

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 11

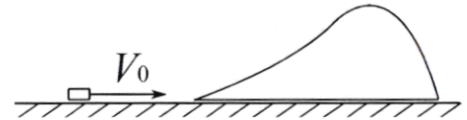
Шифр 2-002

(заполняется секретарём)

Вариант 11-03

1. Небольшой шарик висит на легкой нити длиной 50 см. Какую минимальную горизонтальную скорость надо сообщить шарiku, чтобы он, двигаясь по окружности, совершил полный оборот в вертикальной плоскости? Принять $g=10 \text{ м/с}^2$.

2. Небольшая шайба массой m скользит по гладкому горизонтальному столу со скоростью v_0 к неподвижной незакрепленной горке массой $3m$ (см. рис.). Шайба въезжает на горку, движется по ней без трения и отрыва и съезжает с горки в обратном направлении.

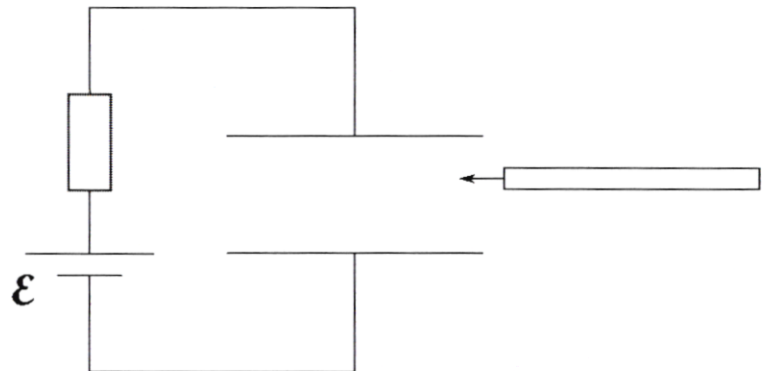


- 1) На какую максимальную высоту поднимается шайба?
- 2) С какой скоростью шайба съезжает с горки?

3. Теплоизолированный сосуд объемом $V = 8,31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ разделен перегородкой на две части с различными объемами. В первой части находится гелий при температуре 27°C в количестве $\nu_1 = 0,2$ моль. Во второй части находится гелий при температуре 7°C в количестве $\nu_2 = 0,3$ моль. Перегородка прорывается.

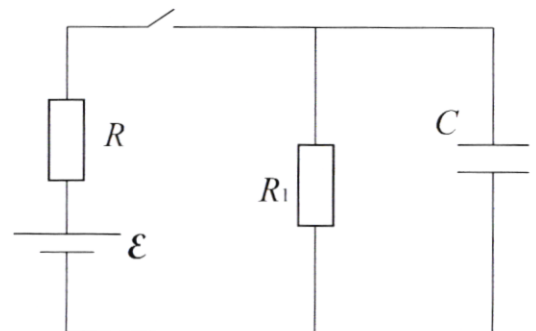
- 1) Какая температура (в градусах Цельсия) установится в сосуде после наступления термодинамического равновесия?
- 2) Найти конечное давление в сосуде.

4. Плоский воздушный конденсатор емкостью C_0 подсоединен через резистор к источнику с ЭДС ε (см. рис.). В конденсатор вводят параллельно обкладкам незаряженную проводящую пластину и располагают ее напротив обкладок. Форма поверхности пластины совпадает с формой поверхности обкладок. Толщина пластины в 4 раза меньше расстояния между обкладками.



- 1) Найти емкость конденсатора с пластиной.
- 2) Какой заряд пройдет через резистор после начала введения пластины?

5. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут. Параметры цепи указаны на схеме. Внутреннее сопротивление источника «содержится» в R , $R_1=3R$. Ключ замыкают. После достижения в цепи установившегося режима ключ размыкают. Известными величинами считать C , ε , R .



- 1) Найти ток через источник сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти установившееся напряжение на конденсаторе при замкнутом ключе.
- 3) Какое количество теплоты выделится в цепи после размыкания ключа?

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

ответ 1

если $V = \min \Rightarrow V$ самый высокий уровень должен
быть $V_{\min} = \sqrt{gR}$ из 2 закона Ньютона

закон сохранения энергии

$$\frac{m V_{\min}^2}{2} = \frac{m V_{\min}^2}{2} + m g 2R$$

$$V_{\min} = \sqrt{gR} = 5$$

ответ 2



1) если шарик движется по ней и сезжает обратном
напряжении и высота максимальная

~~$$v_{10x} = v_{20x}$$~~

v_{10x} (проекция v_1 на Ox)

$$v_{10x} = v_{20x}$$

v_{20x} (проекция v_2 на Ox)

$$v_{0x} = v_{x'}$$

$$\frac{m v'^2}{2} + \frac{3 m v_2^2}{2 \cdot 16} = \frac{m v^2}{2}$$

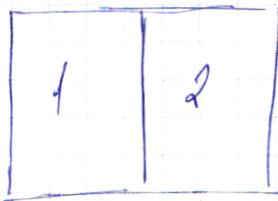
$$v' = \frac{v}{4}$$

$$v_2^2 = \frac{g}{16} v^2$$

v_2 (перпендикулярная скорости)

$$H = \frac{v_2^2}{2g} = \frac{g v^2}{32}$$

3 оубем



$$m_1 = \rho_1 M = 0,2 M$$

$$m_2 = \rho_2 M = 0,3 M$$

$$1) \Delta Q = 0 \Rightarrow C m_1 (t' - T) - C m_2 (t' - 2T) = 0$$

$$0,2 (t' - T) = 0,3 (2T - t')$$

$$t' = 19^\circ \text{C}$$

$$2) P V_1 = \rho_1 R T$$

$$P V_2 = \rho_2 R T$$

$$P (V_1 + V_2) = (\rho_1 + \rho_2) R T$$

$$P = 146 \cdot 10^3 \text{ паскал}$$

Оубем 2(2)

$$2) \begin{cases} mV = mV_1 + 3mV_2 & \textcircled{1} \\ \frac{mV^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{3mV_2^2}{2} & \textcircled{2} \end{cases} \begin{cases} V - V_1 = 3V_2 \\ V^2 - V_1^2 = 3V_2^2 \end{cases}$$

$$\textcircled{2} : \textcircled{1} \begin{cases} V + V_1 = 3V_2 \\ V - V_1 = 3V_2 \end{cases}$$

$$V_2 = \frac{V}{2} \quad V_1 = -\frac{V}{2}$$

оубем $V_1 = -\frac{V}{2}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Ответ 5

общая сопротивляемость цепи = R'

$$R' = R + R_1 = 4R$$

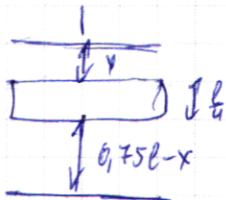
$$1) \quad y = \frac{I \Sigma}{R + 2} = \frac{\Sigma}{5R}$$

$$U = \frac{3}{5} \Sigma$$

$$3) \quad Q = \frac{e \Sigma^2}{2} = \frac{9 c \Sigma^2}{50}$$

Ответ 4

1)



$$C_1 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{x}$$

$$C_2 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{0.75l - x}$$

$$C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

$$C = \frac{\frac{\epsilon \epsilon_0 S}{x} \cdot \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{0.75l - x}}{\frac{\epsilon \epsilon_0 S}{x} + \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{0.75l - x}} = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{0.75l} = \frac{4}{3} C_0$$

$$q_1 = C_1 U$$

$$q_2 = C_2 U$$

$$q = \frac{C U}{3}$$

$$\frac{C' U^2}{2} - \frac{C U^2}{2} = \frac{Q^2}{2C}$$

$$\Delta Q = \frac{\sqrt{3}}{3} q_0 = \frac{\sqrt{3}}{3} C_0 U$$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5

$$R_{00} = 5R$$

$$U = \frac{\varepsilon}{5R}$$

$$U = y R_1 = \frac{3}{5} \varepsilon$$

$$\Phi = \frac{C U^2}{2} = \frac{C}{2} \frac{9}{25} \varepsilon^2 = \frac{9C \varepsilon^2}{50}$$

9

T — Φ

$$mV_0 = 3mV' \rightarrow mV \rightarrow$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV^2}{2} + \frac{3mV'^2}{2}$$

$$V_0 - V = V'$$

$$V_0 + V = 3V'$$

$$2V_0 = 4V'$$

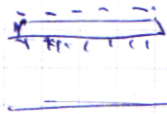
$$V' = \frac{V_0}{2}$$

$$V = \frac{V_0}{2}$$

$$mV_0 = 3mV' = mV$$

$$V_0 + V = 3V'$$

$$F = \frac{U \varepsilon}{d}$$



$$\frac{CV^2}{2} - \frac{Cv^2}{2} = \frac{q^2}{2C}$$

$$\frac{7}{9} \frac{Cv^2}{2} = \frac{q^2}{2C}$$

$$v = \frac{\sqrt{7} q}{3C}$$

скороходим ~~судовая~~
~~судовая~~ ~~масса~~

$$V_2 \text{ м/с} \Rightarrow$$

11)

$$mg \cos \alpha = \frac{mv^2}{R}$$

$v^2 = gR \cos \alpha \Rightarrow V_{\min}$ с наименьшей высотой движение

горизонт, $\sin \alpha = 1 \Rightarrow V_{\min} = \sqrt{gR}$

из закона сохранения энергии

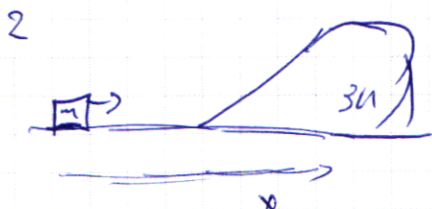
$$\frac{mv_m^2}{2} + mg \cdot 2R = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$mv_m^2 + 4mgR = mv_0^2$$

$$5gR = v_0^2$$

$$v_0 = \sqrt{5gR} = 5$$

2)



3.С.В.

$$\begin{cases} mv = m v_1 + 3m v_2 \\ \frac{mv^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{3m v_2^2}{2} \end{cases}$$

$$mv = m v_1 + 3m v_2$$

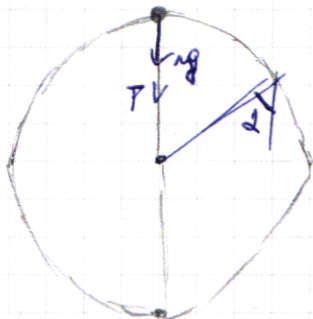
$$\frac{mv^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{3m v_2^2}{2}$$

$$\begin{cases} v = v_1 + 3v_2 \\ v^2 = v_1^2 + 3v_2^2 \\ \frac{v^2 - v_1^2}{1} = \frac{3v_2^2}{1} \\ v - v_1 = 3v_2 \end{cases}$$

$$v + v_1 = v_2$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

11



$$mg = \frac{mv^2}{R}$$

$$v = \sqrt{gR}$$

$$mg \cos \alpha = \frac{mv^2}{R}$$

$$v^2 = gR \cos \alpha$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + mg2R$$

$$\frac{mv^2}{2} + 2mgR \cos \alpha = \frac{mv^2}{2}$$

$$v_0^2 = v^2 + 4gR = 5gR$$

$$R + 2R \cos \alpha = v^2$$

$$v_0 = \sqrt{5gR}$$

$$v^2 = 3R + 2R \cos \alpha$$

3) $m_1 = 0,2 \text{ кг}$ $m_2 = 0,3 \text{ кг}$

$$C m_1 (t' - T) + C m_2 (t' - 2T) = 0$$

$$q m_1 (t' - T) = k m_2 (2T - t')$$

$$0,2 k (t' - T) = 0,3 k (2T - t')$$

$$2t' - 14 = 3 \cdot 2T - 3t'$$

$$5t' = 8T + 14$$

$$t' = \frac{95}{5} = 19 \text{ с}$$

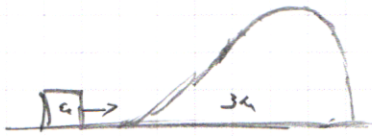
2) $PV = \nu RT$

$$P = \frac{(n_1 + n_2) R \cdot (t' + 273)}{V} = \frac{0,5 \cdot 8,31 \cdot 292}{831 \cdot 10^{-3}} = 146 \cdot 10^3$$

$$m v_0 = 3 m v' - m v$$

$$m(v_0 + v) = 3 m v'$$

$$m(v_0^2 - v^2) = 3 m v'^2$$



$$v_0 + v = v'$$

$$m v_0 = 3 m v' - m v$$

$$\frac{m v_0^2}{2} - \frac{m v^2}{2} = \frac{3 m v'^2}{2}$$

$$m v_0^2 - m v^2 = 3 m v'^2$$

$$m(v_0^2 - v^2) = 3 m v'^2$$

$$m(v_0 + v) = 3 m v'$$

$$v_0 + v = v'$$

$$m v_0 = 3 m v_0 + 2 m v$$

$$-2 m v_0 = 2 m v \Rightarrow -v_0 = v$$

$$v'^2 - v_0^2 + v_0^2 = \frac{v_0^2}{4} + v_0^2 = \frac{13 v_0^2}{4}$$

$$v_n^2 = \frac{9 v_0^2}{16}$$

$$v_n = \frac{3 v_0}{4}$$

$$v_0 = 4 v'$$

$$v' = \frac{v}{4}$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{3 m v_0^2}{32} + \frac{m v'^2}{2}$$

$$v_0^2 - \frac{3 v_0^2}{16} = v'^2$$

$$\frac{13 v_0^2}{16} = v'^2$$

$$v' = \frac{\sqrt{13} v_0}{4}$$

$$H = \frac{v_n^2}{2g} = \frac{9 v_0^2}{32g}$$



$$C_1 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{x} \quad C_2 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{3l - x}$$

$$C' = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{\frac{\epsilon \epsilon_0 S}{x} \cdot \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{3l - x}}{\frac{\epsilon \epsilon_0 S}{x} + \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{3l - x}} = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{0.75}$$

$$Q = U \cdot C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{3l} U = \frac{C V}{3} = \frac{4}{3} \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{e}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$V_0 + V_1 = V_2$$

$$V_0 = V_1 + 3V_2$$

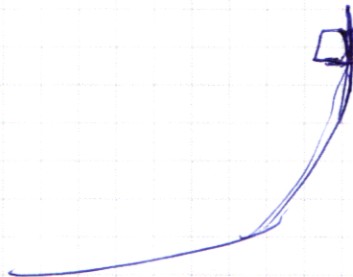
$$2V_0 = 4V_2$$

$$V_2 = \frac{V_0}{2}$$

$$+ V_1 = -\frac{V_0}{2}$$

~~до удара образ образ~~

после удара V_1 про.



если V_1 ~~дана~~ V_2 \rightarrow

~~иногда~~

должен

V_1 (проекция V_1 на Ox) = V_2 (проекция V_2 на Ox)

$$mV = 4mV'$$

$$V' = \frac{V}{4}$$

$$\frac{mV^2}{2} + \frac{3mV_2^2}{2} = \frac{mV^2}{2}$$

$$\frac{1}{2} (V_1^2 + V_2^2) = \frac{13}{16} V^2$$

h

$$\frac{V^2}{4} + V_2^2 = \frac{13}{16} V^2$$

$$V_2^2 = \frac{9}{16} V^2$$

$$H_{max} = \frac{mV_2^2}{2g} = \frac{9}{32} V^2$$

$$V_2 = \frac{3}{4} V$$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)