

# Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 11

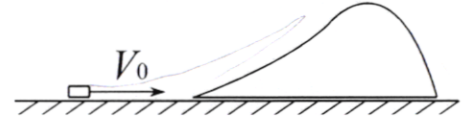
Шифр 06-031

(заполняется секретарём)

## Вариант 11-04

1. Небольшой шарик висит на легкой нити длиной 18 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 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.

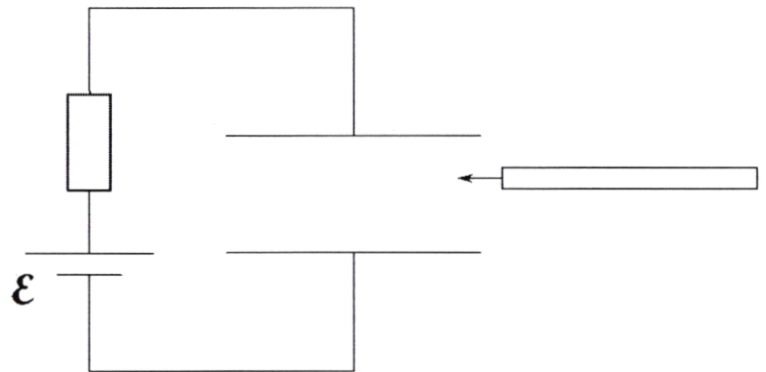


- 1) На какую максимальную высоту поднимается монета?
- 2) С какой скоростью монета съезжает с горки?

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

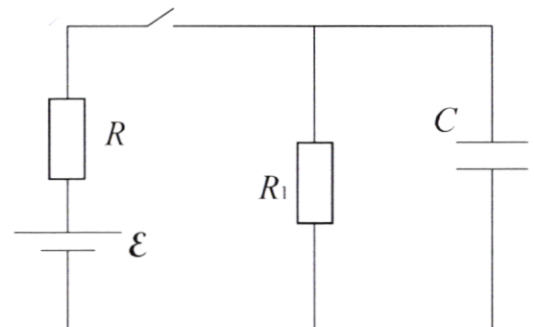
- 1) Какая температура (в градусах Цельсия) установится в сосуде после наступления термодинамического равновесия?
- 2) Найти конечное давление в сосуде.

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  $C$ ,  $\mathcal{E}$ ,  $R$ .

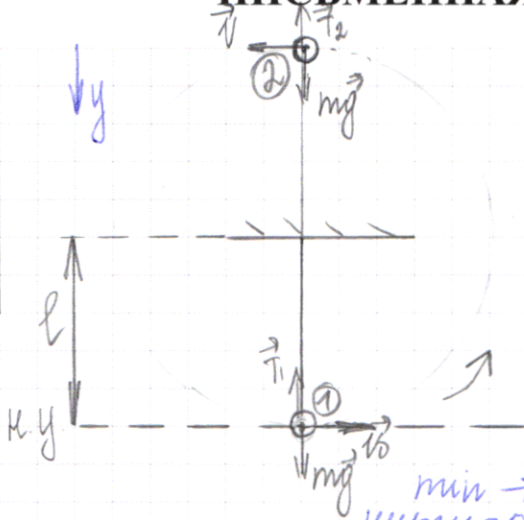


- 1) Найти ток через источник сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти установившееся напряжение на конденсаторе при замкнутом ключе.
- 3) Какое количество теплоты выделится в цепи после размыкания ключа?



### ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1  
 $l = 0,18 \text{ м}$   
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$   
 $v_{\text{min}} = ?$



$m$  - масса шарика  
 $v_0 = v_{\text{min}}$  - начальная мин.  
 скорость шарика  
 $v$  - скорость шарика в т. 2  
 для шарика в т. 2:  
 $m\vec{g} + \vec{T}_2 = m\vec{a}$

по усл. нач. скорость шарика  
 мин  $\rightarrow$  тогда в т. 2 натяжение  
 нити  $= 0 \rightarrow T_2 = 0$

из  $m\vec{g} = m\vec{a}$

$$g = \frac{v^2}{l} \rightarrow v^2 = gl \quad \text{①}$$

Система замкнута, консервативна  $\rightarrow$  ЭТМЗ:  $W_1 = W_2$ ,

где  $W_1$  - полная мех. энергия шарика в т. 1

$W_2$  - полная мех. энергия шарика в т. 2

$$W_1 = W_2$$

$$\frac{m}{2} v_0^2 = 2mgl + \frac{m}{2} v^2$$

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

из ①:  $v_0^2 = 4gl + gl = 5gl$

$$v_{\text{min}} = v_0 = \sqrt{5gl}$$

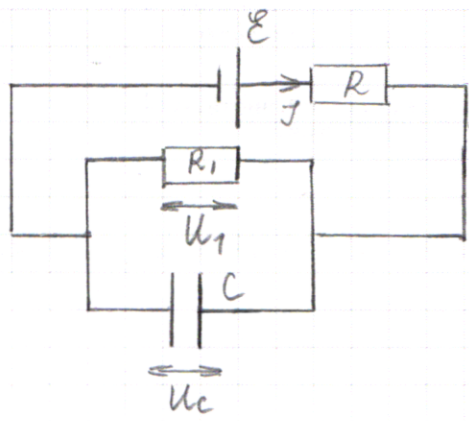
$$v_{\text{min}} = v_0 = \sqrt{5 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,18 \text{ м}} = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ:  $v_{\text{min}} = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

N 5

$R_1, R_2 = 4R$   
 $C, \mathcal{E}$

$J$   
 $U_C - ?$   
 $Q$



1) сразу после замыкания ключа, ток в цепи.

$$J = \frac{\mathcal{E}}{R+R_1} = \frac{\mathcal{E}}{R+4R} = \frac{\mathcal{E}}{5R}$$

$$J = \frac{\mathcal{E}}{5R} \quad (1)$$

2)  $U_1$  - напряжение на  $R_1$   
 из ①:  $U_1 = J \cdot R_1 = \frac{\mathcal{E}}{5R} \cdot 4R = \frac{4\mathcal{E}}{5}$

$$U_1 = U_C = \frac{4\mathcal{E}}{5}$$

$$U_C = \frac{4\mathcal{E}}{5} \quad (2)$$

3)  $q$  - заряд на конд. при замык. ключе  
 из ②:  $q = U_C \cdot C = \frac{4\mathcal{E}}{5} \cdot C \quad (3)$

$W$  - энергия в системе при замык. ключе  
 из ③:  $W = \frac{q \cdot U_C}{2} = \frac{2 \cdot 4\mathcal{E}}{2 \cdot 5} \cdot \frac{4\mathcal{E}}{5} C = \frac{8\mathcal{E}^2 C}{25} \quad (4)$

$q' = 0$  - заряд на конд. после размыкания ключа, т.к. конденсатор разрядится

Тогда энергия в системе  $W' = 0$

$A$  - работа источника энергии при изменении энергии в системе

$$A = \Delta W + Q$$

$$\text{из ③, ④} \quad Q = A - \Delta W = \mathcal{E}(q' - q) - (W' - W) = \mathcal{E}(0 - \frac{4\mathcal{E}}{5}C) - (0 - \frac{8\mathcal{E}^2 C}{25}) = -\frac{4\mathcal{E}^2 C}{5} + \frac{8\mathcal{E}^2 C}{25} = -\frac{12\mathcal{E}^2 C}{25}$$

Ответ:  $J = \frac{\mathcal{E}}{5R}$

$$U_C = \frac{4\mathcal{E}}{5}$$

$$Q = -\frac{12\mathcal{E}^2 C}{25}$$

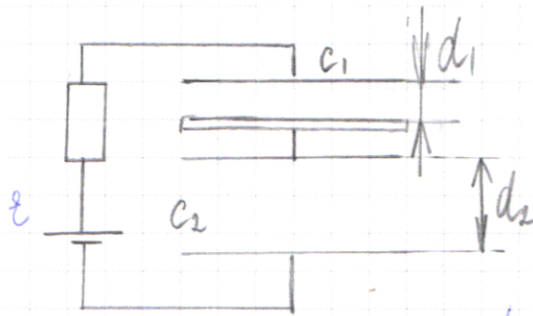
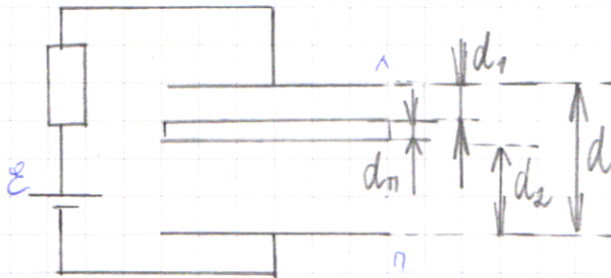


ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N 4

$C_0, \text{Э}$   
 $d_{\text{пл}} = \frac{d}{3}$

$C, \text{Э} - ?$



$d$  - расст. мжу обкладками  
 $d_{\text{пл}}$  - толщина пластины

$d_1$  - расст. от левой обкладки до прав. пластины  
 $d_2$  - расст. от правой обкладки до пластины

Конденсатор можно разбить на два последовательно соединенных конденсатора  $C_1$  и  $C_2$

Тогда емкость конденс. с пластиной  $C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$

$C_0 = \frac{\epsilon_0 S \epsilon_0}{d}$ ,  $S$  - площадь пов мжу обкладками

$C_1 = \frac{\epsilon_0 S \epsilon_0}{d_1}$ ,  $C_2 = \frac{\epsilon_0 S \epsilon_0}{d_2}$ ,  $d_1 + d_2 = d - d_{\text{пл}} = d - \frac{d}{3} = \frac{2d}{3}$

$C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{\frac{\epsilon_0 S \cdot \epsilon_0 S}{d_1 \cdot d_2}}{\frac{\epsilon_0 S}{d_1} + \frac{\epsilon_0 S}{d_2}} = \frac{\frac{\epsilon_0 S \cdot \epsilon_0 S}{d_1 \cdot d_2}}{\epsilon_0 S (\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2})} = \frac{\epsilon_0 S}{\frac{d_1 + d_2}{d_1 \cdot d_2}} = \frac{\epsilon_0 S}{d_1 + d_2} =$

$= \frac{\epsilon_0 S}{\frac{2d}{3}}$ ; т.к.  $d_1 + d_2 = \frac{2d}{3}$

$C = \frac{3\epsilon_0 S}{2d}$   
 $C_0 = \frac{\epsilon_0 S}{d}$   
 $\frac{C}{C_0} = \frac{3}{2} \rightarrow C = \frac{3}{2} C_0$  ①

До введения пластины: заряд конденс.  $q_0 = C_0 \text{Э}$

После введения пластины: заряд конденс.  $q = C \text{Э} = 1,5 C_0 \text{Э}$   
 $= \text{Э} \cdot \frac{3}{2} C_0$

Заряд, прошедший через резистор,  $\Delta q = q - q_0 =$   
 $= \frac{3}{2} C \mathcal{E} - C \mathcal{E} = \frac{1}{2} C \mathcal{E}$

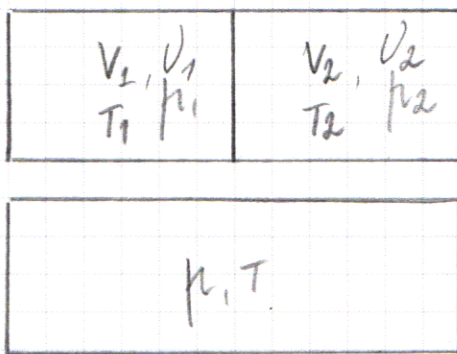
Ответ:  $C = \frac{3}{2} C_0$   
 $\Delta q = \frac{1}{2} C_0 \mathcal{E}$

N 3

$V = 8,31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$   
 He  
 $T_1 = 400 \text{ K}$   
 $V_1 = 0,1 \text{ моль}$   
 $T_2 = 280 \text{ K}$   
 $V_2 = 0,4 \text{ моль}$   


---

 $t = ?$   
 $\mu = ?$



$V = V_1 + V_2$

$m_1$  - масса He  $0,1 \text{ моль} = V_1$

$V_1 = \frac{m_1}{\mu} \rightarrow m_1 = V_1 \mu$  ① где  $\mu$  - молярная масса He

$m_2$  - масса He  $V_2 = 0,4 \text{ моль}$

$V_2 = \frac{m_2}{\mu} \rightarrow m_2 = V_2 \mu$  ②

Уравнение теплового баланса.  $Q_{\text{пол}} + Q_{\text{отг}} = 0$  - без потерь в О.с., т.к. сосуд теплоизолирован

$c m_2 (T - T_2) + c m_1 (T - T_1) = 0$ ;  $c$  - уд. теплоемкость He  
 $T$  - установивш. тем-ра  
 $m_2 (T - T_2) = m_1 (T_1 - T)$  после осуществления теплог. равновесия

$m_2 T - m_2 T_2 = m_1 T_1 - m_1 T$

из ① и ②:  
 $T (m_2 + m_1) = m_1 T_1 + m_2 T_2$   
 $T (V_1 \mu + V_2 \mu) = V_1 \mu T_1 + V_2 \mu T_2$

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



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$T = \frac{V_1 T_1 + V_2 T_2}{V_1 + V_2} \quad \textcircled{3}$$

$$T = \frac{0,1 \text{ моль} \cdot 400 \text{ К} + 0,4 \text{ моль} \cdot 280 \text{ К}}{(0,1 + 0,4) \text{ моль}} = 304 \text{ К} \rightarrow t^\circ = 31^\circ \text{ C}$$

~~$$t^\circ \text{ C} = T - 273 = 304 \text{ К} -$$~~

для смеси газ-вап смеси  $V_1 + V_2 = 0,5 \text{ моль}$

$pV = (V_1 + V_2) RT$ , где  $p$  - конечное давление в сосуде

$$p = \frac{(V_1 + V_2) RT}{V} = 1 \text{ кг} \quad \textcircled{3} \quad \left| = \frac{(V_1 + V_2) R \cdot (V_1 T_1 + V_2 T_2)}{V} \right|$$

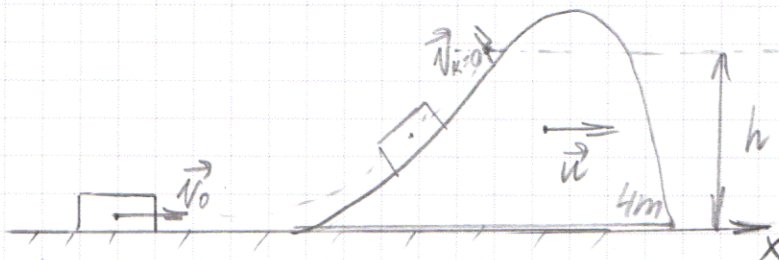
$$p = \frac{R (V_1 T_1 + V_2 T_2)}{V} = \frac{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \cdot (0,1 \text{ моль} \cdot 400 \text{ К} + 0,4 \text{ моль} \cdot 280 \text{ К})}{8,31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3} =$$

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

Ответ:  $t = 31^\circ \text{ C}$

$$p = 152 \text{ кПа}$$

$N \quad L$   
 $m$   
 $F_{\text{тр}} = 0$   
 $v_0$   
 $u = 0; 4 \text{ м}$   
 $h_{\text{max}} - ?$   
 $v - ?$



$h = h_{\text{max}} = \text{max}$  высота, на которую поднимется монета

т.к.  $h_{\text{max}} \Rightarrow v_k = 0$  - конечная скорость монеты на горке

Система монета-горка замкнута  $\rightarrow$

$$3m \vec{v}_0 = (m+4m) \vec{u} \quad u - \text{скорость горки с монетой, после того, как на ~~ее~~ <sup>ее</sup> ~~на~~ <sup>на</sup> ~~горку~~ <sup>горку</sup> ~~монета~~ <sup>монета</sup>$$

$$Ox: m v_0 = 5m u$$

$$u = \frac{v_0}{5} \quad (1)$$

На монету не действуют внеш. силы,  $F_{\text{тр}} = 0 \rightarrow u = \text{const}$   
Система замкнута, консервативна  $\rightarrow$  БЭИ МЭ:

$W_1$  - полная механич. энергия системы, когда монета скользит по столу

$W_2$  - полная механич. энергия системы, когда монета поднялась на max высоту

$$W_1 = W_2$$

$$\frac{m}{2} v_0^2 = mgh + \frac{(4m+m)}{2} u^2$$

$$m v_0^2 = 2mgh + 5m u^2$$

$$v_0^2 = 2gh + 5u^2$$

$$u \text{ из } (1): \quad v_0^2 = 2gh + 5 \cdot \frac{v_0^2}{25}$$
$$\frac{4v_0^2}{5} = 2gh \rightarrow h = h_{\text{max}} = \frac{2v_0^2}{5g}$$

$V$  - скорость, с которой монета съезжает с горки  
 $u_1$  - скорость горки, когда монета съезжает с нее

$$m \vec{v}_0 = 4m \vec{u}_1 + m \vec{v}$$

$$Ox: m v_0 = 4m u_1 - m v$$

$$v_0 = 4u_1 - v$$

$$u_1 = \frac{v_0 + v}{4} \quad (2)$$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

ЗСПИМА:  $W_1 = W_3$  $W_3$  - мех. энергия системы, когда монета соединяется с горки

$$\frac{m}{2} v_0^2 = \frac{m}{2} v^2 + \frac{4m}{2} u_1^2$$

$$m v_0^2 = m v^2 + 4m u_1^2$$

$$v_0^2 = v^2 + 4u_1^2 \quad \text{из } \textcircled{2}: u_1 = \frac{v_0 + v}{4}$$

$$v_0^2 = v^2 + 4 \cdot \frac{(v_0 + v)^2}{16}$$

$$4v_0^2 = 4v^2 + v_0^2 + 2v_0v + v^2$$

$$3v_0^2 = 5v^2 + 2v_0v$$

$$5v^2 + 2v_0v - 3v_0^2 = 0$$

$$v = \frac{-v_0 \pm \sqrt{v_0^2 + 15v_0^2}}{5} = \frac{-v_0 \pm 4v_0}{5} = \begin{cases} -v_0 \\ \frac{3v_0}{5} \end{cases}$$

$$v = \frac{3v_0}{5}$$

$$\text{Ответ: } h_{\max} = \frac{2v_0^2}{5g}$$

$$v = \frac{3v_0}{5}$$



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\mu_1' = \mu_1 \left(\frac{V_1}{V}\right)^{\frac{5}{3}}$$

$$V = V_1 + V_2$$

$$\frac{\mu_1 V_1}{T_1} = \frac{\mu_1' V}{T} \rightarrow$$

$$\rightarrow \mu_1' = \frac{T V_1 R}{V}$$

$$\mu_1 \left(\frac{V_1}{V}\right)^{\frac{5}{3}} = \frac{T V_1 R}{V}$$

$$\mu_1 = \frac{V}{V_1^{\frac{5}{3}}} \cdot \frac{T V_1 R}{V} = \frac{T V_1 R}{V_1^{\frac{5}{3}}}$$

$$\mu_1 = \frac{T V_1 R}{V_1^{\frac{5}{3}}}$$

$$\mu_2 = \frac{T V_2 R}{V_2^{\frac{5}{3}}}$$

В

$$\mu_1 = \mu_1 \frac{V_1^{\frac{5}{3}}}{V_1^{\frac{5}{3}}} = \frac{V_1^{\frac{5}{3}}}{V_1^{\frac{5}{3}}} \cdot \frac{T V_1 R V^{\frac{2}{3}}}{V_1^{\frac{5}{3}}} =$$

$$V = V_1 + V_2 = \frac{V_1 R T_1}{\mu_1} + \frac{V_2 R T_2}{\mu_2} = \frac{R}{\mu_1} (V_1 T_1 + V_2 T_2)$$

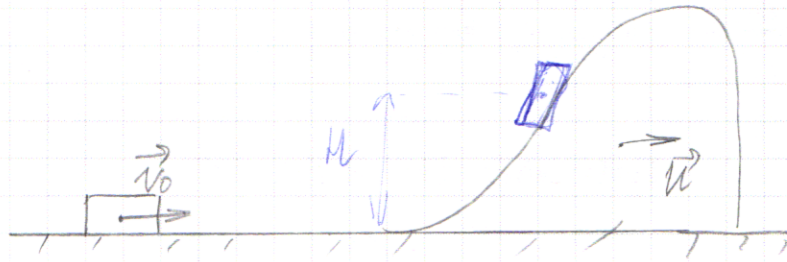
$$\mu_1 = \frac{T V_1 R}{\frac{R}{\mu_1} (V_1 T_1 + V_2 T_2)} = \frac{T V_1 \mu_1}{V_1 T_1 + V_2 T_2} = \mu_1 \left(\frac{V_1}{V}\right)^{\frac{5}{3}}$$

$$\frac{T V_1 \mu_1}{V_1 T_1 + V_2 T_2} = \left( \frac{\frac{V_1 R T_1}{\mu_1}}{\frac{V_1 R T_1}{\mu_1} + \frac{V_2 R T_2}{\mu_2}} \right)^{\frac{5}{3}}$$

$$\frac{T V_1}{V_1 T_1 + V_2 T_2} = \left( \frac{V_1 T_1}{V_1 T_1 + V_2 T_2} \right)^{\frac{5}{3}}$$



$m, v_0, 4m$   
 $h_{\max} - ?$   
 $v - ?$



$$m v_0 = 4m v \rightarrow v = \frac{v_0}{4}$$

$$m v_0 = (4m + m) v \rightarrow v = \frac{v_0}{5} \quad \text{— скорость горки с моментом сразу после выезда}$$

$$\vec{v}_0 = \vec{v} + \vec{v}_{\text{горки}}$$

$$v_{\text{горки}} = \frac{4v_0}{5}$$

~~$$m v_0 = 4m v$$~~

~~$$m v_0 = (m + 4m) v$$~~

$$m v_0 =$$

$$v = \text{const}$$

~~$$\frac{m}{2} v_0^2 = \frac{5m}{2} v^2 + mgh$$~~

$$m v_0^2 = 5m v^2 + 2ghm$$

$$v_0^2 = 5v^2 + 2gh$$

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

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

$$\frac{2}{5} v_0^2 = gh \rightarrow h = \frac{2}{5} \frac{v_0^2}{g}$$

~~$$mgh = \frac{2}{5} m v_0^2 \rightarrow v = \frac{2}{5} v_0$$~~

$$m v_0 = m v +$$



### ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$C_0, \epsilon$   
 $d_n = \frac{d}{3}$   
 $C - ?$

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

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

$C_1 = \frac{3\epsilon_0 S \epsilon}{d}$

$\frac{C_0}{C_1} = \frac{\frac{\epsilon_0 S}{d}}{\frac{3\epsilon_0 S \epsilon}{d}} = \frac{1}{3\epsilon}$

$C_1 = 3\epsilon C_0$

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

$\frac{C_0}{C_2} = \frac{\frac{\epsilon_0 S}{d}}{\frac{\epsilon_0 S 3}{2d}} = \frac{2}{3} \rightarrow C_2 = \frac{3C_0}{2}$

$C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{3\epsilon C_0 \cdot \frac{3C_0}{2}}{3\epsilon C_0 + \frac{3C_0}{2}} = \frac{3\epsilon C_0 \cdot \frac{3C_0}{2}}{3\epsilon C_0 + \frac{3C_0}{2}} = \frac{9\epsilon C_0}{3+6\epsilon}$

$C_0, \epsilon$   
 $d_n = \frac{d}{3}$   
 $C, q - ?$

до введения пластины:  $q_0 = C_0 \epsilon$   
 $W_0 = \frac{C_0 \epsilon^2}{2}$  ;  $C_0 = \frac{\epsilon_0 S}{d}$

после введения пластины:  $q = C \epsilon$   
 $W = \frac{C \epsilon^2}{2}$  ;  $C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$  ;  $d_1 + d_2 = \frac{2d}{3}$

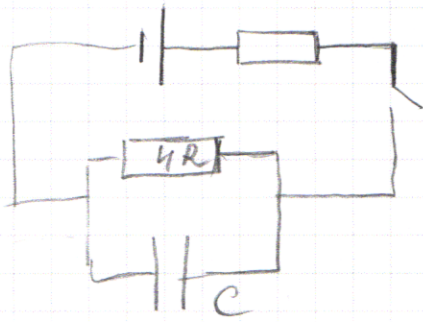
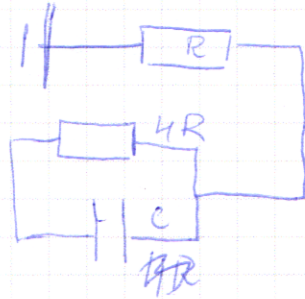
$C_1 = \frac{\epsilon_0 S}{d_1}$  ;  $C_2 = \frac{\epsilon_0 S}{d_2}$

$C = \frac{\frac{\epsilon_0 S}{d_1} \cdot \frac{\epsilon_0 S}{d_2}}{\frac{\epsilon_0 S}{d_1} + \frac{\epsilon_0 S}{d_2}} = \frac{\epsilon_0 S}{\frac{d_1 d_2}{d_1 + d_2}} = \frac{\epsilon_0 S}{\frac{d_1 d_2}{\frac{2d}{3}}} = \frac{3\epsilon_0 S}{2d} = \frac{3}{2} C_0$

$$\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{\frac{\epsilon_0 S}{d_1} \cdot \frac{\epsilon_0 S}{d_2}}{\epsilon_0 S \left( \frac{d_2 + d_1}{d_1 d_2} \right)^2} = \frac{\epsilon_0 S}{\dots}$$

$$\Delta q = q - q_0 = \epsilon (C_0 - C) = \epsilon \cdot \frac{3}{2} C_0$$

N5



номинальный ток

$$I = \frac{\epsilon}{5R}$$

$$U_1 = \frac{\epsilon}{5R} \cdot 4R = \frac{4}{5} \epsilon$$

$$q = \frac{4}{5} \epsilon C$$

$$A = \Delta W + Q$$

$$Q = A - \Delta W = \epsilon \cdot \frac{4}{5} \epsilon C -$$

$$W_0 = \frac{q^2}{2C} = \frac{\frac{16}{25} \epsilon^2 C^2}{2C} = \frac{8}{25} \epsilon^2 C$$

$$Q = \frac{4}{5} \epsilon^2 C - \frac{8}{25} \epsilon^2 C = \frac{12}{25} \epsilon^2 C$$

$$Q = \Delta W - ?$$

$$A = A + \Delta W + Q = 0$$

$$A = \Delta W + Q$$

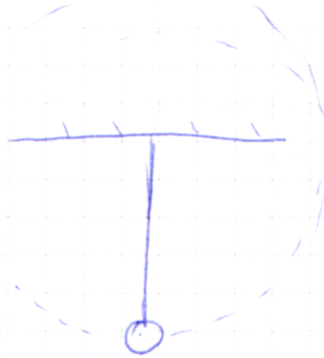
$$Q = A - \Delta W = \epsilon (10 - q) - 10 - \frac{8 \epsilon^2 C}{25} = -\frac{4}{5} \epsilon^2 C$$



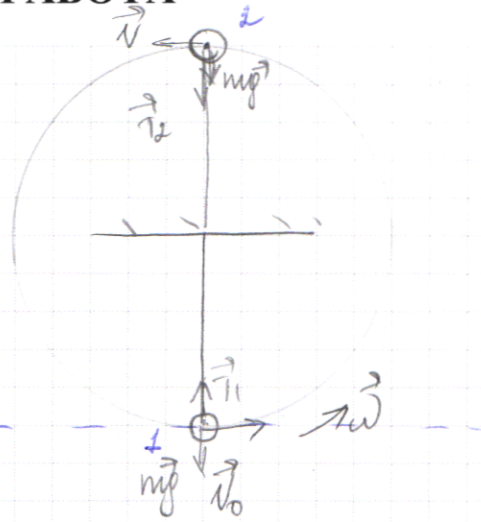
## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\sim 1$

$$\begin{aligned} l &= 0,18 \text{ м} \\ g &= 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \\ v_{\text{мин}} &= ? \end{aligned}$$



$\uparrow y$



$\uparrow y$

для тела в т. 1:

$$mg + T_1 = m\vec{a}$$

для тела в т. 2:  $mg + T_2 = m\vec{a}$

т.к. по укл.  $v_0 = v_{\text{мин}}$ , скорости мин  $\rightarrow$  в точке 2  $T_2 = 0$

Ду:  $-mg = -ma_{\text{цс}}$

$$g = \frac{v^2}{l} \rightarrow v^2 = gl$$

система замкнутая, консерват.  $\rightarrow$  ЗСПИМ:  $W_1 = W_2$  -  
~~энергия~~

$$\frac{m}{2} v_0^2 = 2mgl + \frac{m}{2} v^2$$

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

$$v_0^2 = 4gl + gl = 5gl$$

$$v_0 = \sqrt{5gl} = \sqrt{5 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,18 \text{ м}} = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

5.18

v3

$$\begin{array}{r} + 273 \\ 127 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 376 \\ - 273 \\ \hline 103 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 800 + 320 \\ 1120 + 400 \end{array}$$

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

$$T_1 = 400 \text{ K He}$$

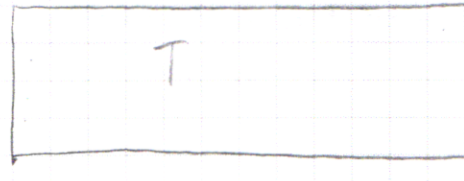
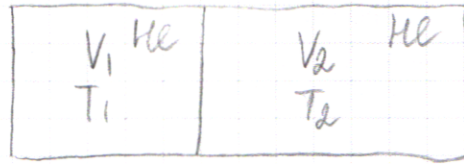
$$V_1 = 0,1 \text{ моль}$$

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

$$V_2 = 0,4 \text{ моль}$$

$T = ?$

$p = ?$



$$\frac{0,1 \cdot 400 + 0,4 \cdot 280}{0,5}$$

$$\frac{400 + 4 \cdot 280}{5} =$$

$$\frac{1520}{5}$$

$$V_1 = \frac{m_1}{M} \rightarrow m_1 = M V_1$$

$$m_2 = M V_2$$

$$Q_{\text{heat}} + Q_{\text{comp}} = 0$$

$$C m_1 (T - T_1) + C m_2 (T - T_2) = 0$$

$$m_1 (T - T_1) = 304 \cdot 5$$

$$m_2 (T - T_2) = m_1 (T_1 - T) = 150$$

$$M V_1 (T - T_2) = M V_2 (T_1 - T)$$

$$V_1 T - V_1 T_2 = V_2 T_1 - V_2 T$$

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

$$T = \frac{V_2 T_1 + V_1 T_2}{V_1 + V_2} = \frac{0,4 \text{ моль} \cdot 400 \text{ K} + 0,1 \text{ моль} \cdot 280 \text{ K}}{0,5 \text{ моль}} = 376 \text{ K} = 103^\circ \text{C}$$

$$\frac{127 + 280}{155} = 31$$

$$\frac{400 + 4 \cdot 280}{5}$$

$$\frac{0,1 \cdot 127 + 0,4 \cdot 280}{0,5}$$

$$\frac{1520}{5} = 304$$

$$\frac{1520}{20} = 76$$

$$\frac{1600 + 280}{5} = 376$$

$$\frac{160 + 280}{15} = 376$$

$$\frac{38}{35} = 103$$

$$\frac{304}{-273} = 103$$

$$\frac{376}{-273} = 103$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_1' V}{T} \rightarrow p_1' = \frac{p_1 V_1 T}{T_1 V} = T \cdot \frac{p_1}{T_1} \cdot \frac{V_1}{V} = \frac{T V_1 R T_1}{T_1 V} = \frac{T V_1 R}{V} \quad i=3$$

$$p_2' = \frac{T V_2 R}{V}$$

$$p_1' V = V_1 R T$$

$$p_1 V_1 = p_1' V$$

$$p_1 V_1 = p_1' V \rightarrow p_1' = p_1 \left( \frac{V_1}{V} \right)$$

$$C_p = \frac{i+2}{2} \frac{R}{M} = \frac{5}{2} \frac{R}{M}$$

$$C_v = \frac{i}{2} \frac{R}{M} = \frac{3}{2} \frac{R}{M}$$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\mu V = (V_1 + V_2) RT \rightarrow \mu = \frac{(V_1 + V_2) RT}{V}$$

$$V_2 = V_1 + V_2$$

$$\mu_1 V_1 = V_1 RT_1$$

$$\mu_2 V_2 = V_2 RT_2$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{V_1 T_1}{V_2 T_2} \rightarrow V_2 = V_1 \frac{V_2 T_2}{V_1 T_1}$$

$$\mu = \frac{(V_1 + V_2) RT}{V_2 \left(1 + \frac{V_2 T_2}{V_1 T_1}\right)}$$

$$\mu V = (V_1 + V_2) RT$$

$$\mu_1 V_1 = V_1 RT_1$$

$$\frac{\mu V}{\mu_1 V_1} = \frac{(V_1 + V_2) T}{V_1 T_1}$$

$$\cancel{(V_1 + V_2) RT}$$

$$p_1 V_1 =$$

$$p_1 V_1 = V_1 R T_1$$

$$p V = (V_1 + V_2) R T \rightarrow p =$$

$$p_1 V_1 = V_1 R T_1$$

$$p_2 V_2 = V_2 R T_2$$

$$\frac{p_1' V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

4.28

112 80

$$5V^2 + 2NV - 3N^2 = 0$$

$$N = \frac{-V \pm \sqrt{V^2 + 15N^2}}{2}$$

$$N = \frac{-V \pm \sqrt{V^2 + 15 \cdot 400}}{2}$$

$$40 + 112 = 152$$

$$p_1' = \frac{T V_1 R}{V}$$

$$p_2' = \frac{T V_2 R}{V}$$

$$p = p_1' + p_2' = \frac{T R}{V} (V_1 + V_2)$$



$$m\vec{v}_0 = 4m\vec{u}_1 + m\vec{v}$$

$$m v_0 = -m v + 4m u_1$$

$$m v_0 = -v + 4u_1$$

$$v_0 + v = 4u_1 \rightarrow u_1 = \frac{v_0 + v}{4}$$

$$m v_0^2 = m v^2 + 4m u_1^2$$

$$v_0^2 = v^2 + 4 \cdot \left(\frac{v_0 + v}{4}\right)^2$$

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

$$3v_0^2 = 5v^2 + 2v_0 v$$