

# Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 11

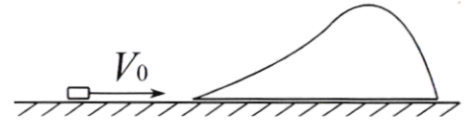
Шифр 5-037

(заполняется секретарём)

## Вариант 11-04

1. Небольшой шарик висит на легкой нити длиной 18 см. Какую минимальную горизонтальную скорость надо сообщить шарик, чтобы он, двигаясь по окружности, совершил полный оборот в вертикальной плоскости? Принять  $g=10 \text{ м/с}^2$ .

2. Небольшая монета массой  $m$  скользит по гладкому горизонтальному столу со скоростью  $v_0$  к неподвижной незакрепленной горке массой  $4m$  (см. рис.). Монета въезжает на горку, движется по ней без трения и отрыва и съезжает с горки в обратном направлении.

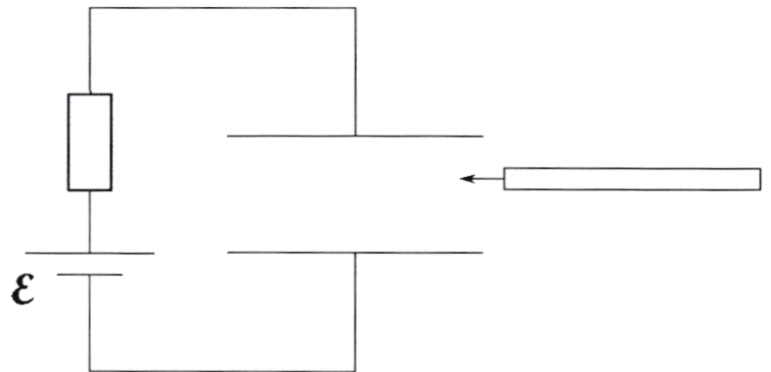


- 1) На какую максимальную высоту поднимается монета?
- 2) С какой скоростью монета съезжает с горки?

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  $127^\circ \text{C}$  в количестве  $\nu_1 = 0,1$  моль. Во второй части находится гелий при температуре  $7^\circ \text{C}$  в количестве  $\nu_2 = 0,4$  моль. Перегородка прорывается.

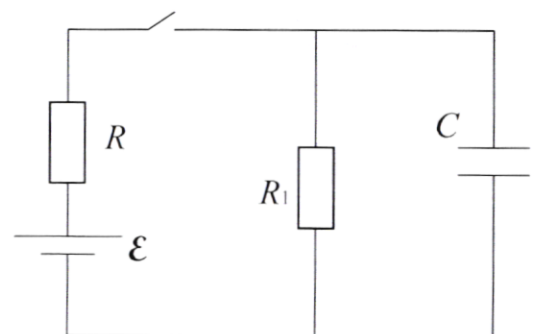
- 1) Какая температура (в градусах Цельсия) установится в сосуде после наступления термодинамического равновесия?
- 2) Найти конечное давление в сосуде.

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 3 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  $R$ ,  $R_1=4R$ . 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?



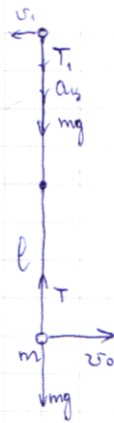
## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1. Дано:

$$l = 0,18 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$v_0 = ?$$



Решение:

Чтобы шарик совершил полный оборот в вертикальной плоскости, необходимо, чтобы в верхней точке траектории он имел скорость (обозначим её  $v_1$ ).

Тогда по ЗСЭ:

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + mg \cdot 2l, \text{ где } m - \text{масса шарика}$$

Рассмотрим шарик в верхней точке траектории. По второму закону Ньютона:

$$ma_y = T_1 + mg, \text{ но т.к. } v_0 - \text{минимальная начальная скорость, то } T_1 = 0 \text{ Н,}$$

т.е. в верхней точке натяжение нити отсутствует. Только в такой ситуации вычисление условия минимума начальной скорости.

Тогда:

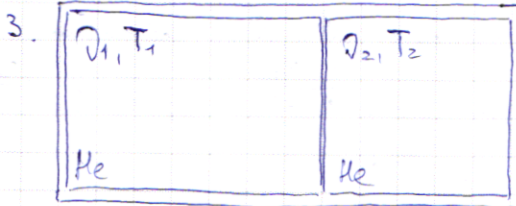
$$a_y = g; \Rightarrow \frac{v_1^2}{R} = g \text{ (где } R = l) \Rightarrow v_1^2 = gR = lg.$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + mg \cdot 2l; \Rightarrow mv_0^2 = mv_1^2 + 4mgl = mgl + 4mgl = 5mgl$$

$$v_0^2 = 5gl$$

$$v_0 = \sqrt{5gl} = \sqrt{5 \cdot 10 \cdot 0,18} = \sqrt{50 \cdot 0,2} = \sqrt{10} = 3,16 \text{ м/с}$$

ОТВЕТ:  $v_0 = \sqrt{5gl} = 3,16 \text{ м/с}$



$t$  после наступления —?  
равновесия

$p_0$  —?  
конечное давление в сосуде

Дано:

$$V = 8,31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$t_1 = 12^\circ \text{C}; T_1 = 400 \text{ К}$$

$$t_2 = 7^\circ \text{C}; T_2 = 280 \text{ К}$$

$$p_1 = 0,1 \text{ МПа}; p_2 = 0,4 \text{ МПа}$$

Решение

После разрыва перегородки газы могут смешиваться, и начнётся процесс теплообмена.

В нашем случае газ не совершает работы, поэтому

$$1) Q_{отд} = Q_{пол}$$

$$\frac{3}{2} \nu_1 R (T_1 - T) = \frac{3}{2} \nu_2 R (T - T_2) - \text{будет происходить изменение}$$

вытеснения жидким газом, работа не совершается.

$$\nu_1 T_1 - \nu_1 T = \nu_2 T - \nu_2 T_2$$

$$\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2 = (\nu_1 + \nu_2) T \Rightarrow T = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{\nu_1 + \nu_2}$$

$$T = \frac{0,1 \text{ моль} \cdot 400 \text{ K} + 0,4 \text{ моль} \cdot 280 \text{ K}}{0,1 \text{ моль} + 0,4 \text{ моль}} = 304 \text{ K}$$

$t = 304 \text{ K} - 273 \text{ K} = 31^\circ \text{C}$  - температура после наступления термодинамического равновесия

2) Конечное давление по закону Дальтона складывается из давлений газа кол-вом  $\nu_1$  и  $\nu_2$ . Тогда

$$p_1 = \frac{\nu_1 R T}{V}, \quad p_2 = \frac{\nu_2 R T}{V}; \quad p_0 = p_1 + p_2$$

$$p_0 = \frac{\nu_1 R T}{V} + \frac{\nu_2 R T}{V} = \frac{(\nu_1 + \nu_2) R T}{V} = \frac{(0,1 \text{ моль} + 0,4 \text{ моль}) \cdot 8,31 \frac{\text{Па} \cdot \text{м}^3}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 304 \text{ K}}{8,31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3} = 152 \cdot 10^3 \text{ Па} = 152000 \text{ (Па)}$$

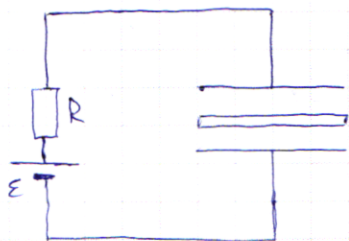
Ответы: 1)  $t = 31^\circ \text{C}$ ; 2)  $p_0 = 152000 \text{ Па}$

4. Дано:

$C_0, \epsilon$

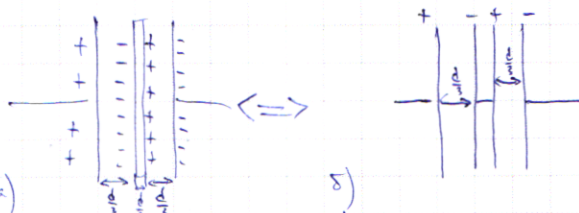
$C_{п-?}$

$q_{R-?}$



Решение

Рассмотрим конденсатор отдельно



Обозначим расстояние между обкладками  $d$ , тогда толщина пластины  $\frac{d}{3}$ . При внесении пластины между обкладками конденсатора на ней индуцируются положительные и отрицательные заряды, тогда мы можем

заменить конденсатор с пластиной на два конденсатора  $C_1$  и  $C_2$ , соединенных последовательно, тогда их общая емкость  $C_{п} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$ , где  $C_1 = C_2 = \frac{3 \epsilon_0 S}{d} = 3 C_0$

$$= 3 C_0, \Rightarrow C_{п} = \frac{3 \cdot C_0 \cdot 3 \cdot C_0}{3 C_0 + 3 C_0} = \frac{9}{6} C_0 = \frac{3}{2} C_0$$

2) До внесения пластины в конденсатор напряжение на конденсаторе было равно  $U_{c0} = \epsilon - IR$  (а т.к. в первом режиме ток не течет ( $I=0$ ), то)  $= \epsilon$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

После внесения пластины в конденсатор произойдёт его перерезка, и

вновь установится состояние равновесия ( $I=0A$ ),  $\Rightarrow U_{C2} = U_{C1} = \varepsilon$

Тогда заряд до внесения пластины

$$q_1 = C_0 \varepsilon$$

После -  $q_2 = \varepsilon C_1 = \frac{3}{2} C_0 \varepsilon \Rightarrow q_1, \Rightarrow$  заряд увеличится. Недоста-

ющий заряд придёт из источника  $\varepsilon$  и пройдёт через резистор, тогда

$$q_R = q_2 - q_1 = \frac{3}{2} C_0 \varepsilon - C_0 \varepsilon = \frac{1}{2} C_0 \varepsilon$$

Ответ: 1)  $C_1 = \frac{3}{2} C_0$ ; 2)  $q_R = \frac{1}{2} C_0 \varepsilon$

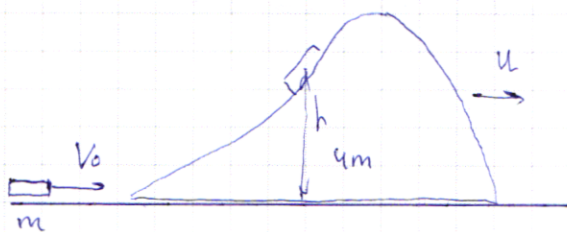
2. Дано:

$m, v_0, 4m$

$h$  - ?

$\langle v \rangle$  - ?

Решение



1) По ЗСЭ

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{(4m+m)u^2}{2} + mgh$$

Шарик окажется на максимальной высоте  $h$ , когда её скорость относительно горки будет равна 0, тогда относительно земли она будет двигаться вместе с горкой со скоростью  $u$ .

По ЗСМ

$$mv_0 = (m+4m)u = 5mu, \Rightarrow u = \frac{v_0}{5}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{5m}{2} \cdot \frac{v_0^2}{25} + mgh$$

$$\frac{V_0^2}{2} = \frac{5V_0^2}{50} + gh$$

$$\frac{V_0^2}{2} - \frac{V_0^2}{10} = gh$$

$$\frac{4}{10}V_0^2 = gh \Rightarrow \frac{2}{5}V_0^2 = gh \Rightarrow \boxed{h = \frac{2V_0^2}{5g}}$$

2)  $mg h + \frac{5mU^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{4mV_2^2}{2}$  — после того, как

шайба скользит обратно на землю, где  $V_1$  — скорость шайбы  
 $V_2$  — скорость сорки

$$5mU = -mV_1 + 4mV_2$$

$$\begin{cases} mV_0 = -mV_1 + 4mV_2 \\ mV_0^2 = mV_1^2 + 4mV_2^2 \end{cases}$$

$$V_0 = -V_1 + 4V_2 \quad V_0 + V_1 = 4V_2$$

$$V_0^2 = V_1^2 + 4V_2^2 \quad (V_0 - V_1)(V_0 + V_1) = 4V_2^2$$

$$(V_0 - V_1)4V_2 = 4V_2^2$$

$$\begin{cases} V_0 - V_1 = V_2 \\ V_0 + V_1 = 4V_2 \end{cases}$$

$$2V_0 = 5V_2 \quad V_2 = \frac{2}{5}V_0$$

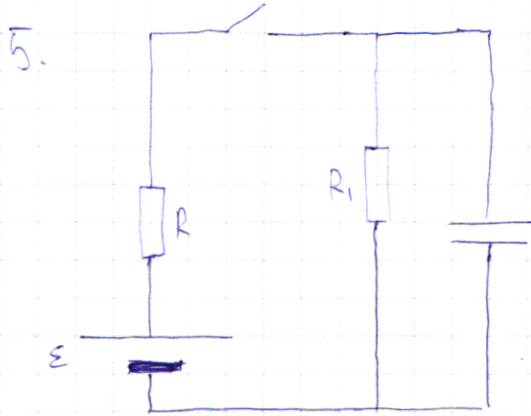
$$V_0 - V_1 = \frac{2}{5}V_0 \Rightarrow V_1 = \frac{3}{5}V_0$$

скорость шайбы,  
когда она  
остановилась

Т.к. скорость шайбы в процессе движения уменьшается, то в среднем  $\frac{V_1 + V_0}{2} = \frac{\frac{3}{5}V_0 + \frac{2}{5}V_0}{2} = \frac{2}{5}V_0$

Ответ: 1)  $h = \frac{2V_0^2}{5g}$ ; 2)  $\langle V_1 \rangle = \frac{2}{5}V_0$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Дано:

$$R; R_1 = 4R; C; \varepsilon$$

$$I_0 - ?$$

сразу после размыкания  
ключа

$$U_C - ?$$

$$Q - ?$$

Решение

1) Сразу после за-

мыкания ключа конден-

сатор незаряжен и про-

водит ток,  $\Rightarrow$  ток через

$R_1$  не пойдём, тогда

$$I_0 = \frac{\varepsilon}{R}$$

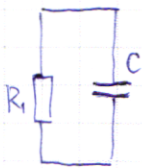
2) При установившемся режиме ток через конденсатор не идём, тогда ток в цепи

$$I_1 = \frac{\varepsilon}{R+R_1} = \frac{\varepsilon}{R+4R} = \frac{\varepsilon}{5R}$$

Напряжение на конденсаторе будет равно напряжению на резисторе  $R_1$ ,  $\Rightarrow$

$$U_C = U_{R_1} = \frac{\varepsilon R_1}{5R} = \frac{\varepsilon 4R}{5R} = \frac{4}{5}\varepsilon$$

3) После размыкания ключа у нас останется цепь  $R_1$  и  $C$ ,  $\Rightarrow$  энергия



конденсатора перейдёт в тепло, выделившись на резисторе  $R_1$ ,  $\Rightarrow$

$$Q = \Delta W = \frac{CU_C^2}{2} = \frac{C}{2} \cdot \frac{16}{25}\varepsilon^2 = \frac{8CE^2}{25}$$

Ответ: 1)  $I_0 = \frac{\varepsilon}{R}$ ; 2)  $U_C = \frac{4}{5}\varepsilon$ ; 3)  $Q = \frac{8}{25}\varepsilon^2 C$

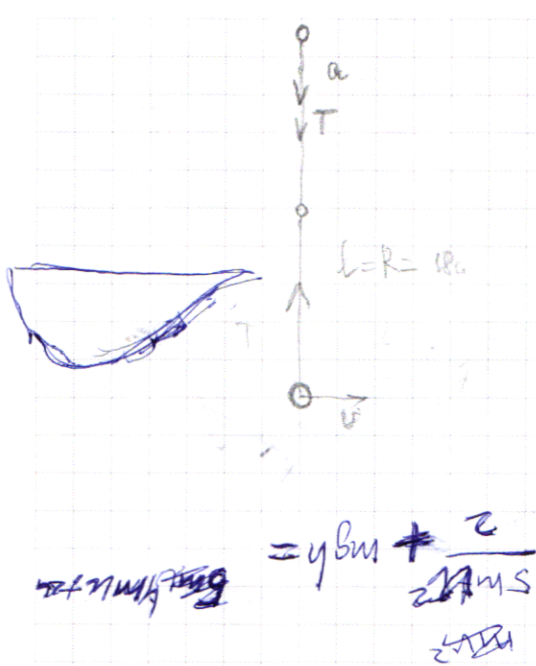


черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)



### ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$ma = T + mg$$

$$\frac{v^2}{R} = g$$

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

$$\frac{v_0^2}{2} = \frac{v^2}{2} + gl$$

$$v_0^2 = gl + 4gl$$

$$v_0^2 = 5gl$$

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

27  
31

28  
18  
280  
04  
112

40 + 112  
0.5  
2 152  
20.8  
304



$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{(M+m)u^2}{2} + mgh = \frac{5mu^2}{2} + mgh$$

$$mv_0 = (M+m)u = 5mu \quad v_0 = u$$

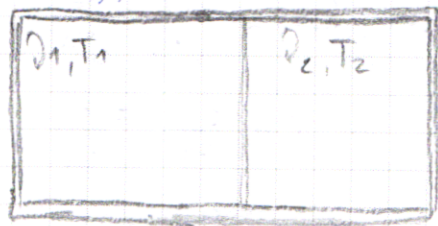
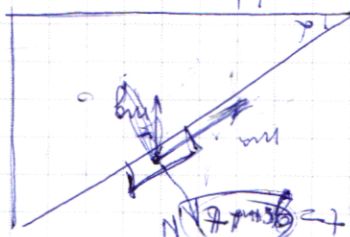
$$mv_0^2 = 5mu^2 + 2mgh = 5m \frac{v_0^2}{5} + 2mgh$$

$$v_0^2 - \frac{v_0^2}{5} = 2gh$$

$$\frac{4}{5}v_0^2 = 2gh$$

$$\frac{2}{5}v_0^2 = gh =$$

$$h = \sqrt{\frac{20 \cdot v_0^2}{5g}} = v_0 \sqrt{\frac{2}{5}}$$



ГАЗ не совершает работы

$$Q_{ог} = Q_{пол}$$

$$\frac{3}{2} D_1 R (T_1 - T) = \frac{3}{2} D_2 R (T_x - T_2)$$

$$V = 8.31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$t_1 = 127 \sim T = 400 \text{ K}$$

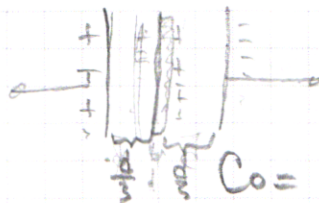
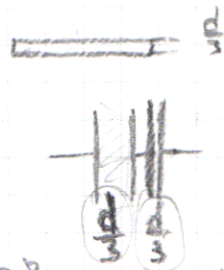
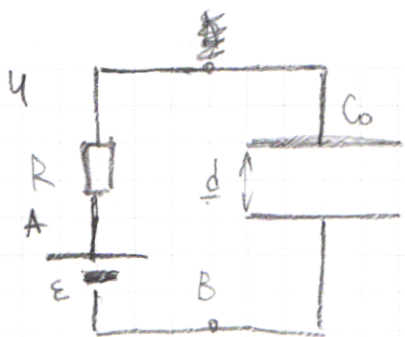
$$t_2 = 273$$

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

$$D_1 T_1 - D_1 T = D_2 T - D_2 T_2$$

$$D_1 T_1 + D_2 T_2 = (D_1 + D_2) T$$

$$T = \frac{D_1 T_1 + D_2 T_2}{D_1 + D_2}$$



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

$$C_0 = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} \quad \frac{1}{C_0} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$1) \quad C_0 = \frac{\frac{3\epsilon_0 S}{d} \cdot \frac{3\epsilon_0 S}{d}}{\frac{3\epsilon_0 S}{d} + \frac{3\epsilon_0 S}{d}} = \frac{9 \cdot C_0^2}{6 C_0} = C_1 = d \cdot \frac{\epsilon_0 S}{3}$$

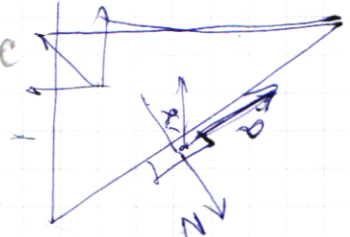
$$C_2 = \frac{\epsilon_0 S}{\frac{2d}{3}}$$

$$= \frac{3}{2} C_0^2$$

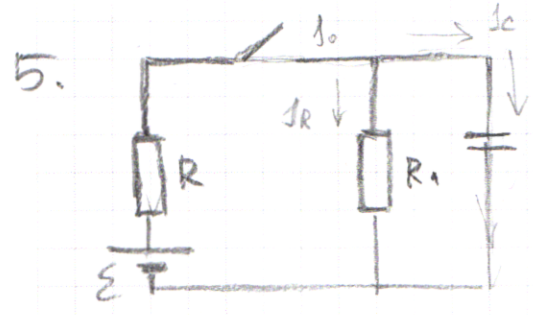
$$\varphi_A - \varphi_B = \epsilon = U_C + IR \quad \text{э.у.}$$

$$2) \quad \epsilon(q_1 - q_2) = \text{...}$$

$$\varphi_A - \varphi_B = \epsilon - U_C$$



$$q = \left( \frac{3}{2} C_0 - C_0 \right) \epsilon = \frac{1}{2} C_0 \epsilon$$



$$R_1 = 4R$$

$$1) \quad I_{01} = \frac{\epsilon}{R}$$

$I_R$  - ток через резистор  $R_1$

$I_C$  - ток через конденсатор

$I_0$  - ток через  $R$  (через источник)

$$U_C = U_C = \frac{\epsilon \cdot R_1}{R + R_1} = \frac{\epsilon \cdot 4R}{5R} = \frac{4}{5} \epsilon$$

$$\frac{4}{5} \epsilon$$

$$\left( \frac{4}{5} \epsilon C \right)^2$$

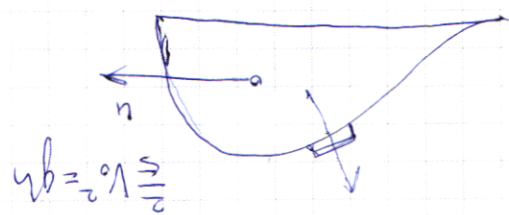
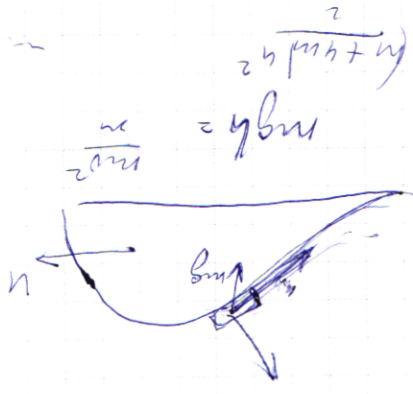
$$\frac{16}{25} \epsilon^2 C^2$$

$$= \frac{8}{25} \epsilon^2 C$$

$$\frac{C U_C^2}{2} = \frac{C \left( \frac{16}{25} \epsilon^2 \right)}{2} = \frac{8}{25} \epsilon^2 C$$

$$\frac{5m v^2}{2} + m g h = \frac{5m v_1^2}{2} + \frac{4m v_2^2}{2}$$

$$5m v_2 = -m v_1 + 4m v_2$$



$$v_B = \frac{5}{2} v_1$$

$$v_B = \frac{10}{2} v_1 = 5 v_1$$

$$v_B + \frac{10}{2} v_1 = \frac{2}{2} v_1$$

$$v_B + \frac{50}{2} v_1 = \frac{2}{2} v_1$$

$$v_B + \frac{50 \cdot 2}{2 \cdot 25} = \frac{2}{2} v_1$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3  
280  
0,4  
1120  
304

$$T = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{\nu_1 + \nu_2} = \frac{0,1 \cdot 400 \text{ K} + 0,4 \text{ моль} \cdot 280 \text{ K}}{0,1 \text{ моль} + 0,4 \text{ моль}} =$$

$$= \frac{40 + 112}{0,5} = \frac{152}{0,5} = 304 \text{ K}$$

$$t = 31^\circ \text{C}$$

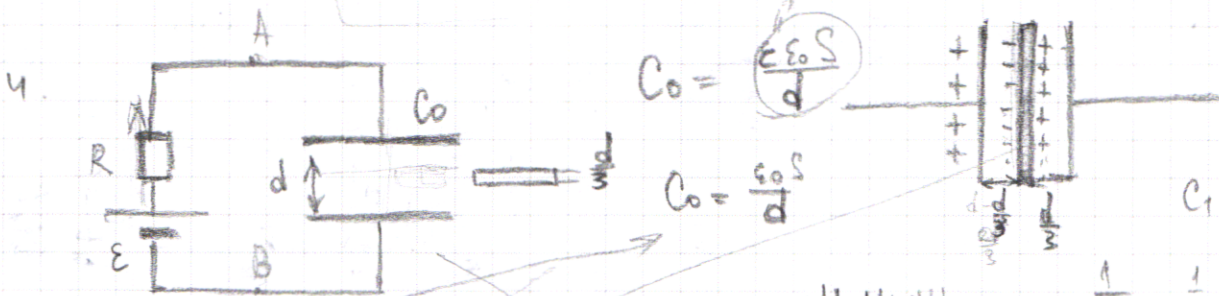
$$pV = \nu_1 RT$$

$$p_2 V = \nu_2 RT$$

$$p_0 = p_1 + p_2 =$$

$$\frac{\nu_1 RT}{V} + \frac{\nu_2 RT}{V} = \frac{(\nu_1 + \nu_2) RT}{V} = \frac{0,5 \cdot 8,31 \cdot 304}{8,31 \cdot 10^{-3}} =$$

$$= 152 \cdot 10^3 = 152000 \text{ Па}$$

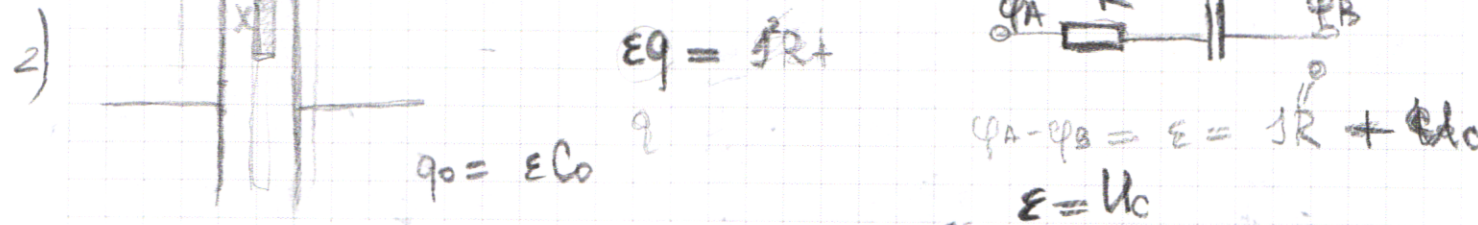


$$C_0 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$$

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

$$C_1 = C_3$$

$$1) C_0 = \frac{3 \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} \cdot 3 \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}}{2 \frac{3 \epsilon \epsilon_0 S}{d} + \frac{3 \epsilon \epsilon_0 S}{d}} = \frac{9 \epsilon_0^2 S^2}{6 \epsilon C_0 + 3 C_0} = \frac{9 \epsilon C_0^2}{3 C_0 (2 \epsilon + 1)} = \frac{3 \epsilon C_0}{2 \epsilon + 1}$$



$$\epsilon q = IR + U_0$$

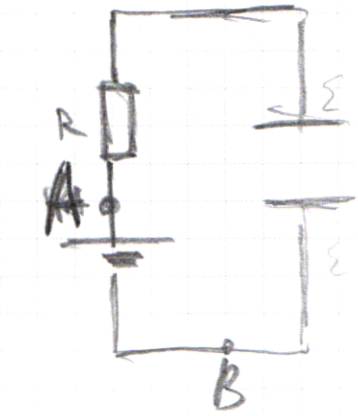
$$\varphi_A - \varphi_B = \epsilon = IR + U_0$$

$$\epsilon = U_0$$

1 способ ???  $\epsilon(\varphi_1 - \varphi_0) = Q + \Delta W = Q + \frac{q^2}{2C_0} - \frac{q_0^2}{2C_0}$

$$\epsilon \left( C_0 \epsilon - \left( \frac{3 \epsilon}{2 \epsilon + 1} \right) C_0 \right)$$

моль  $\frac{М Дж}{моль \cdot К}$   
моль  $\frac{М Дж}{моль \cdot К}$



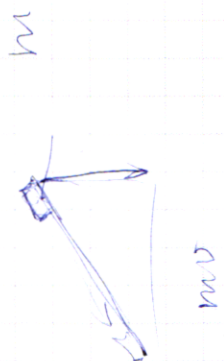
$$\epsilon q = Q = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

$$Q_1 - Q_2$$

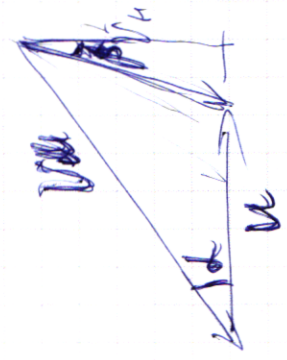
cos? cos

$\beta = d$

$g^2$



$$\frac{(m + 4m)V^2}{2} = mgh + \frac{(m + 4m)V^2}{2}$$



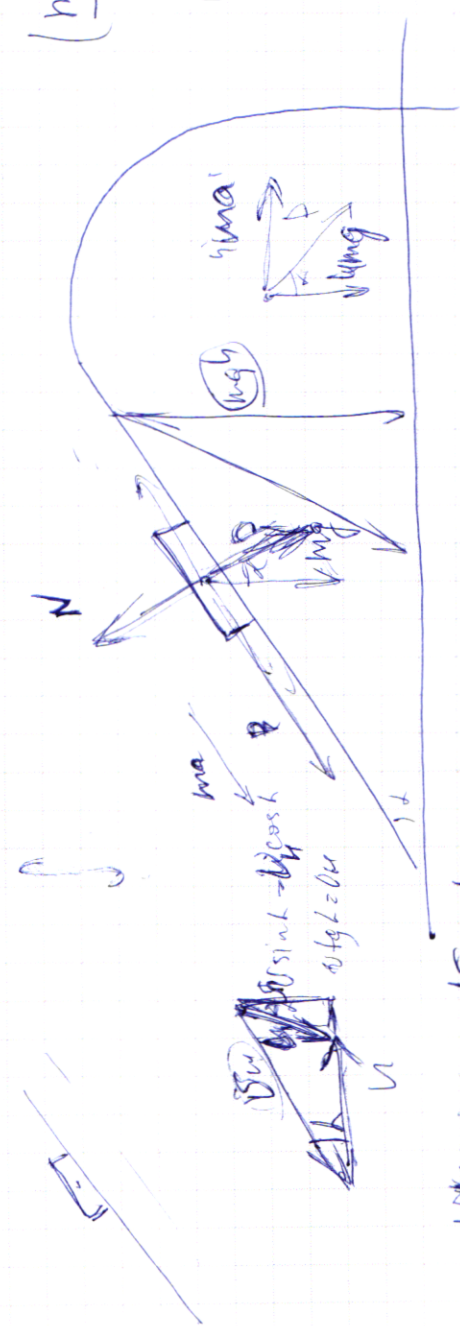
$$V \sin \alpha = V \cos \beta$$

$$V \sin \beta = V \cos \alpha - u$$

$$V \sin \alpha \cos \beta = V \cos \alpha \sin \beta$$

$$V \cos \alpha = \frac{V \cos^2 \beta}{\sin \alpha - u}$$

$$V \cos \alpha = V \cos \beta$$

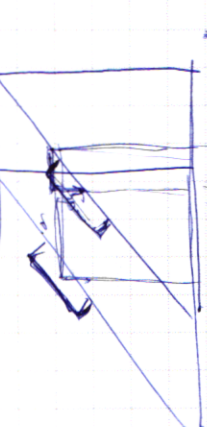


$$v \sin \alpha = v \cos \alpha$$

$$v \sin \alpha = v \cos \alpha$$

$$P = mg \cos \alpha$$

$$x^2 + y^2 = v^2$$



$$v \sin \alpha = v \cos \alpha$$

$$v \sin \alpha = v \cos \alpha$$

$$\sqrt{x^2 + y^2} = v$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{5m u^2}{2} + mgh = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{4m u_2^2}{2}$$

$$\frac{5u^2}{2} + mgh$$

$$\frac{5v_0^2}{2} = \frac{v_1^2}{2} + 4u_2^2$$

$$\frac{v_0^2}{2} = \frac{v_1^2}{2} + 2u_2^2$$

$$v_0^2 = \left(4u_2 - \frac{v_0}{5}\right)^2 + 4u_2^2$$

$$v_0^2 = 16u_2^2 + \frac{v_0^2}{25} - 2 \cdot 4u_2 \cdot \frac{v_0}{5} + 4u_2^2$$

$$v_0^2 = 16u_2^2 + \frac{v_0^2}{25} - \frac{8}{5}v_0 u_2 + 4u_2^2$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{4m u_2^2}{2}$$

$$v_0^2 = v_1^2 + 2u_2^2$$

$$v_0^2 = (4u_2 - v_0)^2 + 2u_2^2$$

$$v_0^2 = 16u_2^2 + v_0^2 - 8u_2 v_0 + 2u_2^2$$

$$0 = 18u_2^2 - 8u_2 v_0$$

$$9u_2^2 = 4u_2 v_0$$

$$9u_2 = 4v_0$$

$$u_2 = \frac{4}{9}v_0$$

5m u^2

$$5m \frac{v_0}{5} = -m v_1 + 4m u_2$$

$$\frac{v_0}{5} = -v_1 + 4u_2$$

$$v_0 = -5v_1 + 20u_2$$

$$v_0^2 = v_1^2 + 4u_2^2$$

$$\frac{v_0}{5} \left(4u_2 - \frac{v_0}{5}\right)$$

5m v\_0

$$5m \frac{v_0}{5} = -m v_1 + 4m u_2$$

$$v_0 = -v_1 + 4u_2$$

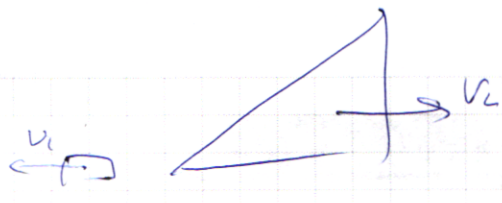
$$v_0 = -v_1 + 2u_2$$

$$m v_0 = -m v_1 + 4m u_2$$

$$v_1 = 4u_2 - v_0$$

$$mgh + \frac{5mv^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{4mV_2^2}{2}$$

$$5mgh = -V_1 + 4V_2$$



$$mV_0 = -V_1 + 4V_2$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{4mV_2^2}{2}$$

$$V_0^2 = V_1^2 + 4V_2^2$$

$$V_0 = -V_1 + 4V_2$$

$$V_0^2 = V_1^2 + 4V_2^2$$

$$(V_0 - V_1)(V_0 + V_1) = 4V_2^2$$

$$V_0 + V_1 = 4V_2$$

$$\frac{V_0 + V_1}{2} = 2V_2$$

$$4V_2 + (V_0 + V_1) = 4V_2^2$$

$$(V_0 - V_1)4V_2 = 4V_2^2$$

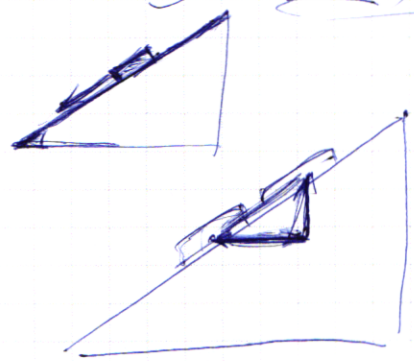
$$V_0 - V_1 = V_2$$

$$V_0 - V_1 = \frac{2}{5}V_0$$

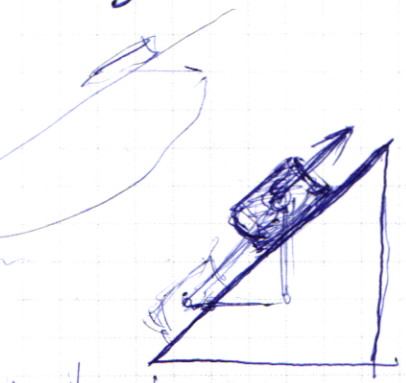
$$V_0 + V_1 = 4V_2$$

$$2V_0 = 5V_2$$

$$V_0 = \frac{5}{2}V_2$$



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



$$mgh = mv^2$$

$$\frac{V_0}{5} + \frac{3}{5}V_0$$

$$5 \cdot 10 \cdot 0,18$$

$$\frac{18}{100} \quad \frac{9}{50}$$

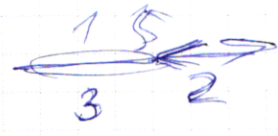
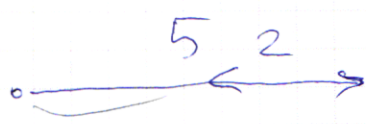
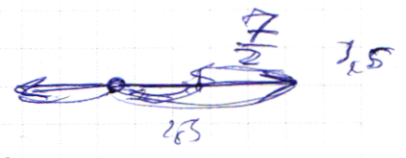
$$5 \cdot 10 \quad 50 \cdot \frac{9}{50}$$



$$\frac{7}{2} \quad 4,5$$

$$\frac{5}{2}$$

$$\frac{5}{2}$$



$$\frac{2}{5} \quad \frac{1}{5}$$

$$\frac{2}{5} \quad \frac{1,5}{5} \quad \frac{1}{5}$$

