

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 11

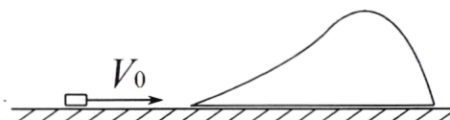
Шифр 10-002

(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.

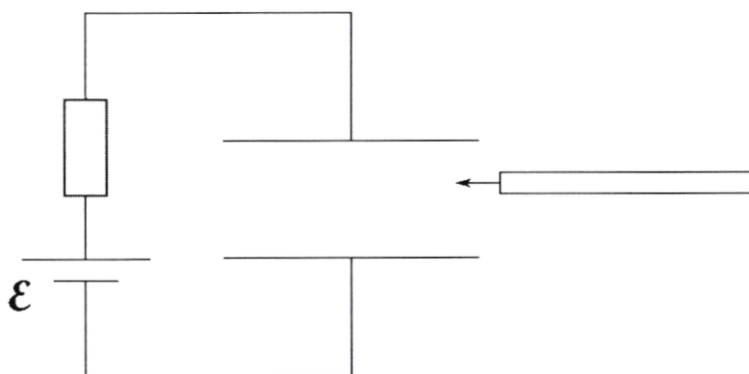


- 1) На какую максимальную высоту поднимается шайба?
- 2) С какой скоростью шайба съезжает с горки?

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.

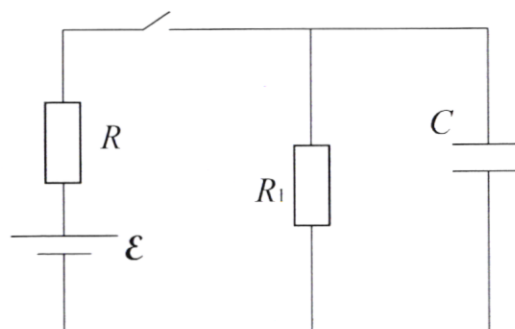
- 1) Какая температура (в градусах Цельсия) установится в сосуде после наступления термодинамического равновесия?
- 2) Найти конечное давление в сосуде.

4. Плоский воздушный конденсатор емкостью C_0 подсоединен через резистор к источнику с ЭДС \mathcal{E} (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?

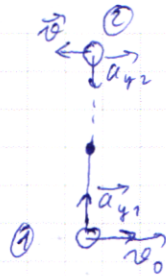
5. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут. Параметры цепи указаны на схеме. Внутреннее сопротивление источника «содержится» в R , $R_1=3R$. Ключ замыкают. После достижения в цепи установившегося режима ключ размыкают. Известными величинами считать C , \mathcal{E} , R .



- 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

№1 Дано:
 $l = 0,5 \text{ м}$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
 $v_0 = ?$



$a_{y2} = g \Rightarrow a_{y2 \text{ min}} = g \Rightarrow g = \frac{v^2}{l} \quad (1)$
т.к. $r = l$, то $g = \frac{v^2}{l} \Rightarrow v = \sqrt{gl} \quad (2)$

по закону сохр. энергии:

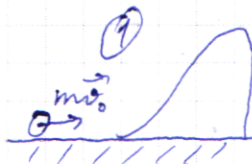
в 1 точке: $E_p = \frac{mv^2}{2} \quad (3)$
в 2 точке: $E_p = \frac{mv^2}{2} + mgh \quad (4)$

$(3) = (4) \Rightarrow \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + mgh \quad (5)$

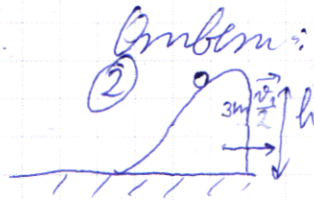
т.к. $h = 2l$: $v_0^2 = v^2 + 4gh \Rightarrow v_0^2 = 4gl + gl \Rightarrow v_0^2 = 5gl$

$v_0 = \sqrt{5gl} \quad (6)$; $v_0 = \sqrt{5 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,5 \text{ м}} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

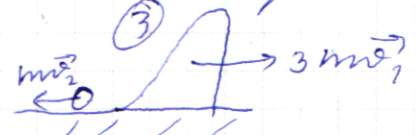
№2 Дано:
 $m_1 = m$
 $m_2 = 3m$
 v_0
 $h = ?$
 $v_1 = ?$



$p_1 = mv_0$



$p_2 = 3m \frac{v_1}{2}$



$p_3 = 3mv_1 - mv_2$

$p_1 = p_2 \Rightarrow mv_0 = 3m \frac{v_1}{2} \cdot 2 \Rightarrow 2v_0 = 3v_1 \Rightarrow v_1 = \frac{2}{3}v_0 \quad (7)$

по закону сохр. энергии:

для 1 положения: $E_{p1} = \frac{mv_0^2}{2} \quad (2)$
для 2 положения: $E_{p2} = mgh \quad (3)$

$E_{p1} = E_{p2} + A \Rightarrow \frac{mv_0^2}{2} = mgh + A \quad (4)$

A - работа шайбы по приращению энергии горки:

$\frac{mv_0^2}{2} = mgh + \frac{3m v_1^2}{8} \quad (|: m) \cdot 8$

$4v_0^2 = 8gh + 3v_1^2 \quad (5)$

(1) & (5): $4v_0^2 = 8gh + 3\left(\frac{2}{3}\right)^2 v_0^2$

$8gh = 4v_0^2 - \frac{12}{9} v_0^2$

$h = \frac{4v_0^2 - \frac{4}{3}v_0^2}{8g} = \frac{\frac{8}{3}v_0^2}{8g} = \frac{v_0^2}{3g} \quad (6)$

по закону сохр. импульса из (2) и (3):

$$\frac{3m v_1}{2} = 3m v_1 - m v_2 \quad | : m$$

$$\frac{3}{2} v_1 = 3m v_1 - v_2 \Rightarrow v_2 = 3v_1 - \frac{3}{2} v_1 = \frac{3}{2} v_1 \quad (7)$$

т.к. $v_1 = \frac{2}{3} v_0$, то $v_2 = \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{3} v_0 = v_0 \quad (8)$

Проблем: высота - $\frac{v_0^2}{2g}$; скорость с которой падает равна скорости взлета.

(№3) Дано:

$$V = 9,37 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$T_1 = 300 \text{ K}$$

$$t_1 = 27^\circ \text{ C}$$

$$V_1 = 0,2 \text{ моль}$$

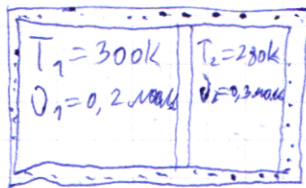
$$t_2 = 7^\circ \text{ C}$$

$$T_2 = 280 \text{ K}$$

$$V_2 = 0,3 \text{ моль}$$

$t - ?$

$p - ?$



$$\Delta U = A + Q \quad (1)$$

т.к. сохр

$$\Delta U = A + Q \quad (1)$$

$A = 0$, т.к. $V = \text{const}$;

$Q = 0$, т.к. сохр энергии изолирован $\Rightarrow \Delta U = 0 \Rightarrow U = \text{const}$.

$$\frac{3}{2} V_1 R T_1 + \frac{3}{2} V_2 R T_2 = \frac{3}{2} V R T + \frac{3}{2} V_2 R T$$

$$V_1 T_1 + V_2 T_2 = T (V_1 + V_2)$$

$$T = \frac{V_1 T_1 + V_2 T_2}{V_1 + V_2} \quad (2)$$

$$T = \frac{0,2 \text{ моль} \cdot 300 \text{ K} + 0,3 \text{ моль} \cdot 280 \text{ K}}{0,5 \text{ моль}} = 288 \text{ K}$$

$$t = T - 273^\circ \text{ C} = 15^\circ \text{ C}$$

$$pV = (V_1 + V_2) R T \Rightarrow p = \frac{(V_1 + V_2) R T}{V} = \frac{0,5 \text{ моль} \cdot 9,37 \frac{\text{дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}} \cdot 288 \text{ K}}{9,37 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3}$$

$$= 144000 \text{ Па}$$

Проблем: $t = 15^\circ \text{ C}$, $p = 144000 \text{ Па}$

(№4) Дано:

$$C_0, \epsilon, l, l_{\text{пл}} = \frac{1}{9} l$$

$C_{01} - ?$ $q - ?$

$$C_0 = \frac{\epsilon_0 S}{d} \quad (1) \quad C_{01} = \frac{\epsilon_r \epsilon_0 S}{d} \quad (2)$$

при введении пластинки ϵ емкость увеличится в ϵ_r раз (длина проводников)

$$C_{01} = \epsilon_r C_0 \quad (3) \quad C_0 = \frac{q_0}{\epsilon}, \quad C_{01} = \frac{q_{01}}{\epsilon}$$

$$(4) (5): \quad q = \epsilon (C_{01} - C_0) = q_0 = C_0 \epsilon \quad (4) \quad q_{01} = C_{01} \epsilon \quad (5)$$

$$= \epsilon C_0 (\epsilon_r - 1) \quad (6)$$

черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$C_{01} = \epsilon_{г.н.} \cdot C_0$$

$$q = \epsilon \cdot C_0 (\epsilon_{г.н.} - 1)$$

$$\epsilon = \frac{l}{\frac{1}{4}l} = 4 \Rightarrow C_{01} = 4 C_0$$

$$q = 3 \epsilon C_0$$

Ответ: $C_{01} = 4 C_0$; $q = 3 \epsilon C_0$.

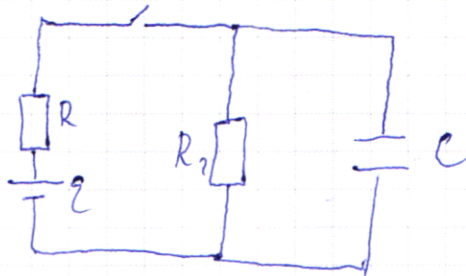
№5 Дано:

$$R, R_1 = 3R;$$

$$C, \epsilon, R$$

$$I = ?; U_C = ?$$

$$Q = ?$$



$$I = \frac{U}{R_{\text{эк}}} = \frac{\epsilon}{R_{\text{эк}}} \quad (1)$$

$$\frac{1}{R_{\text{эк}}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R_1}$$

$$R_{\text{эк}} = \frac{R R_1}{R + R_1} = \frac{R \cdot 3R}{4R} = \frac{3}{4} R \quad (2)$$

$$I = \frac{\epsilon}{\frac{3}{4}R} = \frac{4}{3} \frac{\epsilon}{R} \quad (3)$$

$$U_{R_1} = U_C \Rightarrow U_C = I R_1 = \frac{4}{3} \frac{\epsilon}{R} \cdot 3R = 4 \epsilon$$

$$Q = \frac{C U^2}{2} = \frac{C I^2 R_{\text{эк}}^2}{2} = \frac{C \cdot \left(\frac{4}{3} \frac{\epsilon}{R}\right)^2 R_{\text{эк}}}{2} = \frac{16}{9} C \frac{\epsilon^2 R_{\text{эк}}}{R^2}$$

$$= \frac{16 C \epsilon^2}{18 R_{\text{эк}}} = \frac{8}{9} \frac{C \epsilon^2}{R_{\text{эк}}} = \frac{8}{9} \frac{C \epsilon^2}{\frac{3}{4} R} = \frac{32 \cdot C \cdot \epsilon^2}{27 \cdot R}$$

Ответ: $I = \frac{4}{3} \frac{\epsilon}{R}$; $Q = \frac{32}{27} \frac{C \epsilon^2}{R}$; $U_C = 4 \epsilon$;

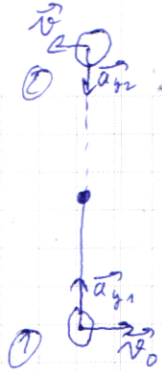


черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

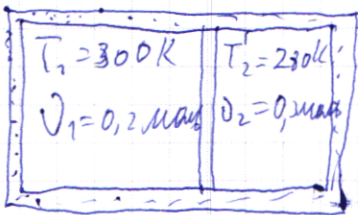
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1
Дано:
 $l = 0,5 \text{ м}$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
 $v_0 = ?$



$a_{y2} \geq g \Rightarrow a_{y2 \text{ min}} = g$ $\frac{v_0^2}{l} = \frac{v_0^2}{l} = 10 = \sqrt{gl}$
по зет. сокр. м:
 $\frac{mv_0^2}{2} = mgh + \frac{mv^2}{2} \quad | \cdot 2 \quad | : m$
 $v_0^2 = 2gh + v^2$
 $v_0^2 = 2g \cdot 2l + gl$
 $v_0 = \sqrt{4gl + gl}$
 $v_0 = \sqrt{5gl}$
 $v_0 = \sqrt{5 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,5 \text{ м}} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

№2



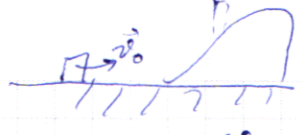
$Q = A + \Delta U \quad \Delta U = A + Q$

Дано:
 $V = 0,31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$
 $T_1 = 300 \text{ К}$
 $V_1 = 0,2 \text{ моль}$
 $T_2 = 280 \text{ К}$
 $V_2 = 0,3 \text{ моль}$
 $T = ?$
 $p = ?$

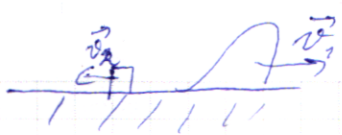
м.к. сосуд теплоизолирован, то $Q = 0 \Rightarrow \Delta U = 0 \Rightarrow U = \text{const}$
 $\frac{3}{2} V_1 R T_1 + \frac{3}{2} V_2 R T_2 = \frac{3}{2} V_1 R T + \frac{3}{2} V_2 R T \quad | \cdot \frac{2}{3} : R$
 $V_1 T_1 + V_2 T_2 = T (V_1 + V_2)$
 $T = \frac{V_1 T_1 + V_2 T_2}{V_1 + V_2} = \frac{0,2 \text{ моль} \cdot 300 \text{ К} + 0,3 \text{ моль} \cdot 280 \text{ К}}{0,5 \text{ моль}}$
 $= \frac{\frac{1}{5} \cdot 300 + 280 \cdot \frac{3}{10}}{\frac{1}{2}} \text{ К} = \frac{60 + 84}{\frac{1}{2}} \text{ К} = 288 \text{ К}$

$pV = (V_1 + V_2) RT$
 $p = \frac{(V_1 + V_2) RT}{V} = \frac{0,5 \text{ моль} \cdot 0,31 \frac{\text{м}^3}{\text{моль}} \cdot 288 \text{ К}}{0,31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3} = 144 \text{ Па}$

12



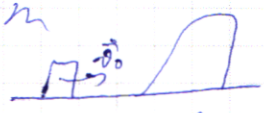
$$p = mv_0$$



$$p = -mv_2 + 3mv_1$$

$$mv_0 = 3mv_1 - mv_2 \quad | : m$$

$$v_0 = 3v_1 - v_2$$



$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh + \frac{3mv_2^2}{2} \quad | \cdot 2$$

$$v_0^2 = 2gh + 3v_2^2$$

$$3v_2^2 = v_0^2 - 2gh$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{v_0^2 - 2gh}{3}}$$

$$v_0 = 3\sqrt{\frac{v_0^2 - 2gh}{3}} - v_2$$

$$v_0 = 3v_2 - \sqrt{\frac{v_0^2 - 2gh}{3}}$$

$$3v_2 = v_0 + \sqrt{\frac{v_0^2 - 2gh}{3}}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} + \frac{3mv_1^2}{2} \quad | \cdot 2$$

$$mv_0^2 = mv_2^2 + 3mv_1^2 \quad | : m$$

$$v_0^2 = v_2^2 + 3v_1^2$$

$$v_2^2 = v_0^2 - 3v_1^2$$

$$v_2 = \sqrt{v_0^2 - 3v_1^2}$$

$$v_0 = 3 \quad 3v_1^2 = v_0^2 - v_2^2$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{v_0^2 - v_2^2}{3}}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh + A$$

$$A = \frac{3mv_1^2}{2}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh + \frac{3mv_1^2}{2} \quad | \cdot 2$$

$$mv_0^2 = 2mgh + 3mv_1^2$$

$$v_0^2 = 2gh + 3v_1^2$$

$$2gh = v_0^2 - 3v_1^2$$

$$h = \frac{v_0^2 - 3v_1^2}{2g}$$

$$mv_0 = 3mv_1$$

$$v_0 = \frac{3v_1}{2} \quad | \cdot \frac{2}{3}$$

$$v_1 = \frac{2}{3}v_0$$

$$h = \frac{v_0^2 - 3v_1^2}{2g}$$

$$2gh = 4v_0^2 - 3v_1^2$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh + \frac{3mv_1^2}{8} \quad | \cdot 8$$

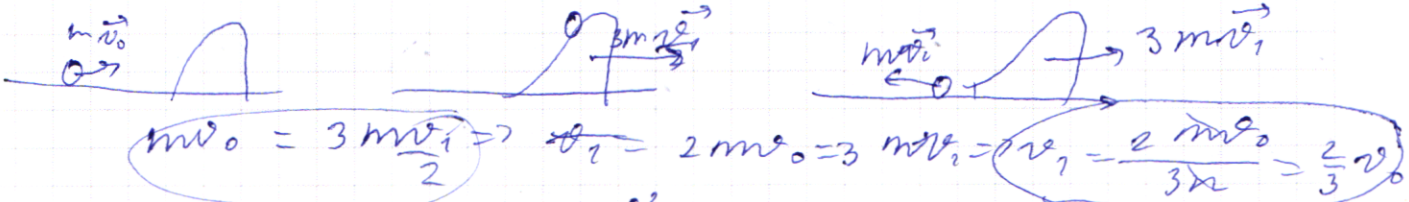
$$4mv_0^2 = 8mgh + 3mv_1^2$$

$$h = \frac{v_0^2 - 3 \cdot \left(\frac{2}{3}v_0\right)^2}{2g} = \frac{v_0^2 - 3 \cdot \frac{4}{9}v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2 - \frac{4}{3}v_0^2}{2g} = \frac{\frac{3}{3}v_0^2 - \frac{4}{3}v_0^2}{2g} = \frac{\frac{3-4}{3}v_0^2}{2g} = \frac{-\frac{1}{3}v_0^2}{2g} = -\frac{v_0^2}{6g}$$

$$h = \frac{4v_0^2 - 3 \cdot \left(\frac{2}{3}v_0\right)^2}{2g} = \frac{4v_0^2 - 2v_0^2}{2g} = \frac{2v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{g}$$

черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$mv_0 = 3 \frac{mv_1}{2} \Rightarrow v_1 = \frac{2}{3} v_0$$

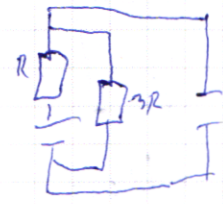
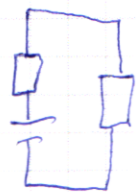
$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh + A = mgh + \frac{3mv_1^2}{8} \quad | \cdot 8$$

$$4mv_0^2 = 8mgh + 3mv_1^2$$

$$4v_0^2 = 8gh + 3v_1^2$$

$$8gh = 4v_0^2 - 3v_1^2$$

$$h = \frac{4v_0^2 - 3v_1^2}{8g} = \frac{4v_0^2 - 3 \cdot \left(\frac{2}{3}v_0\right)^2}{8g} = \frac{4v_0^2 - 3 \cdot \frac{4}{9}v_0^2}{8g} = \frac{4v_0^2 - \frac{4}{3}v_0^2}{8g} = \frac{v_0^2 \left(\frac{8}{3}\right)}{8g} = \frac{v_0^2}{3g}$$



$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R} + \frac{1}{3R}$$

$$R' = \frac{3R^2}{4R}$$

$$U_{R1} = I_{R1} \cdot 3R$$

$$\frac{U}{R} \cdot 3R = 0.8U$$

$$Q = IRt = \frac{CU^2}{2}$$

$$3 \frac{mv_1}{2} = -mv_2 + 3mv_1$$

$$mv_2 = 3mv_1 - 3 \frac{mv_1}{2}$$

$$mv_2 = v_2 = \frac{3}{2} v_1$$

$$C = \frac{\epsilon_0 S}{2d}$$

$$\frac{12}{3}$$

$$v_2 = \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{3} v_0 = v_0$$

$$\epsilon_0 \epsilon_0 C_0 = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$l_1 = l, \quad C_{01} = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$$

$$l_2 = \frac{1}{4} l_1$$

$$\epsilon E = \frac{\epsilon_0 S}{d} + \frac{\epsilon_0 S}{\frac{1}{4} l}$$

$$C = \frac{\epsilon_0 S}{l} + \frac{\epsilon_0 S}{\frac{1}{4} l} =$$

$$C_{01} = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{l}$$

$$C = \frac{l}{\frac{1}{4} l} \frac{\epsilon_0 S}{d} = \frac{4 \epsilon_0 S}{l} = 4 C_{01}$$

$$C_0 = \frac{q}{U} = \frac{q_0}{\varepsilon} \Rightarrow q_0 = C_0 \varepsilon \quad I = \frac{U}{R} \quad IR$$

$$C_{01} = \frac{q_{01}}{\varepsilon}$$

$$4C_0 = \frac{q_{01}}{\varepsilon} \Rightarrow q_{01} = 4C_0 \varepsilon$$

Ⓢ C, ε, R

$$I = \frac{\varepsilon}{R_2}$$

$$I = \frac{4}{3} \frac{\varepsilon}{R}$$

$$\varepsilon = \frac{E}{E_0}$$

$$I = \frac{U}{R}$$

$$U = IR$$

$$\varepsilon = IR$$

$$U_C = \varepsilon - U_R$$

$$U_C = U_{R1}$$

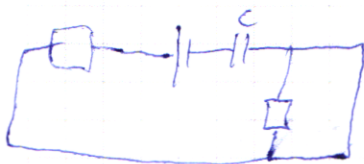
$$IR_1 = \varepsilon - IR$$

$$\frac{4}{3} \frac{\varepsilon}{R} \cdot 3R = \varepsilon - \frac{4}{3} \frac{\varepsilon}{R} \cdot R$$

$$4\varepsilon = \varepsilon - \frac{4}{3}\varepsilon$$

$$3\varepsilon = -\frac{4}{3}\varepsilon$$

$$R_1 = 3R$$



$$\varepsilon = U_R + U_{R1} + U_C$$

$$\varepsilon = IR + IR_1 + U_C$$

$$U_C = \varepsilon - IR - IR_1$$

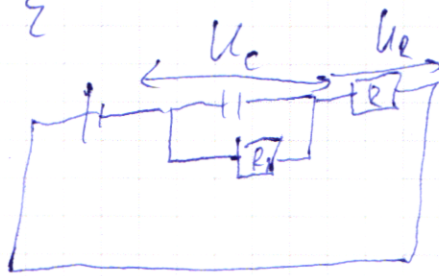
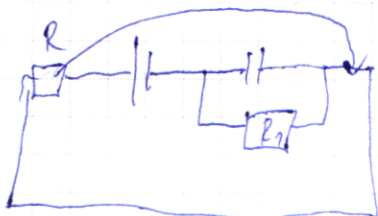
$$U_C = \varepsilon - I(R + R_1)$$

$$U_C = \varepsilon - I(4R)$$

$$U_C = \varepsilon - 4IR$$

$$U_C = \varepsilon - 4 \cdot \frac{4}{3} \frac{\varepsilon}{R} R$$

$$U_C = \varepsilon - \frac{16}{3} \varepsilon$$



$$U_C = \varepsilon - \frac{4}{3} \frac{\varepsilon}{R} R$$

$$U_C = -\frac{1}{3} U$$

$$\varepsilon = U_C + U_R$$

$$\varepsilon = U_C + IR$$

$$U_C = \varepsilon - IR$$

$$m v_0 = 3m v_1 - m v_2$$

$$v_0 = 3v_1 - v_2$$

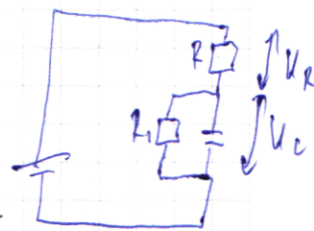
$$v_0 = 3 \cdot \frac{2}{3} v_0 - v_2$$

$$v_0 = 2v_0 - v_2$$

$$v_2 = v_0$$

$$I = \frac{4}{3} \frac{\varepsilon}{R}$$

$$U_C = \varepsilon - U_R$$



$$\varepsilon = U_C + U_R$$

$$\varepsilon = U_C + IR$$

$$\varepsilon = U_C + \frac{4}{3} \frac{\varepsilon}{R} R$$

$$U_C = \varepsilon - \frac{4}{3} \frac{\varepsilon}{R} R$$

$$U_C = \varepsilon - \frac{4}{3} \varepsilon$$

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

$$U_R = I \cdot R$$

$$U_{R1} = I \cdot 3R = 3R \cdot \frac{4}{3} \frac{\varepsilon}{R}$$

$$U_C = U_{R1}$$

$$\varepsilon = U_R + U_{R1}$$

$$\varepsilon = IR + IR_1$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh + \frac{3mv_1^2}{2} = \frac{3mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2}$$

$$mgh = \frac{mv_2^2}{2} \quad | : m$$

$$2gh = v_2^2 \Rightarrow v_2 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2g \cdot \frac{v_0^2}{3g}} = \sqrt{\frac{2}{3}} v_0$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh + \frac{3mv_1^2}{2} = 3mv_1^2 + \frac{mv_2^2}{2}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = 3mv_1^2 + \frac{mv_2^2}{2} \quad | : m$$

$$v_0^2 = 6v_1^2 + v_2^2$$

$$v_0^2 = 6 \cdot \left(\frac{v_0}{3}\right)^2 + v_2^2$$

$$v_2^2 = v_0^2 - 6 \cdot \frac{v_0^2}{9}$$

$$v_2^2 = v_0^2 - \frac{2}{3} v_0^2$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{1}{3} v_0^2}$$

$$v_2 = v_0 \sqrt{\frac{1}{3}} \quad ??$$

$$v_2 = \frac{1}{\sqrt{3}} v_0$$

$$v_2^2 = v_0^2 - 6v_1^2$$

$$v_2^2 = v_0^2 - 6 \cdot \left(\frac{v_0}{3}\right)^2$$

$$v_2^2 = v_0^2 - \frac{6}{9} v_0^2$$

$$v_2^2 = \frac{1}{3} v_0^2$$

$$v_2 = v_0 \sqrt{\frac{1}{3}}$$

$$\frac{3}{2} \nu_1 RT_1 + \frac{3}{2} \nu_2 RT_2 = \frac{3}{2} \nu_1 RT + \frac{3}{2} \nu_2 RT$$

$$\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2 = T(\nu_1 + \nu_2)$$

$$T = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{\nu_1 + \nu_2} = \frac{0,2 \cdot 300 + 0,3 \cdot 280}{0,5} =$$

$$= (0,2 \cdot 300 + 0,3 \cdot 280) \cdot 2 = (60 + 84) \cdot 2 = 288 \text{ K}$$

$$280 \cdot \frac{3}{10}$$

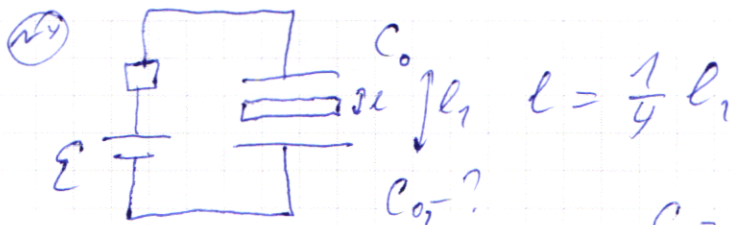
$$\begin{array}{r} 300 \text{ } 5 \\ - 30 \text{ } 0 \\ \hline 270 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 28 \\ \times 3 \\ \hline 84 \end{array}$$

$$144 \cdot 2 = 288$$

$$pV = (\nu_1 + \nu_2) RT$$

$$p = \frac{(\nu_1 + \nu_2) RT}{V} = \frac{0,5 \cdot 0,31 \cdot 288}{0,31 \cdot 10^{-3}} = 0,5 \cdot 10^3 \cdot 288 = 288000 \cdot 0,5 = 144000 \text{ Па}$$



C_0

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$$

$$C_0 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$$

$$C_{01} = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$$

$C_{01} - ?$

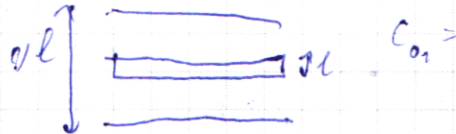
$$J = \frac{q}{t}$$

$R_0 =$

$q - ?$

$$J = \frac{U}{R}$$

$$J = \frac{\mathcal{E}}{R}$$



$$\frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{q}{t} \quad q = \frac{\mathcal{E} t}{R}$$

15) $R_1 = 3R$

C, \mathcal{E}, R

$J - ?$

$U_c - ?$

$Q - ?$

$$J = \frac{\mathcal{E}}{R_{\text{yblmn}}}$$

$$\frac{J}{\frac{q}{t}} \Rightarrow t = \frac{q}{J}$$

$$\frac{1}{R_{\text{y}}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R_1}$$

$$R_{\text{y}} = \frac{R R_1}{R + R_1} = \frac{R \cdot 3R}{R + 3R} = \frac{3R^2}{4R} = \frac{3}{4} R$$

$$J = \frac{\mathcal{E}}{\frac{3}{4} R} = \frac{4}{3} \frac{\mathcal{E}}{R}$$

2) $C = \frac{q}{U}$

$$J = \frac{U}{R} \quad U = JR$$

$$U = \frac{4}{3} \mathcal{E}$$

$$U_1 = JR$$

$$U_2 = JR_1 = 3JR$$

$$U_c = \mathcal{E} - U_1 - U_2$$

$$U_c = \mathcal{E} - JR - 3JR$$

$$U_c = \mathcal{E} - 4JR = \mathcal{E} - 4 \cdot \frac{4}{3} \frac{\mathcal{E}}{R} = \mathcal{E} - \frac{16}{3} \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$Q = JRt$$

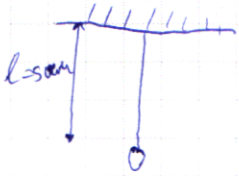
$$Q = \frac{JRq}{J} = Rq$$

$$\mathcal{E} \left(1 - \frac{16}{3R} \right)$$

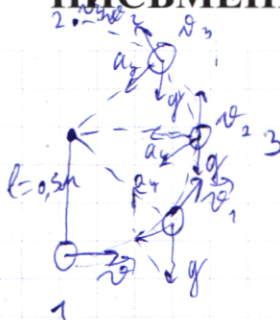
$$U_c = \mathcal{E} \left(1 - \frac{16}{3R} \right)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Выполнил *Виталий*



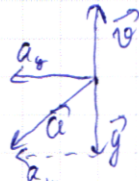
$g = 10 \frac{m}{c^2}$



в точке 1: $a = \max$
в точке 2: $a = \min$

$a = \sqrt{\frac{v^2}{l} + g^2}$

$t = \frac{at^2}{2}, x = \pi l = \frac{gt^2}{2}$



$a_y = \frac{v^2}{l}$

$\pi l = \frac{gt^2}{2}$

$a = \sqrt{a_y^2 + g^2}$

$a = \sqrt{\frac{10^4}{l^2} + g^2}$

• в точке 1
 $E_p = \frac{mv^2}{2}$

в точке 2:
 $E_p = mgh + \frac{mv^2}{2}$

в точке 1 и 3:

$\frac{mv^2}{2} = mgh_1 + \frac{mv_1^2}{2} \cdot 2 : m$

$v^2 = 2gh_1 + v_1^2$

$v_1^2 = v^2 - 2gh_1$

$v_1 = \sqrt{v^2 - 2gh_1}$

$v_2 = \sqrt{v^2 - 2gl}$

$v_2 = \sqrt{4,4^2 - 2 \cdot 9,8 \cdot 0,5}$

$v_2 = \sqrt{13,36 - 9,8}$

$v_2 = \sqrt{3,56}$

$v_2 = 1,88 \frac{m}{c}$

$v = \sqrt{14,7}$

$\frac{mv^2}{2} = mgh + \frac{mv^2}{2}$

$v^2 = 2gh$

$v = \sqrt{2gh}$

$v = \sqrt{2g \cdot 2l}$

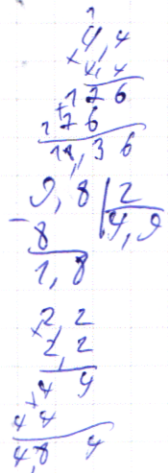
$v = \sqrt{4gl}$

$v = 2\sqrt{gl}$

$v = 2\sqrt{9,8 \cdot 0,5}$

$v = 2\sqrt{4,9}$

$v = 2 \cdot 2,2 = 4,4 \text{ м}$



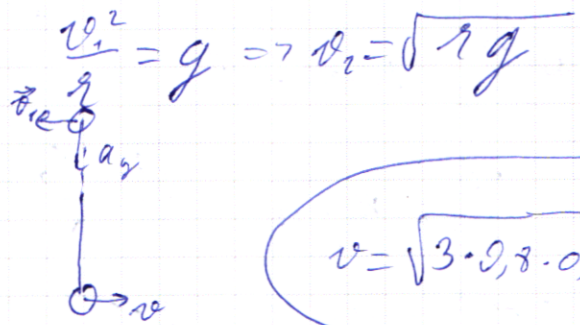
если в точке 2: $a_y = \frac{v^2}{l} \approx g$

$\frac{mv^2}{2} = mgh + \frac{mv^2}{2}$

$\frac{mv^2}{2} = mgh + \frac{m \cdot g \cdot l}{2} \cdot 2 : m$

$v^2 = gh + 2g$

$v = \sqrt{g(h+2l)}$ $h=2l$



$v = \sqrt{g(2l+l)} = \sqrt{3gl}$

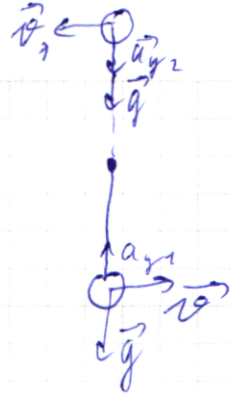
$v = \sqrt{3 \cdot 9,8 \cdot 0,5}$

$$v = \sqrt{14,7} = 3,85 \frac{m}{s}$$

$$\begin{array}{r} 3,5 \\ \times 3,5 \\ \hline 17,5 \\ 10,5 \\ \hline 12,25 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3,7 \\ \times 3,7 \\ \hline 25,9 \\ 11,1 \\ \hline 13,69 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3,8 \\ \times 3,8 \\ \hline 30,4 \\ 27,4 \\ \hline 14,44 \end{array}$$



$$a_y \geq g$$

$$a_y = g = \frac{v_2^2}{r} \Rightarrow v_1 = \sqrt{gr}$$

$$\frac{mv_2^2}{2} = mgh + \frac{mv_1^2}{2} \quad | : m \cdot 2$$

$$v_2^2 = 2gh + v_1^2$$

$$v_2^2 = 2gh + gr \quad | h = 2l; r = l$$

$$v_2 = \sqrt{2g \cdot 2l + g \cdot l}$$

$$v = \sqrt{4gl + gl}$$

$$v = \sqrt{5gl}$$

$$v = \sqrt{5 \cdot 9,8 \cdot 0,5}$$

$$v \approx 4,95 \frac{m}{s}$$

?? $g = 10 \frac{m}{s^2}$

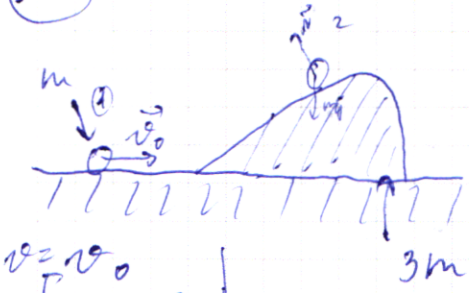
$$\sqrt{25}$$

$$\begin{array}{r} 5,0 \\ \times 5,0 \\ \hline 25,00 \end{array}$$

$$\sqrt{24,5}$$

$$\begin{array}{r} 4,95 \\ \times 4,95 \\ \hline 24,5025 \end{array}$$

(N2)



$$v = v_0$$

$$F_{\text{упр}} = 0$$

$$m_1 = m$$

$$m_2 = 3m$$

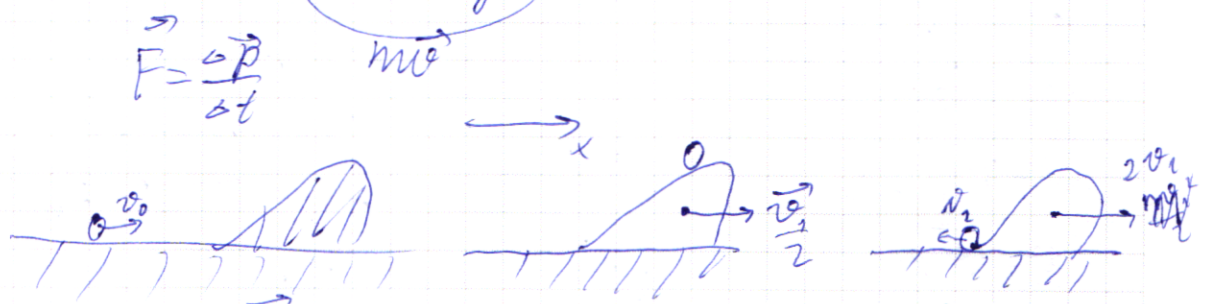
$$h = ?$$

$$v_1 = ?$$

$$\frac{mv_2^2}{2} = mgh \quad | : m \cdot 2$$

$$v_2^2 = 2gh$$

$$h = \frac{v_2^2}{2g}$$



$$\vec{p} = m\vec{v}_0 \quad (1)$$

$$\vec{p} = 3m\vec{v}_1 \quad (2)$$

$$\vec{p} = m\vec{v}_2 + 3m \cdot 2\vec{v}_1$$

$$\vec{p} = m\vec{v}_2 + 6m\vec{v}_1$$

$$p = -mv_2 + 6mv_1$$

$$(1) = (2): \quad p m v_0 = 3 m v_1 \quad | : m$$

$$v_0 = 3v_1 \Rightarrow v_1 = \frac{v_0}{3}$$

$$3mv_1 = -mv_2 + 6mv_1 \quad | : m$$

$$3v_1 = -v_2 + 6v_1$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh + \frac{3mv_1^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh + \frac{3m v_0^2}{18} \quad | : m \cdot 18$$

$$v_2 = 6v_1 - 3v_1$$

$$v_2 = 3v_1$$

$$v_2 = v_0$$

$$9v_0^2 = 18gh + 3v_0^2 \Rightarrow 18gh = 6v_0^2 = 3v_0^2$$

$$18gh = 6v_0^2 \Rightarrow h = \frac{6v_0^2}{18g} = \frac{v_0^2}{3g}$$