

Ответы: ЕГЭ по Физике

1	2
2	0,6
3	6
4	3
5	25
6	12
7	4
8	5
9	12
10	31
11	2
12	0,5
13	1
14	24
15	11
16	30
17	24
18	25

19

 $(80,0 \pm 0,1)$

20

13

21

Возможное решение

1. Для описания движения системы воспользуемся вторым законом Ньютона и законом Амонтона-Кулона.

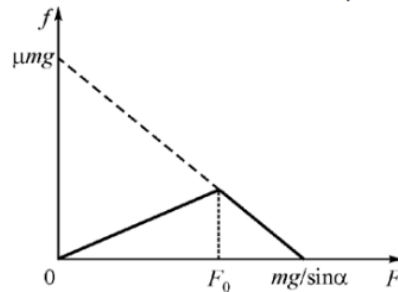
2. При малых значениях модуля силы \vec{F} брусок покоится, и на него действует сила трения покоя, модуль f_1 которой равен касательной составляющей силы \vec{F} , то есть $f_1 = F \cos \alpha$.

3. При увеличении модуля силы \vec{F} её касательная составляющая увеличивается, а модуль силы нормальной реакции стола $N = mg - F \sin \alpha$ уменьшается. Поэтому после достижения силой трения покоя максимального значения μN брусок скользит по столу с ускорением, и на него действует сила трения скольжения $f_2 = \mu N = \mu mg - \mu F \sin \alpha$.

4. Когда модуль силы \vec{F} достигнет значения $F_{\max} = mg / \sin \alpha$, сила нормальной реакции опоры обратится в ноль, после чего брусок оторвётся от стола и будет продолжать двигаться с ускорением $\vec{a} = \vec{F} / m + \vec{g}$. Сила трения при этом будет равна нулю.

5. График зависимости модуля силы трения f , действующей на брусок, от модуля силы F изображён на рисунке сплошной линией. Точка «излома»

находится из условия $f_1 = f_2$, откуда $F_0 = \frac{\mu mg}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}$.



22

Возможное решение

Участки графика 1–2 и 3–4 — изобарные процессы, причем изменение объёмов на обоих участках одинаковое. Работа газа при изобарном процессе находится по формуле $A = p \cdot \Delta V$. Так как по модулю работы отличаются в 3 раза, то и давления так же отличаются в 3 раза. На участке 2–3 происходит изохорный процесс, следовательно, газ работу не совершает. По первому закону термодинамики $Q_{2-3} = \Delta U_{2-3} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$. При изохорном процессе $\frac{p}{T} = \text{const}$. Значит, при уменьшении давления в 3 раза температура уменьшается так же в 3 раза, т. е. $T_2 = 3T_3$. Таким образом, $Q_{2-3} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - 3T_3) = -3\nu RT_3 =$
 $= -3 \cdot 0,1 \cdot 8,31 \cdot 300 \approx -748$ Дж. Отданное количество теплоты на участке 2–3 равно 748 Дж.

23

Возможное решение

Увеличение линзы определяется формулой: $\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$. Откуда получаем: $f = \Gamma \cdot d = 1,4 \text{ см} \cdot 2,5 = 3,5 \text{ см}$. Фокусное расстояние, расстояние до предмета и расстояние до изображения связаны формулой: $\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$, откуда $F = \frac{fd}{f+d} = \frac{3,5 \text{ см} \cdot 1,4 \text{ см}}{3,5 \text{ см} + 1,4 \text{ см}} = 1 \text{ см}$.

Ответ: 1.

24

Возможное решение

1. Вначале найдём количество теплоты, необходимое для охлаждения осколка колокола: $Q = c_6 \cdot M \cdot \Delta T_6 = 380 \cdot 12000 \cdot 800 = 3,648 \cdot 10^9 \text{ Дж}$.
2. Затем определим, какую массу воды с удельной теплоёмкостью $c_v = 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$ можно нагреть и испарить, используя это количество теплоты: $m = Q/(c_v \cdot \Delta T_v + r) = 3,648 \cdot 10^9 / (4200 \cdot 80 + 2,3 \cdot 10^6) \approx 1384 \text{ кг}$. Здесь $\Delta T_v = 80 \text{ К}$, r – удельная теплота парообразования воды.
3. Эта масса воды (молярная масса $\mu = 0,018 \text{ кг/моль}$) сразу после испарения будет иметь температуру $T_0 = 373 \text{ К}$, и при атмосферном давлении пар будет занимать объём

$$V = mRT_0/\mu p = 1384 \cdot 8,31 \cdot 373 / (0,018 \cdot 10^5) \approx 2383 \text{ м}^3.$$

Ответ: $V = mRT_0/\mu p \approx 2383 \text{ м}^3$

25

Возможное решение

1. Согласно формуле Томсона для периода T электромагнитных колебаний в контуре, $T = 2\pi(LC)^{1/2}$, а круговая частота $\omega = 2\pi/T = (LC)^{-1/2}$.
2. В исходном контуре последовательно соединены два конденсатора и две катушки индуктивности, так что согласно формулам для сложения последовательно соединённых ёмкостей и индуктивностей $C = C_1 C_2 / (C_1 + C_2)$, а $L = L_1 + L_2$, и $\omega_1 = \sqrt{\frac{C_1 + C_2}{C_1 C_2 (L_1 + L_2)}}$.
3. После замыкания ключа K в контуре остаются только соединённые последовательно C_1 и L_1 , так что $\omega_2 = 1/(L_1 C_1)^{1/2}$.
4. Таким образом, получаем:

Ответ: $\frac{\omega_2}{\omega_1} = \sqrt{\frac{C_2(L_1 + L_2)}{L_1(C_1 + C_2)}} = 1,2$

26

Возможное решение

Обоснование

Шарик и брусок в данных условиях можно считать материальными точками. При отсутствии силы сопротивления воздуха и трения в инерциальной системе отсчёта для шарика и бруска применим закон сохранения импульса при абсолютно неупругом ударе. Внешняя сила тяжести действует в течение очень малого промежутка времени взаимодействия, поэтому этим действием можно пренебречь.

Нить невесома и нерастяжима, на шарик действуют сила тяжести и сила натяжения нити.

Равнодействующая сил в момент удара является причиной возникновения центростремительного ускорения для равномерного движения по окружности. Можем применять для инерциальной системы отсчета второй закон Ньютона.

Перейдем к решению. 1. Непосредственно перед обрывом нити в момент прохождения положения равновесия шарик движется по окружности радиусом l со скоростью v . В этот момент действующие на шарик сила тяжести $m\vec{g}$ и сила натяжения нити \vec{T}_0 направлены по вертикали и вызывают центростремительное ускорение шарика (см. рис.). Запишем второй закон Ньютона в проекциях на ось Oy инерциальной системы отсчёта Oxy , связанной с Землёй:

$$\frac{mv^2}{l} = T_0 - mg, \text{ откуда } v = \sqrt{\left(\frac{T_0}{m} - g\right)l}.$$

2. При прохождении положения равновесия нить обрывается, и шарик, движущийся горизонтально со скоростью v , абсолютно неупруго сталкивается с покоящимся бруском. При столкновении сохраняется импульс системы шарик — брусок. В проекциях на ось Ox получаем:

$$mv = (M + m)u.$$

где u — проекция скорости бруска с шариком после удара на эту ось. Отсюда:

$$M = m \left(\frac{v}{u} - 1 \right) = m \left(\frac{\sqrt{\left(\frac{T_0}{m} - g\right)l}}{u} - 1 \right) = 0,4 \left(\frac{\sqrt{\left(\frac{12}{0,4} - 10\right) \cdot 0,8}}{0,8} - 1 \right) = 1,6 \text{ кг.}$$

Ответ: $M = 1,6$ кг.