

+1 мст *Сук*  
+1 *мф*

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Шифр 118105

(заполняется ответственным  
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА  
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету Физика  
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Попов Алексей Павлович

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Тамбов, МАОУ „Мирей №4“  
11 класс.

Регистрационный номер УИМ 5782

Вариант задания 21

Дата проведения “ 18 ” февраля 20 17 г.

Подпись участника

Попов

75 (сумма баллов)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\Sigma$
8	8	10	10	10	10	10	3	6	3	75

Шифр

118105

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 21

Дано:

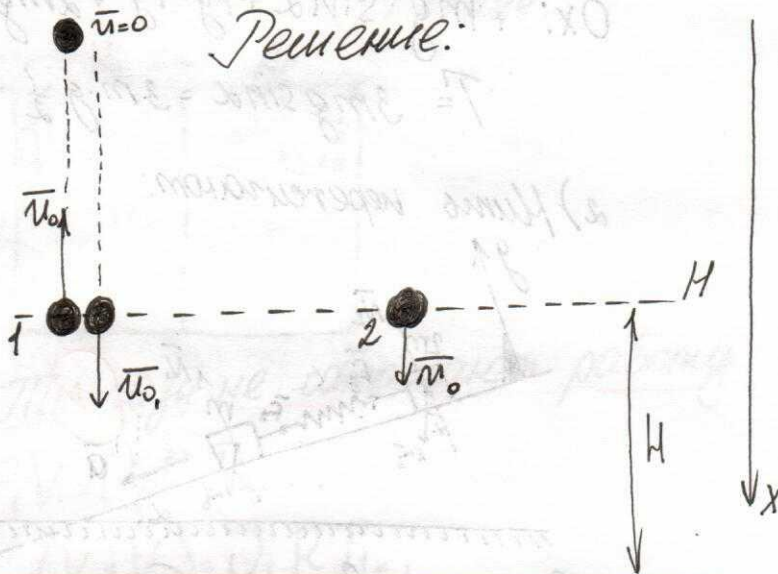
$$u_0 = 5 \text{ м/с}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

Найти:

$\tau$  - ?

Решение:



$t_1$  - время падения до уровня H 1-го тела:

$$\frac{u - u_0}{t} = g; \quad 0 + u_0 = g; \quad t = \frac{u_0}{g}; \quad 1$$

На уровне H первое тело будет иметь скорость  $u_0$ , по закону сохранения энергии,  $(u_0) = (u_1)$ .

Далее рассмотрим полёт второго тела; который будет аналогом полёта первого тела от уровня H.

$$S = H = u_0 t + \frac{g t^2}{2}; \quad \frac{g t^2}{2} + u_0 t - H = 0; \quad g t^2 + 2 u_0 t - 2 H = 0$$

$$D = u_0^2 \dots$$

Но т.к. вторая часть пути тела 1 аналогична по времени движению 2-го тела, то из этого следует:

$$\tau = t_1 = \frac{2 u_0}{g} = \frac{2 \cdot 5}{10} = 1 \text{ сек.}$$

Ответ:  $\tau = \frac{2 u_0}{g} = 1 \text{ сек.}$



N 2.

Дано:

$m$

$2m$

$\alpha = 30^\circ$

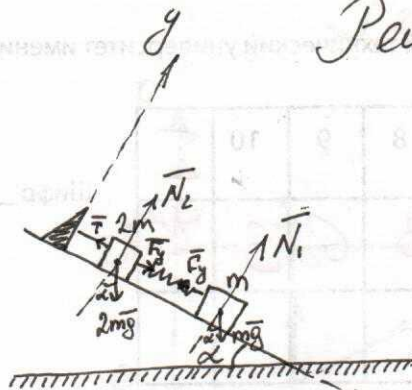
Найти:

$T = ?$

$a = ?$

Решение:

м.к. "поверхности  
шадкая; нет сил;  
трения."

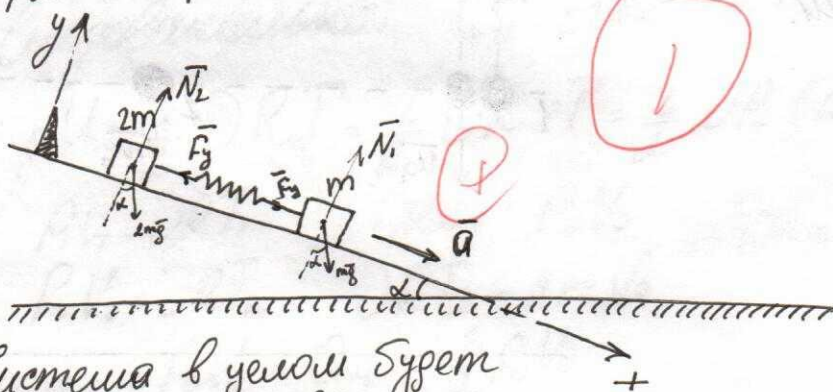


1) Запишем, что по условию сказано, что система находится в покое

$$Ox: +mg \cdot \sin \alpha + F_y - F_y + 2mg \cdot \sin \alpha - T = 0$$

$$T = 3mg \sin \alpha = 3m \cdot g \cdot \frac{1}{2} = \frac{3}{2} mg$$

2) Пусть перемещают:



Система в целом будет иметь ускорение:

$$Ox: F_y = 2mg \sin \alpha - mg \sin \alpha = mg \sin \alpha$$

$$Ox: 2mg \sin \alpha - F_y + mg \sin \alpha = 3m$$

$$mg \sin \alpha + mg \sin \alpha = 3ma$$

$$2g \sin \alpha = 3a$$

$$a = \frac{2}{3} g \cdot \sin \alpha = \frac{1}{3} g$$

Ускорение через некое время после перемещения

Если искать ускорение в начальный момент:

$$\frac{3}{2} mg = 2ma \Rightarrow a = \frac{3}{4} g$$

Ответ:  $T = \frac{3}{2} mg$ ;  $a = \frac{3}{4} g$



N3.

Дано:

m

2m

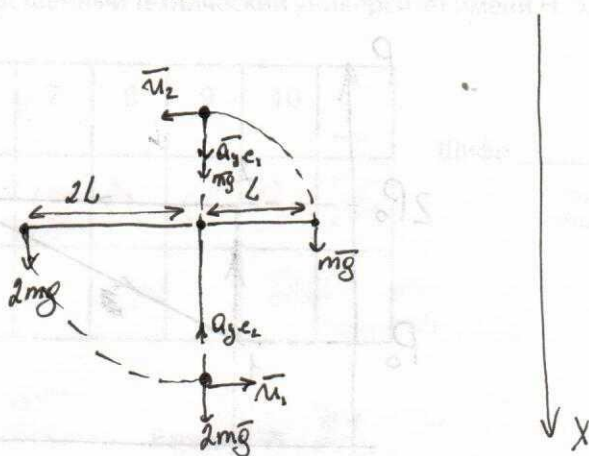
L

26

$$u_1 - ?$$

u. -!

Решение:



Запишем закон сохранения энергии:

$$\frac{mv_2^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2} = 2mg \cdot 2L - mgL = 3mgL$$

$$u_1^2 + u_2^2 = 6gL \quad (1)$$

[illegible]

Заменяем, что условия скорости данных грузов равны, следовательно:

$$\omega_1 = \omega_2; \quad v = \omega R; \quad \omega = \frac{v}{R};$$

$$w_1 = \frac{u_1}{2L}; w_2 = \frac{u_2}{L}; w_1 = w_2; \frac{u_1}{2L} = \frac{u_2}{L}$$

$$u_1 = 2u_2;$$

Подставим в 1:  $4u_2^2 + u_2^2 = 6gL$ ;

$$5u_2^2 = 6gL$$

$$u_2^2 = \frac{6}{5} g L; \quad u_2 = \sqrt{\frac{6}{5} g L};$$

$$u_1 = 2 \sqrt{\frac{6}{5} g L}$$

Ans:  $u_1 = 2\sqrt{\frac{6}{5}gL}$ ;  $u_2 = \sqrt{\frac{6}{5}gL}$



Дано:

рис.

$P_0; 2P_0;$

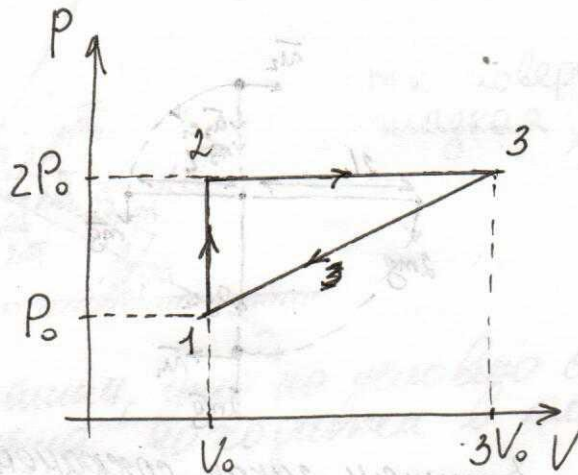
$V_0; 3V_0;$

$\frac{Q_{12}}{Q_{23}} - ?$

$i = 3$

$L = 3$

Решение:



Заметим, что процесс 1-2 - изохорный, следовательно  $A_{12} = 0$ ;

$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$  (закон термодинамики)

Следовательно:  $Q_{12} = \Delta U_{12}$

$$\Delta U_{12} = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{i}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$\nu R T_1 = P_0 V_0$$

$$P_2 V_2 = \nu R T_2 \Rightarrow \nu R T_2 = 2 P_0 V_0$$

$$\Rightarrow \nu R \Delta T = P_0 V_0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{i}{2} P_0 V_0 = Q_{12} = \frac{3}{2} P_0 V_0$$

Далее рассмотрим процесс  $Q_{23}$ :

$$\Delta U_{23} + A_{23} = Q_{23}$$

$$A_{23} = 2 P_0 (3 V_0 - V_0) = 4 P_0 V_0$$

$$\Delta U_{23} = \frac{i}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{i}{2} \cdot 4 P_0 V_0 = 2 i P_0 V_0$$

$$\nu R T_3 = 3 V_0 \cdot 2 P_0 = V_3 P_3$$

$$\nu R T_3 = 6 P_0 V_0$$

$$\nu R T_2 = 2 P_0 \cdot V_0 = P_2 V_2 \Rightarrow \nu R T_2 = 2 P_0 V_0$$

$$\nu R T_2 = 2 P_0 V_0$$

$$Q_{23} = 2 i P_0 V_0 + 4 P_0 V_0 = 6 P_0 V_0 + 4 P_0 V_0 = 10 P_0 V_0$$

$$\frac{Q_{12}}{Q_{23}} = \frac{3 P_0 V_0}{2 \cdot 10 \cdot P_0 V_0} = \frac{3}{20} = 0,15$$

Ответ:  $\frac{Q_{12}}{Q_{23}} = \frac{3}{20} = 0,15$



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Шифр

118105

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 21

Дано:

$$\nu_1 = \nu_{\text{He}} = 2 \text{ моля}$$

$$\nu_2 = \nu_{\text{Ar}} = 1 \text{ моль}$$

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

$$T_2 = T_{\text{Ar}} = 600 \text{ K}$$

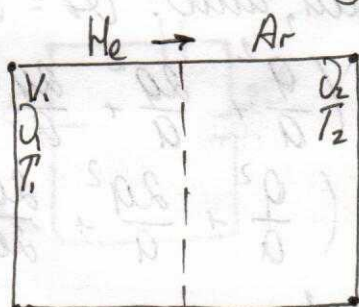
Найти:

$$T_{1*} - ?$$

$$T_{2*} - ?$$

№5.

Решение:



Пик. газы не совершают работу:

$$P_1 V_1 = \nu_1 R T_1;$$

$$P_2 (V_1 + V_2) = \nu_2 R T_{1*};$$

$$2 P_2 V_1 = \nu_2 R T_{1*};$$

$$\frac{\nu_1}{2} R T_1 + \frac{\nu_2}{2} R T_2 = \frac{\nu_1}{2} R T_{1*} + \frac{\nu_2}{2} R T_{1*} = \frac{\nu_1 + \nu_2}{2} R T_{1*}$$

$$\frac{\nu_1}{2} P_1 V_1 + \frac{\nu_2}{2} P_2 V_2 = \frac{\nu_1 + \nu_2}{2} R T_{1*}$$

$$P_1 V_1 + P_2 V_2 = R T_{1*} (\nu_1 + \nu_2)$$

$$\frac{\nu_1 R T_1 + \nu_2 R T_2}{R(\nu_1 + \nu_2)} = T_{1*} = \frac{R(2 \cdot 300 + 1 \cdot 600)}{R(1+2)} = \frac{1200}{3} = 400 \text{ K}$$

Ответ:  $T_{1*} = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{\nu_1 + \nu_2} = 400 \text{ K}$

N 6.

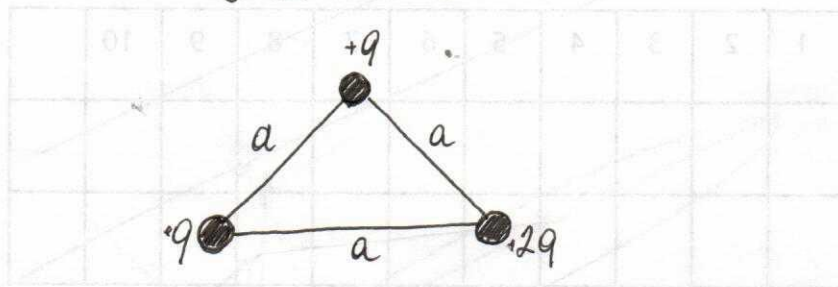
Дано:

$a$   
 $q$   
 $q$   
 $2q$

Найти:

$A$ ?

Решение:



Запомним, что:  $A = W_1 - W_2$

$$W_1 = k \left( \frac{q^2}{a} + \frac{2q^2}{a} + \frac{2q^2}{a} \right);$$

$$W_2 = k \left( \frac{q^2}{a} + \frac{2q^2}{a} + \frac{2q^2}{2a} \right);$$

$$W_1 = \frac{5kq^2}{a}; \quad W_2 = k \left( \frac{q^2 + 2q^2 + q^2}{a} \right) = \frac{4kq^2}{a};$$

$$A = W_1 - W_2 = \frac{5kq^2}{a} - \frac{4kq^2}{a} = \frac{kq^2}{a}$$

Ответ:  $A = W_1 - W_2 = \frac{kq^2}{a}$



Дано:

$\vec{u} \parallel \vec{x}$

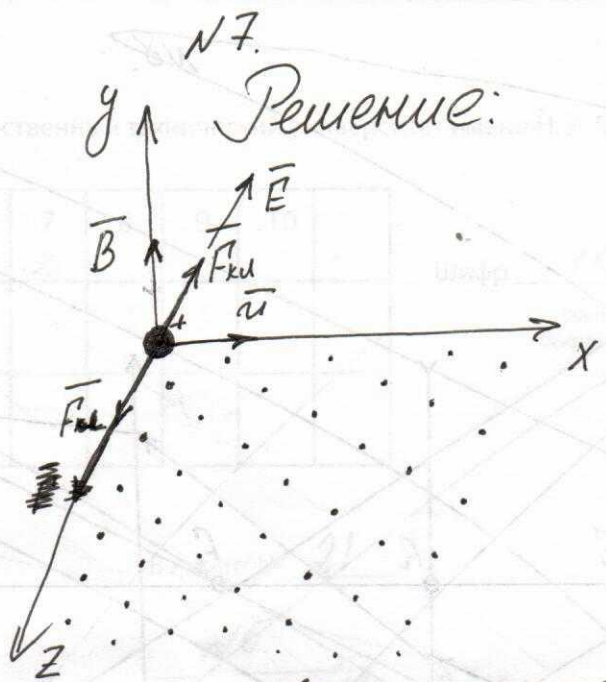
$\vec{E}$

$\vec{B} \parallel \vec{y}$

Найти:

$\vec{E}$  напр.

$|\vec{E}|$  - ?



Решение:

По правилу левой руки определяем направление силы действующей на заряд со стороны магнитного поля (сила Лоренца);

т.к. заряд движется по оси  $Ox$ , то необходимая сила Кулона по модулю равная силе Лоренца, направлена противоположно ей; следовательно, т.к. заряд положительный;  $\vec{E} \parallel \vec{F}_{кл}$ , ~~напр~~ вектор направленности и сила Кулона будут направлены противоположно направлению оси  $Oz$ .

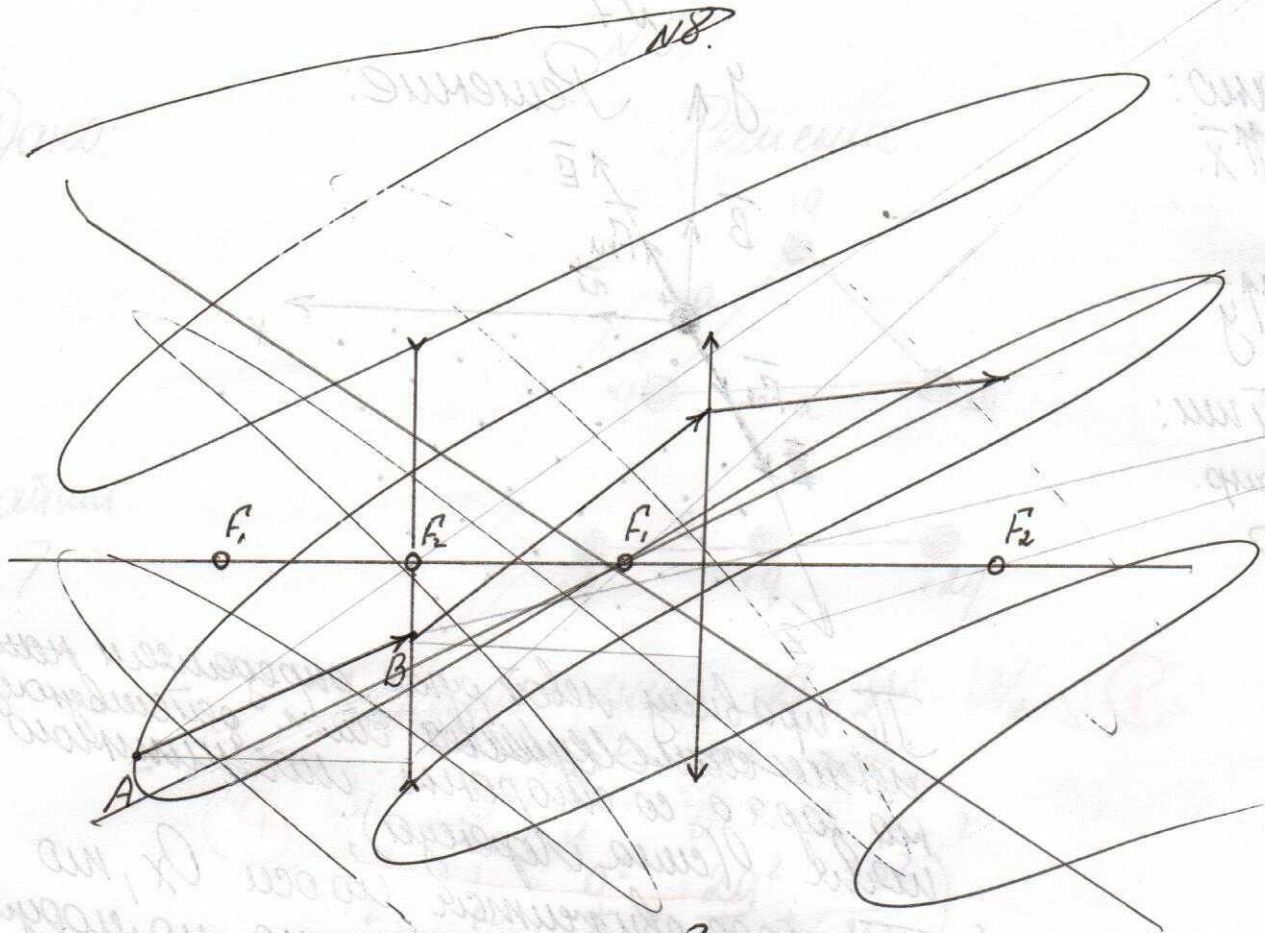
$$|\vec{F}_{кл}| = |\vec{F}_L| = |q \cdot u \cdot B|$$

$$Oz: -F_{кл} + F_L = 0 \Rightarrow F_L = F_{кл} \Rightarrow F_{кл} = q u B \Rightarrow$$

$$q \cdot E = q u \cdot B \Rightarrow E = u \cdot B;$$

Ответ:  $E = u \cdot B$ ;  $\vec{E} \parallel \vec{Oz}$ ;





н.в.

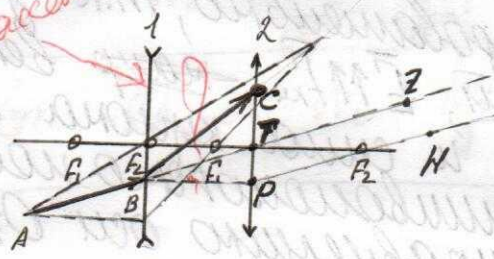
Дано:

$F_1$   
 $F_2$

- 1 - рассеивающая.
- 2 - собирающая.

Решение:

Рассеивающая



0,25

Решение данной задачи подразумевает чертеж:

Но т.к. 1 линза находится в фокусе второй линзы, то точка В во 2 линзе будет находится в бесконечности, следовательно мы можем построить хорду между линзами (луч  $\overline{BE}$  см. рис), а вот после второй линзы луч  $\overline{CA}$ , где А будет находится в бесконечности, что не даёт возможности построить хорду  $\overline{CA}$ . ( $\overline{TZ} \parallel \overline{PH}$ ), т.к Т - ~~место~~ пересечение 2 линзы с главной оптической осью. и  $\triangle BPT = \triangle TRF_2$  (по 2 кат.), следовательно полученный луч  $\overline{CA}$  будет иметь начало С, а его конец А будет в бесконечности.



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Шифр 118105

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 21

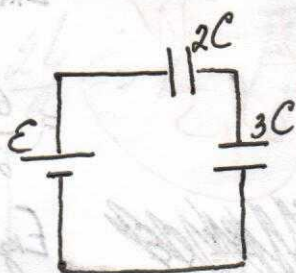
№ 9.

Решение:

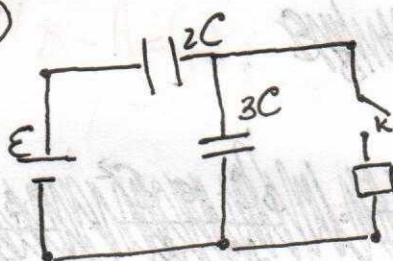
Дано

$\mathcal{E}$   
 $2C$   
 $3C$

①



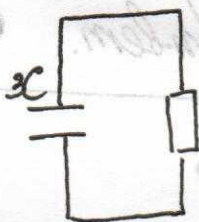
②



Найти:

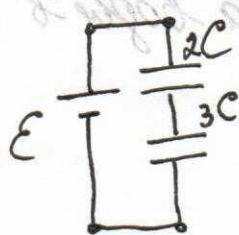
$Q - ?$

③



Главным в данной задаче является найти заряд на конденсаторе  $3C$ , так как вся запасённая в нём энергия перейдёт в тепловую.

Найдём это через схему ①, т.к. вторая часть схемы не задействована (нужно чтобы резистор был установленным, иначе ток в цепи не был).



Посчитаем ёмкость двух резисторов.  
 $\frac{1}{C_*} = \frac{1}{2C} + \frac{1}{3C} = \frac{3}{6C} + \frac{2}{6C} = \frac{5}{6C} \Rightarrow C_* = \frac{6C}{5}$ ;  
 $q = C_* \cdot U$ , где  $U = \mathcal{E}$ ,  $q$  - совлестно изложено  
мы (заряд на двух конденсаторах в сумме)

$$q = \frac{6C}{5} \mathcal{E};$$

По закону сохранения заряда:  $q_1 + q_2 = q$ , где  $q_1$  - заряд конд.  
Так как соединение последовательное.  
 $q_2$  - заряд конд.  $3C$



продолжение номера 9.

~~$$q_1 = q_2 = 2CU_1 = 3CU_2 = q = \frac{6}{5}CE$$~~

Откуда:  $q_1 = q_2 = 2CU_1 = 3CU_2 = q = \frac{6}{5}CE$ ; Тогда, получаем;

~~$$2CU_1 = \frac{6}{5}CE \Rightarrow U_1 = \frac{3E}{5}$$~~

~~$$3CU_2 = \frac{6}{5}CE \Rightarrow U_2 = \frac{2E}{5}$$~~

$$2U_1 = \frac{6}{5}E \Rightarrow U_1 = \frac{3E}{5}$$

$$3U_2 = \frac{6}{5}E \Rightarrow U_2 = \frac{2E}{5}$$

Тогда энергия этого конденсатора (ЗС):

$$E_k = \frac{3CU^2}{2} = \frac{3}{2} \cdot CU^2 = \frac{3}{2}C \cdot \frac{4E^2}{25}$$

$$= \frac{6 \cdot E^2 C}{25} = \frac{6}{25} CE^2$$

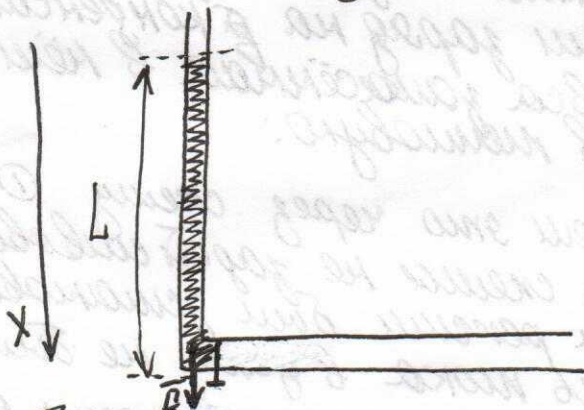
$E_k = Q$  - т.к. вся перейдет в тепло.

Ответ:  $Q = E_k = \frac{6}{25} \cdot C \cdot E^2$

№10.

Решение:

Дано:  
L  
2L  
T-?



$F = m_b g$ , где  $m_b$  - масса воды в трубке.

$$m_b = \rho_{\text{те}} \cdot V = \rho_{\text{те}} \cdot h \cdot S_{\text{сер.}}$$

$$F_h = h \cdot \rho_{\text{те}} \cdot S_{\text{сер.}} \cdot g;$$

Тогда если считать что движение воды с данной высотой своя равноускоренное, то можно написать сумму данных движений.

0,25



продолжение номера 10.

$$\Delta S = v_0 t + \frac{a t^2}{2}, \text{ где } m_1 = F_1, \text{ и } m_2 - \text{есть масса воды в трубке в данный момент.}$$

$F_1$  - сила тяжести воды в трубке в данный момент времени  $t$ , когда уровень воды в трубке  $h$ .

$$m_2 a = h \cdot \rho_{\text{в}} \cdot S_{\text{сеч}} \cdot g$$

$$h \cdot \rho_{\text{в}} \cdot S_{\text{сеч}} \cdot a = h \cdot \rho_{\text{в}} \cdot S_{\text{сеч}} \cdot g$$

$a = g$ ; ватный шнур, который говорит, вода будет опускаться с постоянным ускорением  $g$ ,

Поэтому используем формулу для равноускоренного движения:

$$L = \frac{g t^2}{2} \Rightarrow t^2 = \frac{2L}{g} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2L}{g}}$$

$a \neq \text{const}$

Ответ:  $T = \sqrt{\frac{2L}{g}}$