

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 11

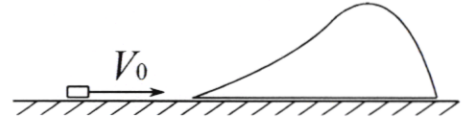
Шифр 06-010

(заполняется секретарём)

Вариант 11-03

1. Небольшой шарик висит на легкой нити длиной 50 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 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.

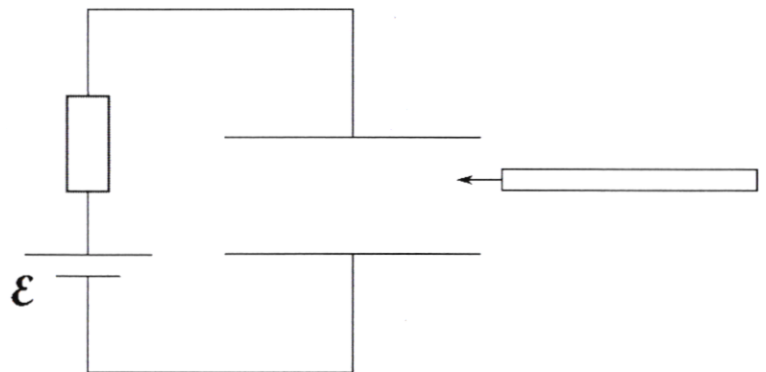


- 1) На какую максимальную высоту поднимается шайба?
- 2) С какой скоростью шайба съезжает с горки?

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.

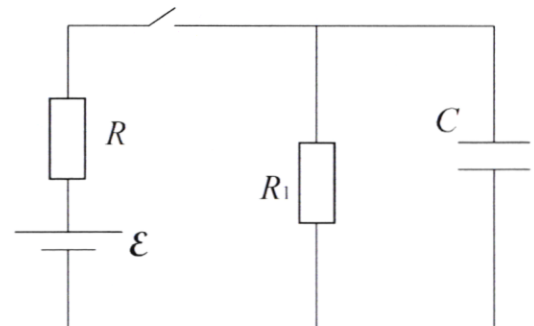
- 1) Какая температура (в градусах Цельсия) установится в сосуде после наступления термодинамического равновесия?
- 2) Найти конечное давление в сосуде.

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.

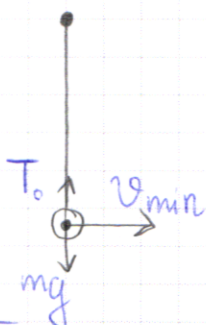
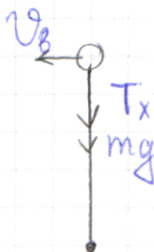
Дано:

$$l = 0,5 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$v_{\min} = ?$$

Решение:



1) Пусть m — масса шарика, T_x — сила натяжения нити в верхней точке траектории движения, v_0 — скорость шарика в вершине. Так как это вершина, то в этой точке v_0 по вертикали (v_{0y}) = 0, так как шарик «меняет» подъем на падение. Если $T_x = 0$, то при дальнейшем движении какое-то время шарик будет свободно падать \Rightarrow меняет траекторию. Тогда $T_x > 0$.

2) Рассмотрим силы, действующие на шарик в вершине. По второму закону Ньютона: $ma_{\text{ц}} = T_x + mg = m \cdot \frac{v_0^2}{l} \Rightarrow T_x = m \left(\frac{v_0^2}{l} - g \right) > 0 \Rightarrow v_0^2 > gl$. Так как нас устраивает только $v_0 > 0 \Rightarrow v_0 > \sqrt{gl}$. Это условие «непровисания».

3) По закону сохранения энергии (сила $T(t) \perp v(t) \Rightarrow$ ее работа = 0)

$$\frac{mv_{\min}^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + mg \cdot 2l \Rightarrow v_{\min}^2 = v_0^2 + 4gl \Rightarrow v_0^2 = v_{\min}^2 - 4gl > gl \Rightarrow v_{\min}^2 > 5gl$$

Так как направление v_{\min} не имеет зна-

чения, то $v_{\min} > \sqrt{5gl} > \sqrt{5 \cdot 10 \cdot 0,5} > 5 \text{ м/с}$.

Тогда минимальное значение начальной скорости приблизительно равно 5 м/с.

Ответ: $v_{\min} \approx \sqrt{5gl} \approx 5 \text{ м/с}$.

№2.

Дано:

m

$3m$

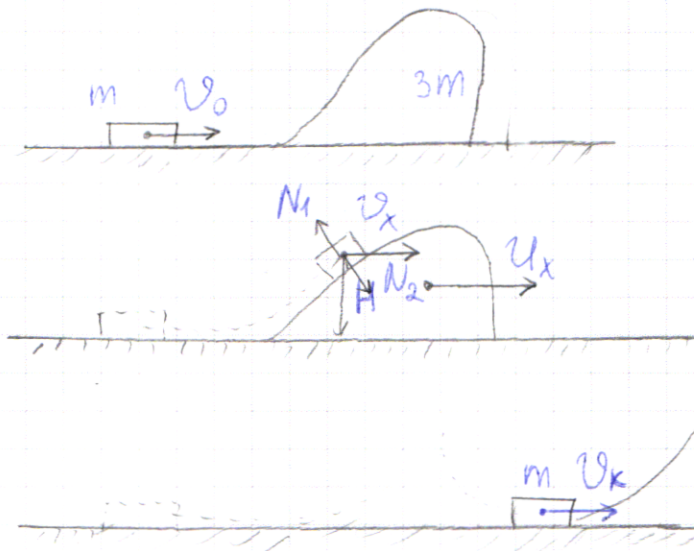
v_0

$F_{\text{тр}} = 0$

1) $H = ?$

2) $v_k = ?$

Решение:



1) В момент, когда шайба начнет съезжать с горки, её скорость относительно шайбы (+ вертикальная составляющая) = 0.

Тогда $v_x = u_x$ (см. рисунок). По закону сохр. импульса:

$$m v_0 = m v_x + 3m v_x \Rightarrow v_x = \frac{v_0}{4} \text{ (аналогичным образом можно}$$

получить эту скорость из ~~сохр.~~ сохранения скорости центра масс)

2) Так как работа силы реакции опоры $\neq 0 \Rightarrow$ закон сохр. энергии не работает по отдельности для горки или шайбы.

Рассмотрим систему «шайба + горка»: $|A_{N1}| = |A_{N2}| \Rightarrow A_N = 0$

Тогда из закона сохранения энергии:

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_x^2}{2} + \frac{3m v_x^2}{2} + mgH \Rightarrow H = \frac{v_0^2 - 4v_x^2}{2g} = \frac{v_0^2(1 - \frac{1}{4})}{2g} \Rightarrow$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\Rightarrow H = \frac{3V_0^2}{8g}$$

3) Аналогично рассматриваем систему «шайба + горка»:

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_k^2}{2} + \frac{3mU_k^2}{2}$$

Из закона сохр. импульса $mV_0 = mV_k + 3mU_k \Rightarrow U_k = \frac{V_0 - V_k}{3}$

$$V_0^2 = V_k^2 + 3U_k^2 = V_k^2 + 3 \cdot \left(\frac{V_0 - V_k}{3}\right)^2 = V_k^2 + \frac{1}{3}(V_0^2 - 2V_0V_k + V_k^2)$$

$$3V_0^2 = 3V_k^2 + V_0^2 - 2V_0V_k + V_k^2 \Rightarrow 4V_k^2 - 2V_0V_k - 2V_0^2 = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2V_k^2 - V_0V_k - V_0^2 = 0$$

$$D = V_0^2 + 4 \cdot 2 \cdot V_0^2 = 9V_0^2 \Rightarrow V_k = \frac{V_0 \pm 3V_0}{4} = \begin{cases} V_0 \\ -\frac{1}{2}V_0 \end{cases}$$

Если $V_k = V_0$, то $U = 0 \Rightarrow$ мы получили бесконечную колеб. систему (шайба и горка вернулись в первоначальное состояние)

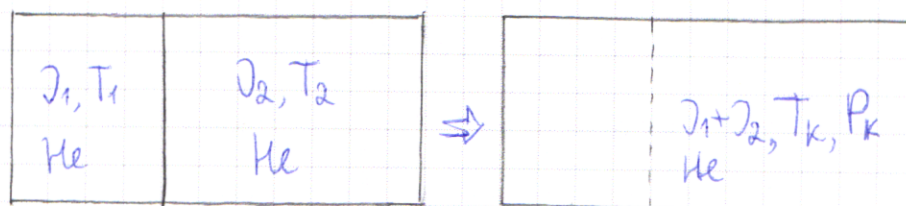
Если $V_k = -\frac{V_0}{2}$, то $U = \frac{V_0 + \frac{V_0}{2}}{3} = \frac{1}{3} \cdot \frac{3V_0}{2} = \frac{V_0}{2}$, \Rightarrow скорости горки и шайбы равны по модулю, но направлены в разные стороны.

Ответ: $H = \frac{3V_0^2}{8g}$, $\begin{cases} V_k = V_0 \\ V_k = -\frac{1}{2}V_0 \end{cases}$

№3.

Дано:
 $V = 8,31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$
 $T_1 = 27^\circ\text{C} = 300\text{K}$
 $\nu_1 = 0,2 \text{ мм}$
 $T_2 = 7^\circ\text{C} = 280\text{K}$

Решение:



$$\nu_2 = 0,3 \text{ моль}$$

1) T_k - ?

2) P_k - ?

1) Так как сосуд теплоизолированный $\Rightarrow Q = 0$.

Система газов ν_1 и ν_2 не совершает работу \Rightarrow

$$\Rightarrow A = 0.$$

2) По первому началу термодинамики.

$$Q = \Delta U + A \Rightarrow 0 = \Delta U + 0 \Rightarrow \Delta U = 0, U_2 = U_1.$$

$$U_1 = \frac{3}{2} \nu_1 R T_1 + \frac{3}{2} \nu_2 R T_2$$

$$U_2 = \frac{3}{2} (\nu_1 + \nu_2) R T_k$$

$$\left. \begin{array}{l} U_1 = \frac{3}{2} \nu_1 R T_1 + \frac{3}{2} \nu_2 R T_2 \\ U_2 = \frac{3}{2} (\nu_1 + \nu_2) R T_k \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{3}{2} \nu_1 R T_1 + \frac{3}{2} \nu_2 R T_2 = \frac{3}{2} (\nu_1 + \nu_2) R T_k$$

$$\Rightarrow T_k = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{\nu_1 + \nu_2} = \frac{0,2 \cdot 300 + 0,3 \cdot 280}{0,5} = 20 \cdot (6 + 8,4) = 288 \text{ K.}$$

3) По закону Менделеева - Клапейрона для конечного состояния:

$$P_k V = (\nu_1 + \nu_2) R T_k \Rightarrow P_k = \frac{(\nu_1 + \nu_2) R T_k}{V} = \frac{0,5 \cdot 8,31 \cdot 288}{8,31 \cdot 10^{-3}} =$$

$$= 144 \cdot 10^3 = 1,44 \cdot 10^5 \text{ Па.}$$

Ответ: $T_k = 288 \text{ K}$, $P_k = 1,44 \cdot 10^5 \text{ Па}$.

~4.

Дано:

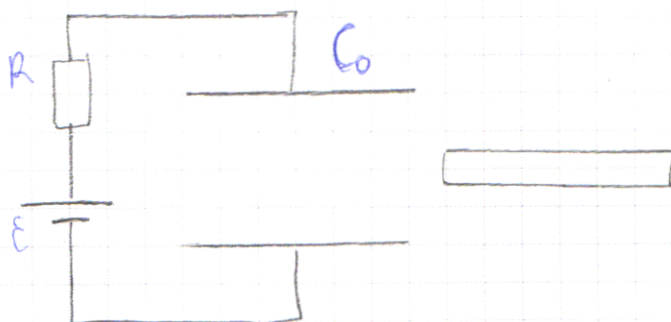
Решение:

C_0

ε

1) C_k - ?

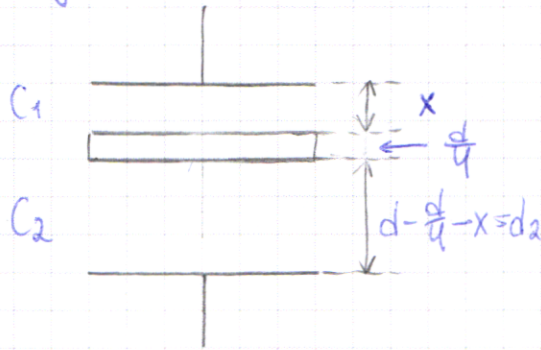
2) Δq_R - ?



1) После того, как в конденсатор введут пластину, полученную систему можно представить как два последовательно соединенных конденсатора (пластина проводящая \Rightarrow ее $\Delta q = 0$)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Тогда $\frac{1}{C_k} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$, где C_1 и C_2 — емкости этих частей.



Пусть d — расстояние между обкладками, x — расстояние от верхней обкладки до пластины, S — площадь обкладок и пластины, ϵ и ϵ_0 — диэлектрические проницаемости.

Тогда для C_2 расстояние $d_2 = \frac{3}{4}d - x$.

$$\frac{1}{C_k} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{x}{\epsilon \epsilon_0 S} + \frac{\frac{3}{4}d - x}{\epsilon \epsilon_0 S} = \frac{1}{\epsilon \epsilon_0 S} \left(x + \frac{3}{4}d - x \right) = \frac{3d}{4\epsilon \epsilon_0 S}$$

$$\Rightarrow C_k = \frac{4\epsilon \epsilon_0 S}{3d} = \frac{4}{3} C_0$$

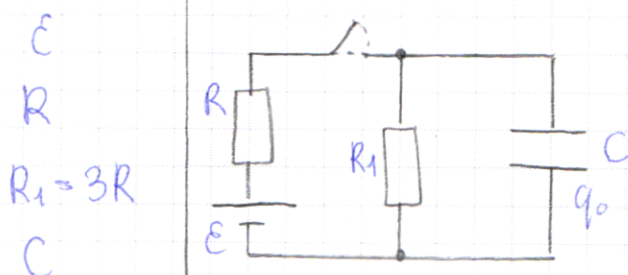
2) Так как в цепи напряжение постоянно и равно ϵ , то заряд конденсатора до введения пластины $q_0 = C_0 \epsilon$, заряд после $q_k = C_k \epsilon = \frac{4}{3} C_0 \epsilon$.

Из закона сохранения заряда $\Delta q_k = \Delta q_c = \frac{4}{3} C_0 \epsilon - \epsilon C_0 = \frac{C_0 \epsilon}{3}$.

Ответ: $C_k = \frac{4}{3} C_0$, $\Delta q_k = \frac{C_0 \epsilon}{3}$.

~5.

Дано: Решение:



1) Сразу после замыкания через конденсатор не идет ток, так как $(q_0 = 0)$.
Тогда $I_3 = \frac{\epsilon}{R + R_1} = \frac{\epsilon}{4R}$.

- 1) I_3 - ?
- 2) U_C - ?
- 3) Q - ?

2) Поскольку R_1 и C включены в цепь параллельно, то $U_R = U_C = U_C$. Тогда для напряжений $\mathcal{E} = U_R + U_C \Rightarrow U_C = \mathcal{E} - U_R = \mathcal{E} - I_3 R = \mathcal{E} - \frac{\mathcal{E}}{4} = \frac{3}{4}\mathcal{E}$.

3) $A_{\text{ст.си}} = Q + \Delta W_C$, где $A_{\text{ст.си}}$ - работа сторонних сил, Q - тепло, выдел. в цепи, $\Delta W_C =$ изменению энергии конденсатора.

$$\Delta W_C = W_2 - W_1 = \frac{C U_C^2}{2} - \frac{C \mathcal{E}^2}{2} = \frac{C}{2} \left(\frac{9}{16} \mathcal{E}^2 - \mathcal{E}^2 \right) = -\frac{7 C \mathcal{E}^2}{16 \cdot 2}$$

$A_{\text{ст.си}} = \mathcal{E} \Delta q = \mathcal{E} q_{\text{ск}}$, где $q_{\text{ск}}$ - заряд на конденсаторе, установившийся при замыкании.

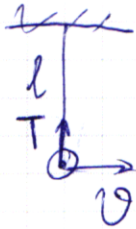
$$q_{\text{ск}} = C U_C = \frac{3}{4} C \mathcal{E} \Rightarrow A_{\text{ст.си}} = \frac{3}{4} C \mathcal{E}^2$$

$$Q = A_{\text{ст.си}} - \Delta W_C = \frac{3}{4} C \mathcal{E}^2 + \frac{7}{16 \cdot 2} C \mathcal{E}^2 = \frac{C \mathcal{E}^2}{4} \left(\frac{7}{8} + \frac{24}{8} \right) = \frac{31}{32} C \mathcal{E}^2$$

Ответ: $I_3 = \frac{\mathcal{E}}{4R}$, $U_C = \frac{3}{4}\mathcal{E}$, $Q = \frac{31}{32} C \mathcal{E}^2$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.



$$v_{xв} \neq 0$$

$$(T \neq 0)$$

$$mg + T_x = m a_{н}$$

$$= \frac{m v_{xв}^2}{l}$$

нить не провис. ($T \neq 0$)

+ шарик не падает

$$T - mg = \frac{m v^2}{l} \Rightarrow T = m(g + \frac{v^2}{l}) \quad T_x > 0 \Rightarrow$$

$$v_{xв}^2 > gl \quad v_{xв} > 0 \Rightarrow v_{xв} > \sqrt{gl} \Rightarrow \frac{m v_{xв}^2}{l} - mg > 0$$

$$v_{yв} = 0$$

~~$\frac{m v^2}{2} = 2mgl$~~

$A_T = 0, \text{ так } T \perp v$

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

$$v^2 = v_{xв}^2 + 4gl = gl + 4gl \Rightarrow v > \sqrt{5gl}$$

№2.



Н-?
 $v_{км}$ -?

шарик съезжает, когда $v_{отмтх} = v_{кмтх}$

$$v_{yш} = \text{const} = \frac{m v_0}{4m} = \frac{v_0}{4} \Rightarrow v_{отмтх} = v_{кмтх} = \frac{v_0}{4}$$

з.с.и: $m v_0 = m v_x + 3m U_x, \quad U_x = v_x = \frac{v_0}{4}$

$$m v_0 = \frac{m v_0}{4} + \frac{3m v_0}{4} \Rightarrow \checkmark$$

з.с.э.: $F_{тп} = 0$. В со. ~~всё неподвижно~~ система $m + 3m$
сила N взаимнокомплекс $\Rightarrow A_{N\varepsilon} = 0 \Rightarrow$ з.с.э. верен.

$$\frac{m v_0^2}{2} = mgh + \frac{m v_0^2}{2 \cdot 16} + \frac{3m v_0^2}{2 \cdot 16} \quad | \cdot \frac{2 \cdot 16}{m}$$

$$16 v_0^2 = 2 \cdot 16gh + v_0^2 + 3v_0^2 \Rightarrow 12 v_0^2 = 2 \cdot 2 \cdot 8gh \Rightarrow h = \frac{3 v_0^2}{8g}$$

$v_{км}$

з.е.з в с.о горка+шайба \Rightarrow гл.д. $A_N, F_{mp} = 0$.

~~$$\frac{4mlv_0^2}{2 \cdot 16} + mgh = \frac{3ml^2}{2} + \frac{mv_{км}^2}{2}$$~~

з.с.у.: $\frac{4mlv_0}{4} = mv_0 = -mv_{км} + 3ml \Rightarrow 3U = v_0 + v_{км} \Rightarrow U = \frac{v_0 + v_{км}}{3}$

~~$\frac{mv_0^2}{8} +$~~

з.с.з.: $\frac{mlv_0^2}{2} = \frac{3ml^2}{2} + \frac{mv_{км}^2}{2} \Rightarrow v_{км}^2 = v_0^2 - 3U^2$

гл.д. с.с.т. "v и"

$$\Rightarrow v_0^2 - \frac{(v_0 + v_{км})^2}{3} \Rightarrow 3v_{км}^2 = 3v_0^2 - (v_0 + v_{км})^2 \Rightarrow$$

~~$$3v_{км}^2 = 3v_0^2 - v_0^2 - v_{км}^2 - 2v_0v_{км}$$~~

$$3v_{км}^2 = 3v_0^2 - v_0^2 - v_{км}^2 - 2v_0v_{км}$$

$$4v_{км}^2 + 2v_0v_{км} - 2v_0^2 = 0$$

$$2v_{км}^2 + v_0v_{км} - v_0^2 = 0 \quad D = v_0^2 + 4v_0^2 \cdot 2 = 9v_0^2$$

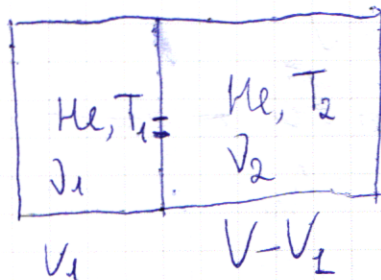
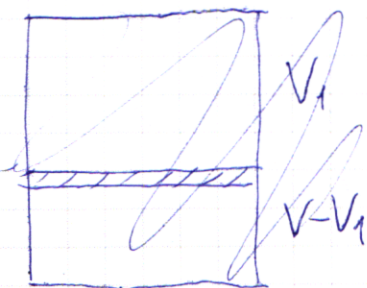
$$v_{км} = \frac{-v_0 \pm 3v_0}{4} = \begin{cases} \frac{v_0}{2} \\ -v_0 \end{cases}$$

$U = 0$ т.к. у шайбы есть v , а у горки $U = 0$ в момент съезда (?)

$$v_{км} = \frac{v_0}{4} = \frac{mv_0 + 3ml}{4m} \Rightarrow mv_0 = mv_0 + 3ml \quad U = 0$$

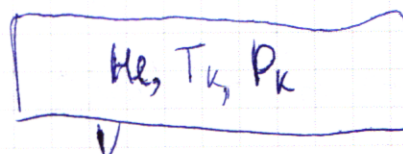
~~$$v_{км} = \frac{v_0}{4} = \frac{3mU - mlv_0}{4m} \Rightarrow \frac{3mv_0}{2} = 3ml \Rightarrow U = \frac{v_0}{2} = v_{км} (?)$$~~

н3.



T_к - ?

P_к - ?



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$P_1 V_1 = \nu_1 R T_1$ $273 \text{ K} = 0^\circ \text{C}$
 $P_2 (V - V_1) = \nu_2 R T_2$ 1) $Q = 0, A = 0$ (для системы газов) $\Rightarrow \Delta U = 0$

$$\frac{3}{2} \nu_1 R T_1 + \frac{3}{2} \nu_2 R T_2 = \frac{3}{2} (\nu_1 + \nu_2) R T_K$$

2) $P_K V = (\nu_1 + \nu_2) R T_K$ $\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2 = (\nu_1 + \nu_2) T_K \Rightarrow T_K = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{\nu_1 + \nu_2} =$

$$= \frac{0,2 \cdot 300 + 0,3 \cdot 280}{0,5} = 20(6 + 8,4) = 14,4 \cdot 20 = 288 \text{ K} \quad (?)$$

$$\times \frac{2,8}{3} = \frac{8,4}{8,4}$$

$$P_K = \frac{(\nu_1 + \nu_2) R T_K}{V}$$

нч.

ϵ

C_0

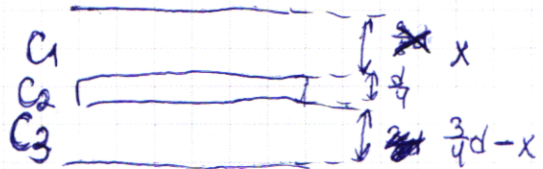
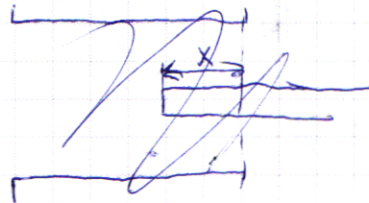
$S_K = S_{\text{пл}}$

$l = d$

1) C_K - ?

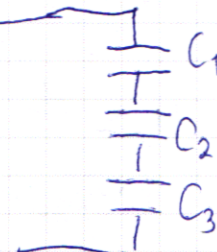
2) ΔQ_K - ?

$U = \text{const} = \epsilon$



$$C_0 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}, \quad C_2 = \frac{4 \epsilon \epsilon_0 S}{d} = 4 C_0$$

$$C_1 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S \cdot x}{3d} = C_3 = \frac{8}{3} C_0$$



$$\frac{1}{C_x} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{C_1 C_2 + C_1 C_3 + C_2 C_3}{C_1 C_2 C_3} \Rightarrow$$

$$C_x = \frac{C_1 C_2 C_3}{C_1 C_2 + C_1 C_3 + C_2 C_3}$$

$$= \frac{4 \cdot \frac{64}{9} C_0^3}{\frac{32}{3} C_0^2 + \frac{64}{9} C_0^2 + \frac{32}{3} C_0^2} = \frac{4 \cdot 64 C_0}{32 \cdot 6 + 64} =$$

$$= \frac{4 \cdot 64 \cdot C_0}{64(1+3)} = C_0 \quad (?)$$

$$C_1 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{x} \quad C_2 = \frac{4\epsilon \epsilon_0 S}{d} \quad C_3 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{\left(\frac{3}{4}d - x\right)}$$

~~work~~ $\Delta q E = \frac{C_0 E^2}{2} - \frac{C_x E^2}{2}$ \circledast работа внеш. сил.

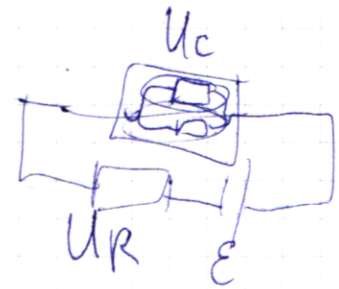
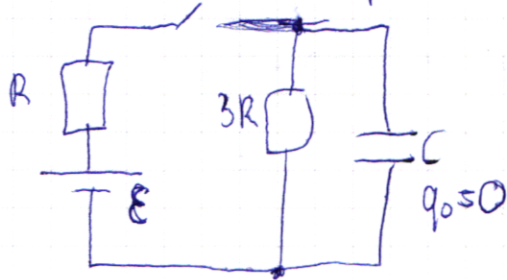
~~work~~ $C_0 E = q_0$
 $C_x E = q_x \Rightarrow \Delta q = E(C_x - C_0)$

~~work~~

н5.

E
R
3R
C

$\Delta W = A_{\text{внеш. сил}} = Q_p + \Delta W_c = E \Delta q$



- 1) I_3 - ?
- 2) U_C - ?
- 3) Q_p - ?

1) I_3 - ?
~~work~~ $E = I_3 \cdot 4R$ \circledast

$E = U_C + U_R$

2) U_C - ?

~~work~~ $\frac{C U_C^2}{2} = \frac{U_C^2}{2R} \cdot W_R$ $E_{\text{эф}} =$

$16 - 9 = 7$

$U_C = \frac{q}{C}$

$\frac{7}{16}$

~~work~~ $E = \text{const}$

$\frac{24}{7}$

~~work~~ $U_R + U_C$ $U_R = U_C = E + U_R$

$U_R = I_3 R = \frac{E}{4} \Rightarrow U_C = \frac{5}{4} E$ $q = C U_C = \frac{5}{4} C E$

$Q = E \Delta q - \Delta W_c = E \cdot q - (W_{c2} - W_{c1}) = \frac{3}{4} C E^2 + \frac{C U_C^2}{2}$
 $= \frac{3}{4} C E^2 + \frac{C}{2} \cdot \frac{25}{16} E^2 = \frac{3}{4} C E^2 \left(1 + \frac{3}{4}\right) = \frac{11.3}{8 \cdot 4} C E^2 = \frac{33}{32} C E^2$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$C_1 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{x} \quad C_2 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{\left(\frac{3}{4}d - x\right)}$$

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{\frac{3}{4}d - x} = \frac{\frac{3}{4}d - x + x}{x\left(\frac{3}{4}d - x\right)} =$$

$$\frac{1}{C_k} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{C_1 + C_2}{C_1 C_2} \Rightarrow C_k = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{\epsilon \epsilon_0 S^2}{x^2 \left(\frac{3}{4}d - x\right)^2}$$

$$= \frac{(\epsilon \epsilon_0 S)^2}{x^2 \left(\frac{3}{4}d - x\right)^2} \cdot \frac{\frac{3}{4}d}{\epsilon \epsilon_0 S} \cdot \frac{\left(\frac{3}{4}d - x\right) x}{\epsilon \epsilon_0 S \cdot \frac{3}{4}d} = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{x \left(\frac{3}{4}d - x\right) \cdot \frac{3}{4}d}$$

$$C_1 + C_2 = \frac{\frac{3}{4}d \cdot \epsilon \epsilon_0 S}{\left(\frac{3}{4}d - x\right) x}$$

$$C_1 \cdot C_2 = \frac{(\epsilon \epsilon_0 S)^2}{x^2 \left(\frac{3}{4}d - x\right)^2}$$

$$C_k = \frac{\epsilon \epsilon_0 S \cdot \left(\frac{3}{4}d - x\right) x}{x^2 \left(\frac{3}{4}d - x\right)}$$

$$C_k = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{x^2 \left(\frac{3}{4}d - x\right)^2} \cdot \frac{x \left(\frac{3}{4}d - x\right)}{\frac{3}{4}d} = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{\frac{3}{4}d x \left(\frac{3}{4}d - x\right)}$$

$$C_k = C_1 + C_2 = \epsilon \epsilon_0 S \left(\frac{1}{x} + \frac{1}{\left(\frac{3}{4}d - x\right)} \right) = \frac{\epsilon \epsilon_0 S \cdot \frac{3}{4}d}{x \left(\frac{3}{4}d - x\right)}$$

$$\frac{1}{C_k} = \frac{x}{\epsilon \epsilon_0 S} + \frac{\frac{3}{4}d - x}{\epsilon \epsilon_0 S} = \frac{\frac{3}{4}d}{\epsilon \epsilon_0 S} = \frac{3d}{4\epsilon \epsilon_0 S} \Rightarrow C_k = \frac{4\epsilon \epsilon_0 S}{3d}$$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

06-010

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Grid area for writing the answer.

черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)