

**Демонстрационный вариант
контрольных измерительных материалов
для проведения в 2013 году единого государственного экзамена
по ФИЗИКЕ**

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!

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		$h = 6.6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$	
Соотношение между различными единицами			
температура		$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$	
атомная единица массы		$1 \text{ а.е.м.} = 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$	
1 атомная единица массы эквивалентна		931.5 МэВ	
1 электронвольт		$1 \text{ эВ} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$	
Масса частиц			
электрона	$9.1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5.5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$		
протона	$1.673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1.007 \text{ а.е.м.}$		
нейтрона	$1.675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1.008 \text{ а.е.м.}$		
Плотность			
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	$13\,600 \text{ кг/м}^3$
Удельная теплоёмкость			
воды	$4.2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	алюминия	$900 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
льда	$2.1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	меди	$380 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
железа	$460 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	чугуна	$500 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
свинца	$130 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$		
Удельная теплота			
парообразования воды	$2.3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$		
плавления свинца	$2.5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$		
плавления льда	$3.3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$		
Нормальные условия: давление – 10^5 Па , температура – $0 \text{ }^\circ\text{С}$			
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	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

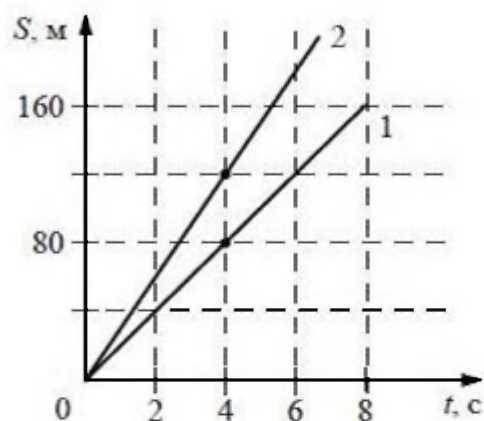
Часть 1

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

A1

На рисунке представлены графики зависимости пройденного пути от времени для двух тел. Скорость второго тела v_2 больше скорости первого тела v_1 на величину Δv , равную

- 1) 10 м/с
- 2) 20 м/с
- 3) 25 м/с
- 4) 40 м/с



A2

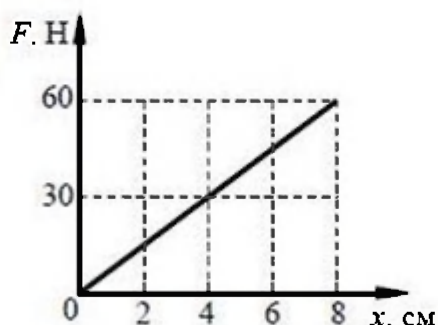
Подъёмный кран поднимает груз с постоянным ускорением. На груз со стороны каната действует сила, равная по величине $8 \cdot 10^3$ Н. На канат со стороны груза действует сила, которая

- 1) равна $8 \cdot 10^3$ Н
- 2) меньше $8 \cdot 10^3$ Н
- 3) больше $8 \cdot 10^3$ Н
- 4) равна силе тяжести, действующей на груз

A3

На рисунке представлен график зависимости модуля силы упругости от удлинения пружины. Какова жёсткость пружины?

- 1) 750 Н/м
- 2) 75 Н/м
- 3) 0,13 Н/м
- 4) 15 Н/м



A4 Импульс частицы до столкновения равен p_1 , а после столкновения равен p_2 , причём $p_1 = p$, $p_2 = \frac{2}{4}p$, $p_1 \perp p_2$. Изменение импульса частицы при столкновении Δp равняется по модулю

- 1) $\frac{5}{4}p$ 2) $\frac{7}{4}p$ 3) $\frac{\sqrt{7}}{4}p$ 4) $\frac{1}{4}p$

A5 Изменение скорости тела массой 2 кг, движущегося по оси x , описывается формулой $v_x = v_{0x} + a_x t$, где $v_{0x} = 8 \text{ м/с}$, $a_x = -2 \text{ м/с}^2$, t – время в секундах. Кинетическая энергия тела через 3 с после начала движения равна

- 1) 4 Дж
2) 36 Дж
3) 100 Дж
4) 144 Дж

A6 В таблице представлены данные о положении шарика, колеблющегося вдоль оси Ox , в различные моменты времени.

$t, \text{с}$	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2
$x, \text{мм}$	0	2	5	10	13	15	13	10	5	2	0	-2	-5	-10	-13	-15	-13

Какова амплитуда колебаний шарика?

- 1) 7,5 мм
2) 13 мм
3) 15 мм
4) 30 мм

A7 Какое из приведённых ниже утверждений справедливо для кристаллических тел?

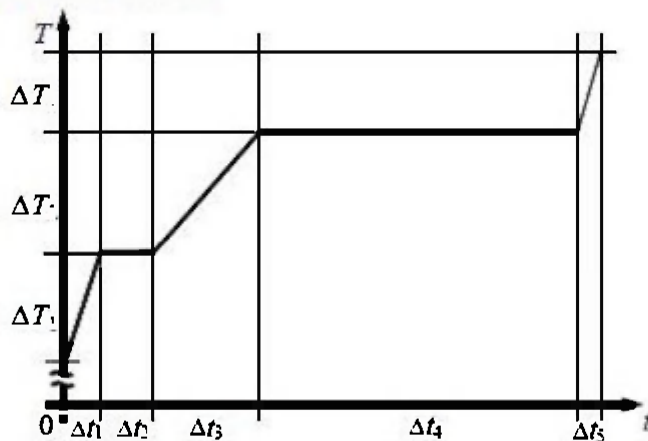
- 1) в расположении атомов отсутствует порядок
2) атомы свободно перемешаются в пределах тела
3) при изобарном плавлении температура тела остается постоянной
4) при одинаковой температуре диффузия в кристаллах протекает быстрее, чем в газах

- A8** На графике показана зависимость давления от концентрации для двух идеальных газов при фиксированных температурах. Отношение температур $\frac{T_2}{T_1}$ этих газов равно



- 1) 1
- 2) 2
- 3) 0.5
- 4) $\sqrt{2}$

- A9** На рисунке представлен график зависимости температуры T воды массой m от времени t при осуществлении теплопередачи с постоянной мощностью P . В момент времени $t = 0$ вода находилась в твёрдом состоянии. Какое из приведённых ниже выражений определяет удельную теплоту плавления льда по результатам этого опыта?



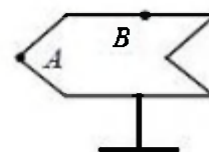
- 1) $\frac{P \cdot \Delta t_1}{m \cdot \Delta T_1}$
- 2) $\frac{P \cdot \Delta t_2}{m}$
- 3) $\frac{P \cdot \Delta t_3}{m \cdot \Delta T_1}$
- 4) $\frac{P \cdot \Delta t_4}{m}$

- A10** Газ сжали, совершив работу 38 Дж. и сообщили ему количество теплоты 238 Дж. Как изменилась внутренняя энергия газа?

- 1) увеличилась на 200 Дж
- 2) уменьшилась на 200 Дж
- 3) уменьшилась на 276 Дж
- 4) увеличилась на 276 Дж

A11

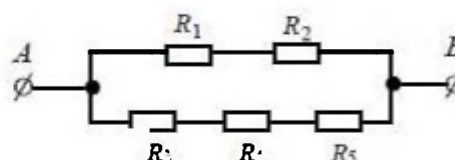
Полному металлическому телу на изолирующей подставке (см. рисунок) сообщён положительный заряд. Каково соотношение между потенциалами точек A и B ?



- 1) $\varphi_A = \varphi_B$
- 2) $\varphi_A < \varphi_B$
- 3) $\varphi_A > \varphi_B$
- 4) $\varphi_A = 0$; $\varphi_B > 0$

A12

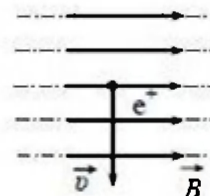
Сопротивление каждого резистора в цепи, показанной на рисунке, равно $100\ \Omega$. Участок подключён к источнику постоянного напряжения выводами A и B . Напряжение на резисторе R_4 равно $12\ \text{В}$. Напряжение между выводами схемы U_{AB} равно



- 1) $12\ \text{В}$
- 2) $18\ \text{В}$
- 3) $24\ \text{В}$
- 4) $36\ \text{В}$

A13

Положительно заряженная частица движется в однородном магнитном поле со скоростью $\vec{v}$, направленной перпендикулярно вектору магнитной индукции $\vec{B}$ (см. рисунок). Как направлена сила Лоренца, действующая на частицу?



- 1) к нам $\odot$
- 2) от нас $\otimes$
- 3) вдоль вектора $\vec{B}$
- 4) вдоль вектора $\vec{v}$

A14

Выберите среди приведённых примеров электромагнитные волны с максимальной частотой.

- 1) инфракрасное излучение Солнца
- 2) ультрафиолетовое излучение Солнца
- 3) излучение γ -радиоактивного препарата
- 4) излучение антенны радиопередатчика

A15 Действительное изображение предмета в собирающей линзе находится на расстоянии двойного фокуса от линзы. Предмет расположен

- 1) за тройным фокусом
- 2) на двойном фокусном расстоянии от линзы
- 3) между фокусом и двойным фокусом
- 4) между фокусом и линзой

A16 На поверхность тонкой прозрачной плёнки нормально падает пучок белого света. В отражённом свете плёнка окрашена в зелёный цвет. При использовании плёнки такой же толщины, но с чуть большим показателем преломления её окраска будет

- 1) полностью зелёной
- 2) ближе к красной области спектра
- 3) ближе к синей области спектра
- 4) полностью чёрной

A17 Опыты Резерфорда по рассеянию α -частиц показали, что
А. масса атома близка к массе всех электронов.
Б. размеры атома близки к размерам атомного ядра.
Какое(-ие) из утверждений правильно(-ы)?

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

A18 Какая доля от большого количества радиоактивных ядер остаётся нераспавшейся через интервал времени, равный двум периодам полураспада?

- 1) 25% 2) 50% 3) 75% 4) 0

A19 Ядро висмута $^{211}_{83}\text{Bi}$ после одного α -распада и одного электронного β -распада превращается в ядро

- 1) таллия $^{209}_{81}\text{Tl}$
- 2) свинца $^{207}_{82}\text{Pb}$
- 3) золота $^{207}_{79}\text{Au}$
- 4) ртути $^{207}_{80}\text{Hg}$

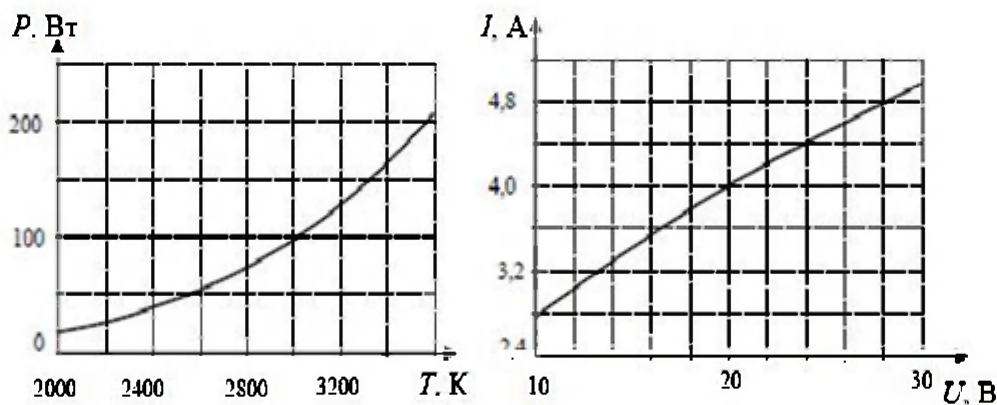
A20

Для определения диаметра тонкого провода его намотали на крутлый карандаш в один слой так, чтобы соседние витки соприкасались. Оказалось, что $N = 50$ витков такой намотки занимают на карандаше отрезок длиной $L = (15 \pm 1)$ мм. Чему равен диаметр провода?

- 1) $(0,15 \pm 0,01)$ мм
- 2) $(0,3 \pm 1)$ мм
- 3) $(0,30 \pm 0,02)$ мм
- 4) $(0,15 \pm 0,1)$ мм

A21

При нагревании спирали лампы накаливания протекающим по ней электрическим током основная часть подводимой энергии теряется в виде теплового излучения. На рисунке изображены графики зависимости мощности тепловых потерь лампы от температуры спирали $P = P(T)$ и силы тока от приложенного напряжения $I = I(U)$. При помощи этих графиков определите примерную температуру спирали лампы при напряжении $U = 20$ В.



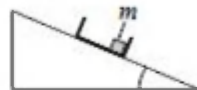
- 1) 2400 K
- 2) 2900 K
- 3) 3200 K
- 4) 3500 K

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 занятых, пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1

С вершины наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением лёгкая коробочка, в которой находится груз массой m (см. рисунок). Как изменятся время движения, ускорение и модуль работы силы трения, если с той же наклонной плоскости будет скользить та же коробочка с грузом массой $2m$?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Время движения	Ускорение	Модуль работы силы трения

В2

По проволочному резистору течёт ток. Резистор заменили на другой, с проволокой из того же металла и той же длины, но имеющей вдвое меньшую площадь поперечного сечения и пропустили через него вдвое меньший ток. Как изменятся при этом следующие три величины: тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе, напряжение на нём, его электрическое сопротивление?

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.

Тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе	Напряжение на резисторе	Электрическое сопротивление резистора

В3

Ученик исследовал движение бруска по наклонной плоскости и определил, что брусок, начиная движение из состояния покоя, проходит расстояние 30 см с ускорением $0,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Установите соответствие между физическими

величинами, полученными при исследовании движения бруска (см. левый столбец), и уравнениями, выражающими эти зависимости, приведёнными в правом столбце.

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

ЗАВИСИМОСТИ**УРАВНЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ**

А) зависимость пути, пройденного бруском, от времени

1) $l = Ar^2$, где $A = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Б) зависимость модуля скорости бруска от пройденного пути

2) $l = Br^2$, где $B = 0,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

3) $v = C\sqrt{l}$, где $C = 1,3 \frac{\sqrt{\text{м}}}{\text{с}}$

4) $v = Dl$, где $D = 1,3 \frac{1}{\text{с}}$

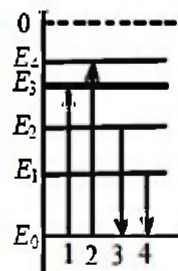
Ответ:

А	Б

В4

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

Установите соответствие между процессами поглощения света наибольшей длины волны и испускания света наибольшей длины волны и стрелками, указывающими энергетические переходы атома. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ПРОЦЕСС****ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
ПЕРЕХОД**

А) поглощение света наибольшей длины волны

1) 1

2) 2

Б) излучение света наибольшей длины волны

3) 3

4) 4

Ответ:

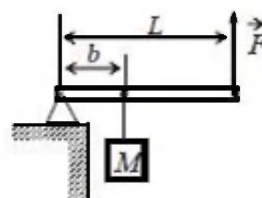
А	Б

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 «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

A22

Груз удерживают на месте с помощью рычага, приложив вертикальную силу 400 Н (см. рисунок). Рычаг состоит из шарнира и однородного стержня массой 20 кг и длиной 4 м. Расстояние от оси шарнира до точки подвеса груза равно 1 м. Масса груза равна



- 1) 80 кг 2) 100 кг 3) 120 кг 4) 160 кг

A23

Кусок льда, имеющий температуру 0°C , помещён в калориметр с электронагревателем. Чтобы превратить этот лёд в воду с температурой 10°C , требуется количество теплоты 200 кДж. Какая температура установится внутри калориметра, если лёд получит от нагревателя количество теплоты 120 кДж? Теплоёмкостью калориметра и теплообменом с внешней средой пренебречь.

- 1) 4°C 2) 6°C 3) 2°C 4) 0°C

A24

Пылинка, имеющая заряд 10^{-11} Кл, влетела в однородное электрическое поле в направлении против его силовых линий с начальной скоростью 0,3 м/с и переместилась на расстояние 4 см. Какова масса пылинки, если её скорость уменьшилась на 0,2 м/с при напряжённости поля 10^7 В/м? Силой тяжести и сопротивлением воздуха пренебречь.

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

A25

В двух идеальных колебательных контурах происходят незатухающие электромагнитные колебания. Во втором контуре амплитуда колебаний силы тока в 2 раза меньше, а максимальное значение заряда в 6 раз меньше, чем в первом контуре. Определите отношение частоты колебаний в первом контуре к частоте колебаний во втором.

- 1) $\frac{1}{12}$ 2) $\frac{1}{3}$ 3) 3 4) 12

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

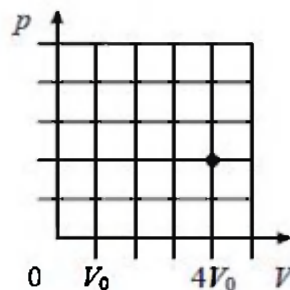
Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1

В стеклянном цилиндре под поршнем при комнатной температуре t_0 находится только водяной пар. Первоначальное состояние системы показано точкой на pV -диаграмме. Медленно перемещая поршень, объём V под поршнем изотермически уменьшают от $4V_0$ до V_0 . Когда объём V достигает значения $2V_0$, на внутренней стороне стенок цилиндра выпадает роса.

Постройте график зависимости давления p в цилиндре от объёма V на отрезке от V_0 до $4V_0$.

Укажите, какими закономерностями Вы при этом воспользовались.

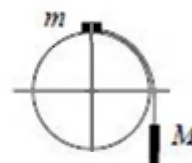


Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

С2

Система из грузов m и M и связывающей их лёгкой нерастяжимой нити в начальный момент покоится в вертикальной плоскости, проходящей через центр закреплённой сферы. Груз m находится в точке A на вершине сферы (см. рисунок). В ходе возникшего движения груз m отрывается от поверхности сферы, пройдя по ней дугу 30° . Найдите массу m , если $M = 100$ г.

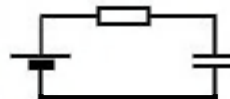
Размеры груза m ничтожно малы по сравнению с радиусом сферы. Трением пренебречь. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на грузы.

**С3**

Теплоизолированный цилиндр разделён подвижным теплопроводным поршнем на две части. В одной части цилиндра находится гелий, а в другой – аргон. В начальный момент температура гелия равна 300 К, а аргона – 900 К; объёмы, занимаемые газами, одинаковы, а поршень находится в равновесии. Поршень медленно перемещается без трения. Теплоёмкость поршня и цилиндра пренебрежимо мала. Чему равно отношение внутренней энергии гелия после установления теплового равновесия к его энергии в начальный момент?

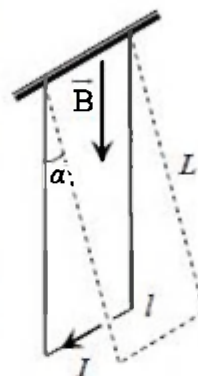
C4

Источник постоянного напряжения с ЭДС 100 В подключён через резистор к конденсатору, расстояние между пластинами которого можно изменять (см. рисунок). Пластины раздвинули, совершив при этом работу 90 мкДж против сил притяжения пластин. На какую величину изменилась ёмкость конденсатора, если за время движения пластин на резисторе выделилось количество теплоты 40 мкДж? Потерями на излучение пренебречь.



C5

Металлический стержень длиной $l = 0,1$ м и массой $m = 10$ г, подвешенный на двух параллельных проводящих нитях длиной $L = 1$ м, располагается горизонтально в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1$ Тл, как показано на рисунке. Вектор магнитной индукции направлен вертикально. На какой максимальный угол отклонятся от вертикали нити подвеса, если по стержню пропустить ток силой 10 А в течение 0,1 с? Угол α отклонения нитей от вертикали за время протекания тока мал.



C6

Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ эВ, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе из состояния E_2 в состояние E_1 атом испускает фотон. Поток таких фотонов падает на поверхность фотокатода. Запирающее напряжение для фотоэлектронов, вылетающих с поверхности фотокатода, $U_{\text{зп}} = 7,4$ В. Какова работа выхода $A_{\text{вых}}$ фотоэлектронов с поверхности фотокатода?

