+8
+8

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

126308

Шифр ______

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету Физика (наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Данилин Рем Рэмэкович

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Москва, Лицей 1580 „При МГТУ им. Баумана"

Регистрационный номер ИМ 2009

Вариант задания № 28

Дата проведения “26” февраля 2017 г.

Подпись участника

91 (девяносто один)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
6	8	10	10	10	8	5	10	12	12	91

126308

Шифр ____________

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 28

№8

Дано:
$R = 40$ см.
$n = 3/2$
F - ?

Решение:

$D_л$ - опт. сила линзы из жидкост

$D_з$ - опт. сила зеркала

1) Найдем общую оптическую силу системы:

$$D_0 = D_л + D_з + D_л$$, т.к. через жидкости свет пройдет дважды из-за зеркала.

2) $$D_з = \frac{1}{F_з} = \frac{2}{R}$$

$$D_л = (n_0 - 1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) \; ; \; R_1 = R \; ; \; R_2 \to \infty \; ; \; n_0 = \frac{n}{1} = n$$

показ. преломл воздуха = 1

$$D_л = (n_0 - 1)\frac{1}{R}$$

3) $$D_0 = \frac{2(n-1)}{R} + \frac{2}{R} = \frac{2n - 2 + 2}{R} = \frac{2n}{R}$$

$$F = \frac{1}{D_0} = \frac{R}{2n} = \frac{0{,}4}{3} = 0{,}13 \text{ м.}$$

Отв: $F = \frac{R}{2n} = 0{,}13$м.

+

№9

Дано:

L

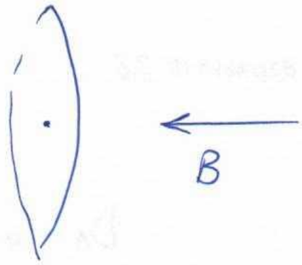
B

$\alpha = 90^\circ$

A

$S - ?$

Решение:



Изменение площади кольца $= S$

1) $\mathcal{E}_i = \left| \dfrac{d\Phi}{dt} \right| = \left| - L \dfrac{dI}{dt} \right|$

$$\frac{B\,dS}{dt} = L\frac{dI}{dt}$$

$B\Delta S = L\Delta I$

$B(S-0) = L(I-0)$

$BS = LI \Rightarrow S = \dfrac{LI}{B}$

2) $A = \dfrac{LI^2}{2} \Rightarrow I = \sqrt{\dfrac{2A}{L}}$

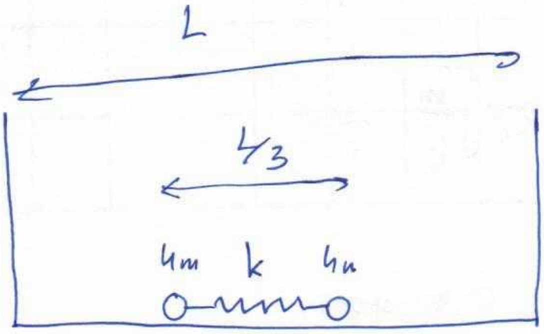
3) $S = \dfrac{L}{B}\sqrt{\dfrac{2A}{L}} = \dfrac{\sqrt{2AL}}{B}$

Ответ: $S = \dfrac{\sqrt{2AL}}{B}$ +

№10

Дано:
$4m; k$
$T_0^{\upsilon}-?$

Решение:



1) ~~т.к. система консервативна~~

Рассмотрим ~~момент~~, участок времени, при котором шарик ударяется об стенку.

З.С.Э; т.к. система консервативна:

$$\frac{4m\upsilon^2}{2}+\frac{kx^2}{2}=\text{const}$$ (т.к. один из шариков не имеет скорости)

$\upsilon=\dot{x}$

$$2m\dot{x}^2+\frac{kx^2}{2}=\text{const}$$

$$2m\cdot 2\dot{x}\ddot{x}+\frac{k}{2}\cdot 2x\dot{x}=0$$

$$4m\dot{x}\ddot{x}+kx\dot{x}=0 \quad |:4m\dot{x}$$

$$\ddot{x}+\frac{k}{4m}x=0 \Leftrightarrow$$ колебательное движение.

$$\omega=\sqrt{\frac{k}{4m}}$$

$$T=\frac{2\pi}{\omega}=2\pi\sqrt{\frac{4m}{k}}=4\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$ – время, в теч. которого шарик соприкасается со стенкой.

2) Время, в теч. которого шарики свободно движутся:

$$\boxed{T=\frac{2L}{3\upsilon}}$$

3) Тогда полный период системы: (от момента отрыва машина от ст

$$T_0 = \tau + T + \tau + T = 2\tau + 2T = \frac{4L}{3v} + 8\pi\sqrt{\frac{m}{k}}.$$

Ответ: $T_0 = \dfrac{4L}{3v} + 8\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$ (+)

№ 1

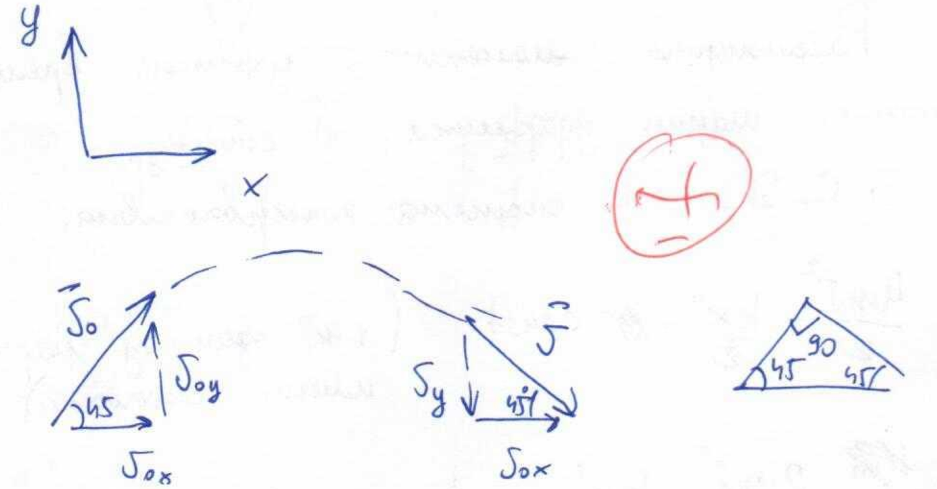
Дано:

$\tau = 6c$

$\alpha = 90°$

$S - ?$

Решение:



$$v_y = v_{0y} - g\tau \Rightarrow g\tau = v_{0y} - v_y = 2v_{0y} \Rightarrow v_{0y} = \frac{g\tau}{2}$$

Тогда $v_{0x} = v_{0y} = \dfrac{g\tau}{2}$ (т.к. 45°)

Тогда т.к. $v_{0x} = const$, то $S = v_{0x} \cdot \tau = \dfrac{g\tau^2}{2}$

Ответ: $S = \dfrac{g\tau^2}{2}$ (+)

Нет ед-ц ответа ?? !!

08

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	⌐									

126308

Шифр

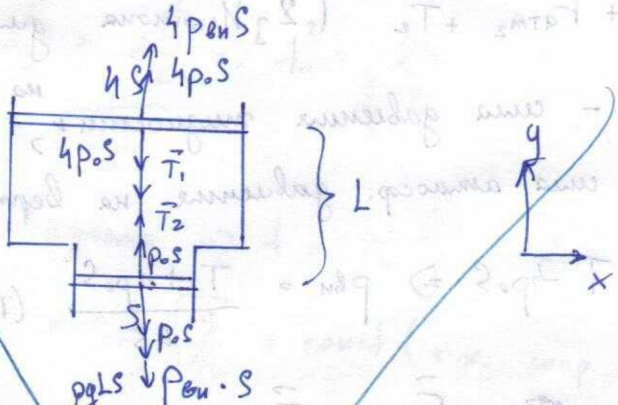
(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 28

№2

Дано:
$4S$
S
L
ρ
$T-?$

Решение:



1) по 2-му з-ну Ньютона для нижнего поршня:

$$0 = \vec{F}_{вн_1} + \vec{F}_{атм_1} + \vec{F}_{атм_2} + \vec{F}_{жидк} + \vec{T}_2$$ ($F_{вн}$ - сила давление ~~воды~~ жидкости, $F_{жид}$ - сила давление столба жидк

$$OY: \quad 0 = T_2 + p_oS - p_oS - p_{вн}S - \rho gLS$$

т.к. по з-ну Паскаля атмосферное давление передается воде.

$$0 = T_2 - p_{вн}S - \rho gLS \ (1), \text{ где } p_{вн} - \text{давление ~~вод~~ жидкости})$$

2) по 2 з. Ньютона для верхнего поршня:

$$0 = \vec{F}_{вн_2} + \vec{F}_{атм_3} + \vec{F}_{атм_4} + \vec{T}_1$$

$$OY: \quad 0 = 4p_{вн}S + 4p_oS - 4p_oS - T_1 \quad (2)$$

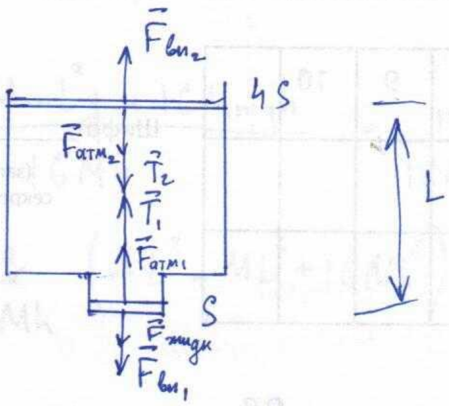
3) Из (1) $\rightarrow$ $p_{вн} = T_2 - \rho gLS$

№2

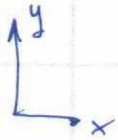
Дано:
$4S$
S
L
ρ

$T - ?$

Решение:



$|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T$ (по 3-му з. Ньютона)



1) $0 = \vec{F}_{вн_2} + \vec{F}_{атм_2} + \vec{T}_2$ (2 з. Ньютона для верхнего поршня)

$|\vec{F}_{вн_2}| = 4p_{вн} \cdot S$ – сила давления жидкости на верхний поршень, $p_{вн}$ – давление жидкости

$|\vec{F}_{атм_2}| = 4p_0 S$ – сила атмосф. давления на верхн. поршень.

$Oy: \quad 0 = 4p_{вн}S - T - 4p_0 S \Rightarrow p_{вн} = \dfrac{T + 4p_0 S}{4S}$ (1)

2) $0 = \vec{F}_{вн_1} + \vec{F}_{жидк} + \vec{F}_{атм_1} + \vec{T}_1$ (2 з. Ньютона для нижнего поршня)

$|\vec{F}_{жидк}| = \rho g L S$ – сила давления столба жидкости.

$|\vec{F}_{вн_1}| = p_{вн}S$, $|\vec{F}_{атм_1}| = p_0 S$

$Oy: \quad 0 = T + p_0 S - p_{вн}S - \rho g L S$ (2)

3) (1) → (2)

$T = p_{вн}S + \rho g L S - p_0 S = \dfrac{T + 4p_0 S}{4} + \rho g L S - p_0 S$

$4T = T + 4p_0 S + 4\rho g L S - 4p_0 S = T + 4\rho g L S$

$3T = 4\rho g L S$

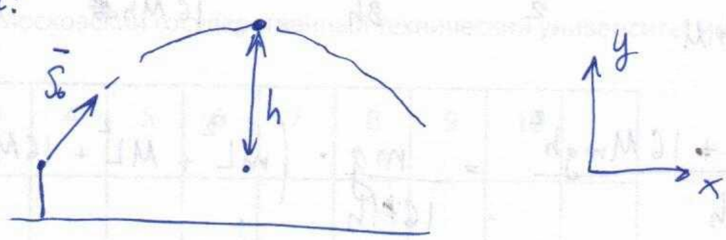
$\boxed{T = \frac{4}{3}\rho g L S}$

Ответ: $T = \frac{4}{3}\rho g L S$. +

№3

Дано:
M
L
m
h
μ
$A - ?$

Решение:



1) Oy: $h = v_{oy} \cdot t_n - \frac{g t_n^2}{2}$, v_{oy} - проекция нач. скорости на y, t_n - время подъема

$0 = v_{oy} - g t_n \Rightarrow v_{oy} = g t_n$

$h = g t_n^2 - \frac{g t_n^2}{2} = \frac{g t_n^2}{2} \Rightarrow t_n^2 = \frac{2h}{g}$

$v_{oy} = g\sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{2gh}$

2) $t_{\text{падения}} = t_{\text{подъема}} \Rightarrow t = 2\sqrt{\frac{2h}{g}}$ - общее время полета мяча

Тогда $v_{ox} = \frac{L}{t} = \frac{L}{2}\sqrt{\frac{g}{2h}} = const$ (т.к. сопр. воздуха нет)

проекция скор. мяча на Ox

3) $v_0 = \sqrt{v_{ox}^2 + v_{oy}^2} = \sqrt{\frac{L^2}{4} \cdot \frac{g}{2h} + 2gh} = \sqrt{\frac{L^2 g + 16 g h^2}{8h}}$ - начальная скорость мяча

4) ~~Импульс~~ Закон сохр. импульса выполн. на оси OX: (т.к. по OX система замкнута)

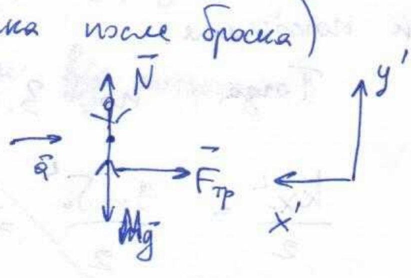
OX: $0 = m v_{ox} - M v$, v - ск. мальчика в момент броска $v = \frac{m v_{ox}}{M}$

$M\bar{a} = M\bar{g} + \vec{F}_{тр} + \vec{N}$ (2 з.Н. для мальчика после броска)

OX': $Ma = F_{тр}$

OY': $0 = N - Mg \Rightarrow N = Mg$

$F_{тр} = \mu N$ (з-н. Амонтона - Кулона)



$Ma = \mu M g$

$\boxed{a = \mu g}$

$S = \frac{v^2}{2a} = \frac{\left(\frac{m v_{ox}}{M}\right)^2}{2a} = \frac{\frac{m^2 \cdot L^2 g}{M^2 \; 4 \cdot 2h}}{2a} = \frac{\frac{m^2 L^2 g}{8 M^2 h}}{2\mu g} = \frac{m^2 L^2}{16 M^2 h \mu}$ - расст. которое прокатится мальчик после броска.

5) $A = -A_{тр} + \frac{m v_0^2}{2} = \mu M g S + \frac{m v_0^2}{2} =$

$$= \cancel{\mu M g}\ \mu M g \cdot \frac{m^2L^2}{16M^2 h \mu} + \frac{m}{2}\cdot\frac{L^2 g + 16gh^2}{8h} = \frac{m^2L^2 g}{16Mh} + \frac{mL^2g+16mgh^2}{16h} =$$

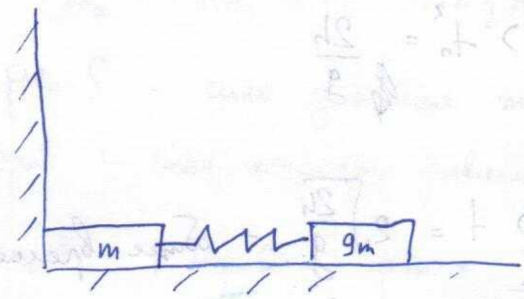
$$= \frac{m^2L^2g + MmL^2g + 16Mmgh^2}{16Mh} = \frac{mg}{16Mh}\cdot\left(mL^2+ML^2+16Mh^2\right)$$

Отв: $A = \frac{mg}{16Mh}\left(mL^2+ML^2+16Mh^2\right)$ +

№4

Дано:
m
$9m$
k
x_0
l_{min} - ?

Решение:



1) В момент, когда пружина будет максимально сжата, скорости m и $9m$ будут одинаковы. $= \upsilon$

Тогда по З.С.Э, т.к. система консервативна

$$\frac{kx_0^2}{2} = \frac{10m\upsilon^2}{2} + \frac{k l_{min}^2}{2} \quad (1)$$

2) В момент, ~~кого~~ когда $9m$ отпустили и пружина перестала быть деформированной, $9m$ стал иметь скорость υ_0, m ещё покоился.

Тогда по З.С.Э:

$$\frac{kx_0^2}{2} = \frac{9m\upsilon_0^2}{2} \Rightarrow \upsilon_0 = \sqrt{\frac{kx_0^2}{9m}}$$

3) т.к. система замкнута, по З.С.И:

$$9m\upsilon_0 = 10m\upsilon \Rightarrow \upsilon = \frac{9}{10}\upsilon_0 = \frac{9x_0}{10\cdot 3}\sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{3x_0}{10}\sqrt{\frac{k}{m}} \quad (2)$$

4) $(2) \rightarrow (1)$

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Шифр 126308

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 28

Продолжение №4

$$\frac{kx_0^2}{2} = \frac{10m\upsilon^2}{2} + \frac{kl_{min}^2}{2} \Rightarrow l_{min}^2 = \frac{kx_0^2 - 10m\upsilon^2}{k} =$$

$$= \frac{kx_0^2 - 10m\cdot\frac{9x_0^2k}{100m}}{k} = \frac{kx_0^2 - \frac{9x_0^2k}{10}}{k} = \frac{x_0^2k}{10k} = \frac{x_0^2}{10} \Rightarrow$$

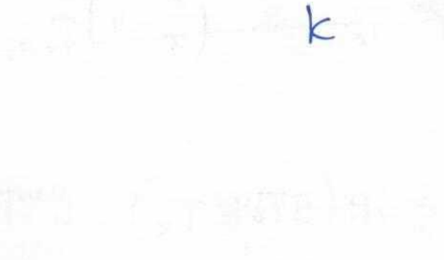
$$\Rightarrow l_{min} = \frac{x_0}{\sqrt{10}}$$

Ответ: $l_{min} = \frac{x_0}{\sqrt{10}}$ (+)

№5

Дано:
при нагреве $P=const$
$Q_1 = -Q_2$; $\frac{V_1}{V_0} = 5$
$\frac{p_0}{p_к}$ - ?

Решение:



т.к. $F_{тр} > P'$ (вес) $+ F_{атм}$, то газу не передается давление от поршня

1) т.к. при нагреве $p_0 = const$, то

$$\frac{V_0}{T_0} = \frac{V_1}{T_1} \Rightarrow T_1 = \frac{V_1}{V_0}T_0 = 5T_0$$

2) т.к. тепло от трения передается газу, считаем сосуд тепло...

$$Q = p\Delta V + \frac{i}{2}\nu R(T_1 - T_0) = p(5V_0 - V_0) + \frac{i}{2}\nu R(5T_0 - T_0) = 4p_0V_0 + \frac{i}{2}4\nu RT_0$$

$p_0V_0 = \nu R T_0 \Rightarrow Q_1 = 4\nu R T_0 + \frac{i}{2} 4\nu R T_0 = \left(\frac{i}{2}+1\right) 4\nu R T_0$ – тепло пол[...]

3) $Q_2 = \overset{\nearrow 0}{A_{газа}} + \frac{i}{2}\nu R(T_к - T_1)$, $A = 0$, т.к. поршень не сдвинется по условию.

$$Q_2 = \frac{i}{2}\nu R(T_к - T_1) = \frac{i}{2}\nu R(T_к - 5T_0)$$

4) $Q_1 = Q_2$ (по условию)

~~$\left(\frac{i}{2}+1\right)4\nu R T_0 = -\frac{i}{2}\nu R T_к + \frac{i}{2}5\nu R T_0$~~

~~$\frac{i}{2}4\nu R T_0 + 4\nu R T_0 = -\frac{i}{2}\nu R T_к + \frac{i}{2}5\nu R T_0$~~

~~$\frac{i}{2}\nu R T_к = \frac{i}{2}\nu R T_0 - 4\nu R T_0$~~

~~$T_к = \left(\frac{i}{2}-4\right) T_0 = \left(\frac{3}{2}-4\right)T_0 = -\frac{5}{2}T_0$~~

~~$\frac{i}{2}\nu R(-T_к + 5T_0) = \left(\frac{i+2}{2}\right)4\nu[...]$~~

~~$-\frac{i}{2}T_к + \frac{i}{2}5T_0 = [...](2i+[...]$~~

~~$\frac{i}{2}T_к = \frac{i}{2}5T_0 - (2i[...]$~~

~~$\frac{3}{2}T_к = \frac{15}{2}T_0 - 10[...]$~~

~~$\frac{3}{2}T_к = -\frac{5}{2}T_0$~~

~~$\boxed{T_к = -\frac{5}{3}T_0}$~~

$$\frac{i}{2}\cdot 4\nu R T_0 + 4\nu R T_0 = \frac{i}{2}\nu R(5T_0 - T_к)$$

$$\frac{i}{2}\cdot 4\nu R T_0 + 4\nu R T_0 = \frac{i}{2}5\nu R T_0 - \frac{i}{2}\nu R T_к$$

$$\frac{i}{2}\nu R T_к = \frac{i}{2}\nu R T_0 - 4\nu R T_0 = \left(\frac{i}{2}-4\right)\nu R T_0$$ верно д[...]

$$T_к = \frac{i-8}{2} T_0 \cdot \frac{2}{i} = \frac{2i-16}{2i} T_0 = \frac{-10}{6}T_0 = -\frac{5}{3}T_0$$

~~$\frac{p_0V_0}{T_0} = \frac{5p_кV_0}{T_к} \Rightarrow \frac{p_0}{p_к} = \frac{5T_0}{T_к} = \frac{5T_0}{-\frac{5}{3}T_0} =$~~

~~$T_0' = T_0 + 273$ ... T_0 в К~~

~~$T_к' = T_к + 273 = 273 - \frac{5}{3}T_0$~~

$$\frac{p_0V_0}{T_0} = \frac{5p_кV_0}{-\frac{5}{3}T_0} \Rightarrow \frac{p_0}{p_к} = \frac{5T_0}{-\frac{5}{3}T_0}$$

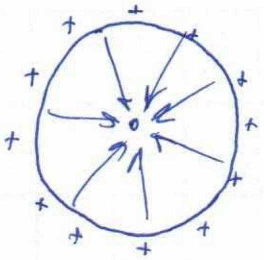
~~$\frac{p_0V_0}{T_0'} = \frac{5p_кV_0}{T_к'} \Rightarrow \frac{p_0}{p_к} = \frac{5T_0'}{T_к'} = \frac{5(273+T_0)}{273-\frac{5}{3}T_0}$~~

Отв: $\frac{p_0}{p_к} = -3$?

№6

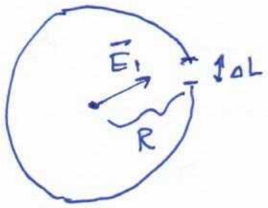
Дано:
Q
$\Delta L \ll L$
E
$R - ?$

Решение:



1) Пока кольцо целое, в центре $E_0 = 0$, т.к. все напряжённости компенсируются, т.к. кольцо заряжено равномерно.

2) При удалении ΔL напряжённость в центре кольца по модулю равна напряжённости, которую создавал бы удалённый заряд.

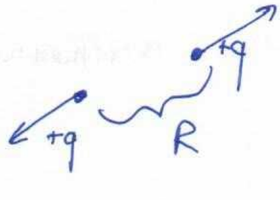


$\Leftrightarrow$

$\frac{Q}{2\pi R} = \sigma$ – заряд на единицу длины

$q = \sigma \cdot \Delta L = \frac{Q \Delta L}{2\pi R}$ – удалённый заряд.

3) Если бы в центре кольца был заряд q, то тогда:



$\pm$

$$qE = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 R^2} \Leftrightarrow E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 R^2} = \frac{\frac{Q\Delta L}{2\pi R}}{4\pi\varepsilon_0 R^2} = \frac{Q\Delta L}{8\pi^2\varepsilon_0 R^3} \Rightarrow$$

$-$

$$\Rightarrow R = \sqrt[3]{\frac{8\pi^2\varepsilon_0 E}{Q\Delta L}}$$ $-$

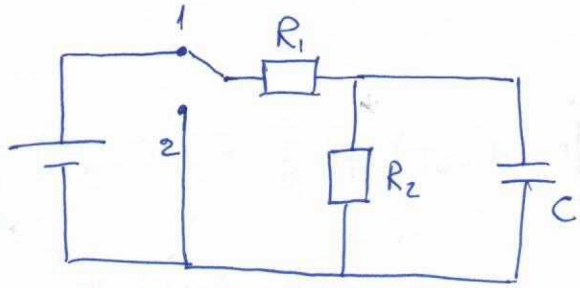
$$R^3 = \frac{Q\Delta L}{8\pi^2\varepsilon_0 E}$$

Ответ: $R = \sqrt{\frac{8\pi^2\varepsilon_0 E}{Q\Delta L}}$

№7

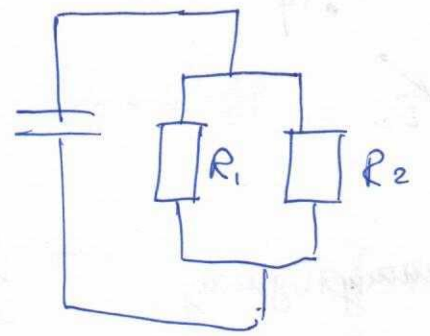
Дано:
$R_1 = R$
$R_2 = 3R$
$Q_{R_1} - ?$

Решение:



1) Конденсатор заряжен до $\mathcal{E}$, т.к. по R_1 ток не идет
=> потенциалы одинаковые

2) При переключении ключа из $1 \to 2$:



т.к. резисторы включены параллельно, напряж. на них в любой момент времени одинаково. Т.к. $Q = \frac{U^2}{R}$ (з-н Джоуля-Ле

то $Q_1 = \frac{U^2}{R}$; $Q_2 = \frac{U^2}{3R}$, U - мгновенное напряжение.

$$\Rightarrow \boxed{Q_1 = 3Q_2}$$

3) $$Q_1 + Q_2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$$

$$Q_1 + \frac{Q_1}{3} = \frac{\mathcal{E}^2 C}{2}$$

$$\frac{4Q_1}{3} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} \Rightarrow \boxed{Q_1 = \frac{3C\mathcal{E}^2}{8}}$$

±

+

Ответ: $Q_1 = \frac{3}{8}C\mathcal{E}^2$