

Ответы: ЕГЭ по физике

1 118

2 200

3 4

4 70

5 45

6 22

7 20

8 1,5

9 15

10 23

11 2,5

12 2

13 8

14 13

15 23

16 13 4

17 23

18 23

19 $1,10 \pm 0,03$

20 45

21 **Возможное решение**

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

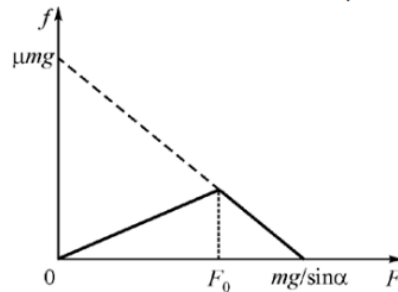
2. При малых значениях модуля силы \vec{F} брусок покоится, и на него действует сила трения покоя, модуль f_1 которой равен касательной составляющей силы \vec{F} , то есть $f_1 = F \cos \alpha$.

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 **Решение.**

Определим, какую бы скорость приобрел свободно падающий мяч, из закона сохранения энергии: $\frac{mv^2}{2} = mgh \Leftrightarrow v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 20} = 20$ м/с. Согласно условию, из-за сопротивления воздуха, скорость оказалась на 20% меньше: $0,8 \cdot 20$ м/с = 16 м/с. Таким образом, импульс мяча в момент падения равен $p = mv = 0,2 \cdot 16 = 3,2$ кг·м/с.

Ответ: 3,2.

23 **Возможное решение**

Воспользуемся формулами основного уравнения МКТ идеального газа, массы одной молекулы и концентрации: $p = \frac{1}{3} m_0 n \bar{v}^2$, $n = \frac{N}{V}$, $m_0 = \frac{M}{N_A}$, $N = \nu N_A$. Откуда $p = \frac{\nu M \bar{v}^2}{3V}$.

Из графика возьмем одну точку, в которой $V = 0,024 \text{ м}^3$ и $\bar{v} = 300 \text{ м/с}$. Давление газа равно

$$p = \frac{2 \cdot 32 \cdot 10^{-3} \cdot 9 \cdot 10^4}{3 \cdot 24 \cdot 10^{-3}} = 80 \text{ кПа}.$$

24

Возможное решение

1. Когда в насыщенные пары воды при 100°C внесли холодный стакан со льдом при 0°C , на его поверхности началась конденсация паров, при которой выделяется теплота конденсации, равная теплоте парообразования воды $Q = Lm$ и расходуемая на нагревание медного стакана и плавление льда в нём (здесь L – удельная теплота парообразования воды, равная $2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$).

2. Поскольку за счёт кипячения воды в цилиндре при постоянной температуре $T_1 = 100^\circ\text{C}$ пары воды в нём всё время остаются насыщенными, то процесс нагревания стакана со льдом будет происходить до тех пор, пока сам стакан и вода в нём, получившаяся при плавлении льда, не нагреются до 100°C . После этого вода в стакане будет находиться в равновесии с насыщенным паром, и процесс его конденсации на стакане закончится.

3. Количество теплоты, необходимое для нагревания меди, равно $Q_1 = cM\Delta T = cM(T_1 - T_2)$, где c – удельная теплоёмкость меди, равная $380 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$.

4. Количество теплоты, необходимое для плавления льда массой $m_{\text{л}} = \rho V$ в стакане, равно $Q_2 = \lambda m_{\text{л}} = \lambda \rho V$, где $\lambda = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$ – удельная теплота плавления льда.

5. Количество теплоты, необходимое для нагревания образовавшейся при плавлении льда воды, равно $Q_3 = c_{\text{в}} m_{\text{л}} (T_1 - T_2) = c_{\text{в}} \rho V (T_1 - T_2)$, где $c_{\text{в}}$ – удельная теплоёмкость воды, равная $4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$.

6. Записывая уравнение теплового баланса, имеем: $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$. Используя найденные выражения для всех количеств теплоты, окончательно получаем искомую массу сконденсировавшегося пара:

$$m = [cM(T_1 - T_2) + \lambda \rho V + c_{\text{в}} \rho V (T_1 - T_2)] / L.$$

6. Подставляя численные данные в системе СИ из условия задачи, получаем:

$$m = [380 \cdot 0,1 \cdot 100 + 900 \cdot 100 \cdot 10^{-6} \cdot (3,3 \cdot 10^5 + 4,2 \cdot 10^3 \cdot 100)] / (2,3 \cdot 10^6) = 31 \text{ г}.$$

Ответ: $m = [cM(T_1 - T_2) + \lambda \rho V + c_{\text{в}} \rho V (T_1 - T_2)] / L \approx 3,43 \cdot 10^{-2} \text{ кг} = 31 \text{ г}$.

25

Возможное решение

1. Поток вектора магнитной индукции через катушку при условиях задачи равен $\Phi = BNS$.

2. Когда индукция магнитного поля начинает изменяться, в катушке по закону электромагнитной индукции Фарадея появляется постоянная ЭДС индукции $\varepsilon_i = -d\Phi/dt = -NS dB/dt = -NS d(B_0 - 2B_0 t/\tau)/dt = 2NSB_0/\tau$.

3. По закону Ома для замкнутой цепи через резистор течёт в течение промежутка времени τ постоянный ток $I = \varepsilon_i/R = 2NSB_0/(\tau R)$.

4. Количество теплоты, выделившейся в резисторе за это время, по закону Джоуля-Ленца равно $Q = I^2 R \tau = 4N^2 S^2 B_0^2 / (R \tau)$.

5. Подставляя численные данные из условия задачи, получаем:

$$Q = 4 \cdot 2000^2 \cdot 40^2 \cdot 10^{-8} (0,5)^2 / (2 \cdot 10^3 \cdot 30) \approx 1,07 \cdot 10^{-3} \text{ Дж} = 1,07 \text{ мДж}.$$

Ответ: $Q = 4N^2 S^2 (B_0)^2 / (R \tau) \approx 1,07 \cdot 10^{-3} \text{ Дж} = 1,07 \text{ мДж}$.

Обоснование

Горка и тело движутся поступательно. Внешние силы — сила реакции опоры и сила тяжести — не оказывают действия в горизонтальном направлении. Сила трения не действует, т. к. поверхность горки гладкая. Действием силы сопротивления воздуха можно пренебречь. Тогда в инерциальной системе отсчета по горизонтальной оси можно применять закон сохранения импульса.

Суммарная работа силы реакции опоры равна нулю, внешние силы трения и сопротивления не действуют, поэтому в инерциальной системе отсчета применим закон сохранения энергии для системы тел «горка — тело».

Решение

На систему тел «шайба + горка» действуют внешние силы (тяжести и реакции стола), но они направлены по вертикали, поэтому проекция импульса системы на горизонтальную ось Ox системы отсчёта, связанной со столом, сохраняется. В начальный момент времени импульс системы равен нулю, поэтому для интересующего нас момента времени, можно написать:

$$0 = -m_{\text{ш}}u_{\text{ш}} + M_{\Gamma}V_{\Gamma},$$

здесь $u_{\text{ш}}$ и V_{Γ} — скорости шайбы и горки относительно горизонтальной поверхности.

Работа сил тяжести определяется изменением потенциальной энергии, а суммарная работа сил реакции равна нулю, так как поверхности гладкие. Следовательно, полная механическая энергия системы тел, равная сумме кинетической и потенциальной, сохраняется. Так как потенциальная энергия горки не изменилась, получаем уравнение

$$m_{\text{ш}}g4h = m_{\text{ш}}gh + \frac{m_{\text{ш}}u_{\text{ш}}^2}{2} + \frac{M_{\Gamma}V_{\Gamma}^2}{2}.$$

Решая систему из этих двух уравнений и используя тот факт, что $M_{\Gamma} = 8m_{\text{ш}}$, для скорости шайбы на левой вершине горки получаем

$$u_{\text{ш}} = 4\sqrt{\frac{gh}{3}}.$$

Ответ: $4\sqrt{\frac{gh}{3}}$