W_1 = \rho V_1 g \left(H + \sqrt[3]{V} \right).$ <p>Во втором случае, пренебрегая трением и учитывая, что скорости воды на выходе из брандспойта и на входе в трубу одинаковы, мы можем записать затраты электроэнергии в виде</p> $W_2 = \rho V_2 g \left(H + \sqrt[3]{V} \right) + \frac{\rho V_2 v^2}{2} = 2\rho V_2 g \left(H + \sqrt[3]{V} \right),$ <p>поскольку скорость течения воды наверху, на выходе из трубы, в силу практической несжимаемости воды равна скорости воды на входе в трубу.</p> <p>По условию оба пожарных затратили на подъём воды одинаковое количество электроэнергии: $W_1 = W_2$, откуда следует, что $V_1 = 2V_2$.</p> <p>Ответ: У первого пожарного воды в баке оказалось в два раза больше, чем у второго.</p>

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>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 механической энергии для воды, связь скоростей воды внизу и наверху в двух случаях); 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 расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям», с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>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 всем 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 зачёркнуты, 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 нём допущена ошибка.</p>	2
<p>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.</p>	1

Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
<i>Максимальный балл</i>	3

С3 На рисунке изображён процесс 1–2–3–4–5, проводимый над 1 молем идеального одноатомного газа. Вдоль оси абсцисс отложена абсолютная температура T газа, а вдоль оси ординат – количество теплоты ΔQ , полученное или отданное газом на соответствующем участке процесса. После прихода в конечную точку 5 весь процесс циклически повторяется с теми же параметрами изменения величин, отложенных на осях. Найдите КПД этого цикла.

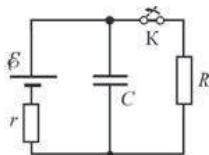


Возможное решение

Определим вначале тип цикла, изображённого на рисунке.
 На участке 1–2 имеем $T_{12} = \text{const}$, $\Delta Q_{12} > 0$, следовательно, это изотермический процесс, при котором рабочее тело – идеальный газ – получает количество теплоты $\Delta Q_{12} > 0$.
 Аналогичным образом, участок 3–4 – это изотермический процесс $T_{34} = \text{const}$, при котором рабочее тело отдаёт количество теплоты $\Delta Q_{34} < 0$, причём $|\Delta Q_{34}| < \Delta Q_{12}$.
 На участках 2–3 и 4–5 имеем $\Delta Q_{23} = \Delta Q_{41} = 0$, так что эти участки являются адиабатическими процессами, при которых рабочее тело не обменивается теплотой с окружающей средой.
 Таким образом, данный циклический процесс – это цикл идеальной тепловой машины, состоящий из двух изотерм и двух адиабат. Этот цикл проводится, как видно из рисунка, между максимальной температурой T_2 и минимальной температурой $T_4 = \frac{T_2}{2}$.
 КПД такого цикла Карно равен $\eta = 1 - \frac{T_4}{T_2} = 1 - \frac{1}{2} = 0,5 = 50\%$.
Ответ: КПД цикла равен $\eta = 50\%$.

Критерии оценки 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 – правильно определён тип циклического процесса (цикл идеальной тепловой машины), и применена формула для его КПД с учётом данных, которые можно получить из графика процесса, имеющегося в условии задачи); 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 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 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 объёме или отсутствуют. ИЛИ При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, 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 нём 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
<i>Максимальный балл</i>	3

С4 В схеме, изображённой на рисунке, после размыкания ключа К выделилось количество теплоты $\Delta Q = 0,8$ мкДж. Параметры цепи: $\mathcal{E} = 2$ В, $r = 1$ Ом, $C = 10$ мкФ. Чему было равно сопротивление резистора R ?



Возможное решение

Согласно закону Ома для полной цепи, при замкнутом ключе К сила тока через резистор R будет равна $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$, а падение напряжения на нём, равное напряжению на конденсаторе, будет равно $U_R = IR = \frac{\mathcal{E}R}{R+r}$. При этом энергия заряженного конденсатора равна $W_{C1} = \frac{CU_R^2}{2} = \frac{C\mathcal{E}^2R^2}{2(R+r)^2}$, а заряд на нём равен $q_1 = CU_R = \frac{C\mathcal{E}R}{R+r}$.

После размыкания ключа К ток в цепи после зарядки конденсатора прекращается, конденсатор заряжается до напряжения \mathcal{E} , его энергия становится равной $W_{C2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$, а заряд на нём становится равным $q_2 = C\mathcal{E}$.

Согласно закону сохранения энергии для замкнутой цепи, работа источника (батареи) $\mathcal{E}\Delta q$ после размыкания ключа К расходуется на увеличение энергии конденсатора за счёт увеличения на нём заряда на величину $\Delta q = q_2 - q_1 = \frac{C\mathcal{E}r}{r+R}$ и напряжения от $U_R = \frac{\mathcal{E}R}{R+r}$ до \mathcal{E} , а также на выделение некоторого количества теплоты ΔQ в цепи:

$$\mathcal{E}\Delta q = \Delta W_C + \Delta Q = W_{C2} - W_{C1} + \Delta Q.$$

Отсюда количество теплоты, выделившееся в цепи после размыкания ключа К, равно

$$\Delta Q = \mathcal{E}\Delta q - \Delta W_C = \frac{C\mathcal{E}^2r}{r+R} - \frac{C\mathcal{E}^2}{2} \left(1 - \frac{R^2}{(r+R)^2} \right) = \frac{C\mathcal{E}^2r^2}{2(r+R)^2},$$

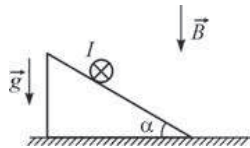
а сопротивление резистора

$$R = r \left(\mathcal{E} \sqrt{\frac{C}{2\Delta Q}} - 1 \right) = 4 \text{ Ом.}$$

Ответ: $R = r \left(\mathcal{E} \sqrt{\frac{C}{2\Delta Q}} - 1 \right) = 4 \text{ Ом.}$

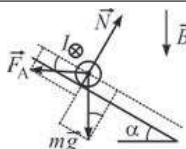
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – закон сохранения энергии для электрической цепи, закон Ома для полной цепи, связь заряда и напряжения на конденсаторе, а также выражение для энергии заряженного конденсатора); 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 расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям», с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>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 объёме или отсутствуют. ИЛИ При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, 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 нём допущена ошибка.</p>	2
<p>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.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	
	3

C5 На шероховатой плоскости, наклонённой под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту, находится однородный цилиндрический проводник массой $m = 100$ г и длиной $l = 57,7$ см (см. рисунок). По проводнику пропускают ток в направлении «от нас», за плоскость рисунка, и вся система находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 1$ Тл, направленной вертикально вниз. При какой силе тока I цилиндр будет оставаться на месте, не скатываясь с плоскости и не накатываясь на неё?



Возможное решение

Нарисуем силы, действующие на проводник с током: силу тяжести mg , направленную вертикально вниз, силу нормального давления \vec{N} , перпендикулярную плоскости, и силу Ампера \vec{F}_A , равную по модулю BIl и направленную в данном случае, согласно правилу левой руки, горизонтально влево (см. рисунок). Заметим, что все эти три силы приложены таким образом, что они не создают моментов сил относительно оси цилиндра. Поэтому в равновесии сила сухого трения цилиндра о шероховатую наклонную плоскость должна равняться нулю – иначе он бы покатился.



Спроецируем эти силы на направление вдоль плоскости и на перпендикуляр к ней. Условия равновесия имеют вид $BIl \cos \alpha = mg \sin \alpha$, $N = mg \cos \alpha + BIl \sin \alpha$.

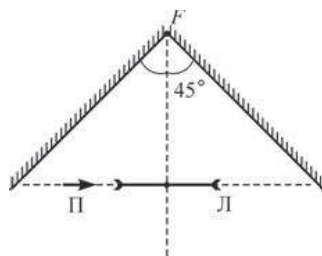
Из первого уравнения находим искомую величину силы тока при равновесии цилиндра: $I = \frac{mg}{Bl} \operatorname{tg} \alpha \approx 1$ А. Подставляя это значение I во второе уравнение, находим

$$N = \frac{mg}{\cos \alpha} \text{ (хотя эту величину находить по условию не требовалось).}$$

Ответ: $I = \frac{mg}{Bl} \operatorname{tg} \alpha \approx 1$ А.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>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 Ампера и условия равновесия твёрдого тела); 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 расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>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 объёме или отсутствуют. ИЛИ При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, 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 нём допущена ошибка.</p>	2
<p>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.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0
<p>Максимальный балл</p>	3

С6 Два плоских зеркала образуют прямой двугранный угол, перпендикулярно биссектрисе которого расположена небольшая рассеивающая линза L , а её фокус F находится в вершине угла (см. рисунок). В плоскости линзы рядом с ней находится небольшой предмет Π . Постройте изображение предмета, которое получится в результате двух отражений от зеркал и последующего преломления света линзой. Каково расстояние от плоскости линзы до изображения предмета?

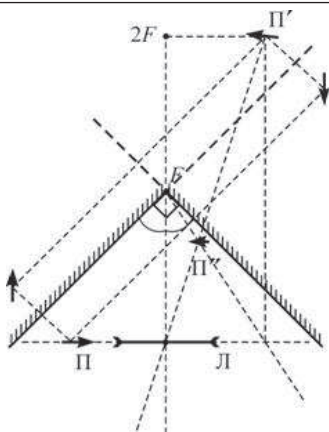


Возможное решение

Построим вначале изображение предмета Π после двух отражений от плоских зеркал. Как видно из построения на рисунке, предмет как бы «отражается» относительно вершины прямого угла, и его мнимое перевернутое изображение Π' находится на расстоянии $2F$ от плоскости линзы L .

Далее строим изображение Π'' «предмета» Π' в линзе (или используем формулу тонкой рассеивающей линзы: $\frac{1}{2F} + \frac{1}{b} = -\frac{1}{F}$, откуда $b = -\frac{2}{3}F$) – оно будет мнимым, прямым относительно Π' , перевернутым относительно предмета Π и будет находиться от линзы и предмета Π на расстоянии $\frac{2}{3}F$ вверх, вдоль биссектрисы двугранного угла.

Ответ: см. рисунок; изображение мнимое, перевернутое и находится на расстоянии $\frac{2}{3}F$ от плоскости линзы вверх, вдоль биссектрисы двугранного угла.



Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>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 плоских зеркалах и в линзе, формула тонкой линзы); 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) представлен рисунок с построением хода лучей в оптической системе; IV) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям», с промежуточными вычислениями); V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>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, III, IV, – представлены не в полном объёме или отсутствуют. ИЛИ При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, 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 V, или в нём допущена ошибка.</p>	2
<p>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.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0
<p>Максимальный балл</p>	3