

716651

Шифр

(заполняется ответственным
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника Осетров Александр Олегович

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Красноярск

МАОУ Гимназия № 13 "Академ", 11 класс

Регистрационный номер 11565

Вариант задания 13

Дата проведения « 16 » марта 201 9 г.

Подпись участника Аоси

64/шестьдесят четыре

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
9	12	18	15	10	0					64

716651

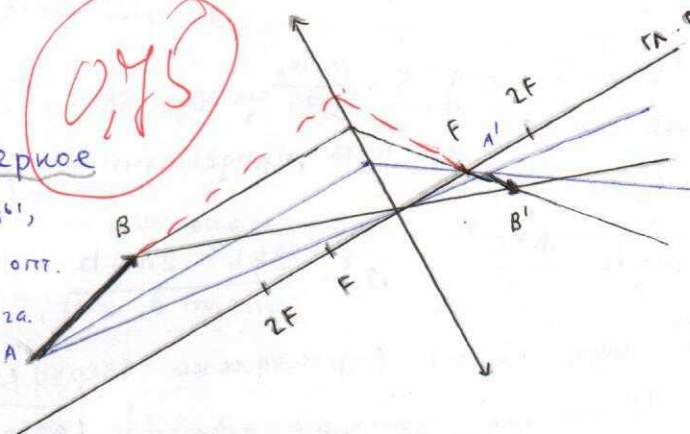
Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 13

Задача 1

На рисунке показано примерное расположение собирающей линзы, предмета, изображения и главной опт. оси линзы. (Предмет находится за $2F$)



Задача 2.

Дано:

$$\nu = 2 \text{ моль}$$

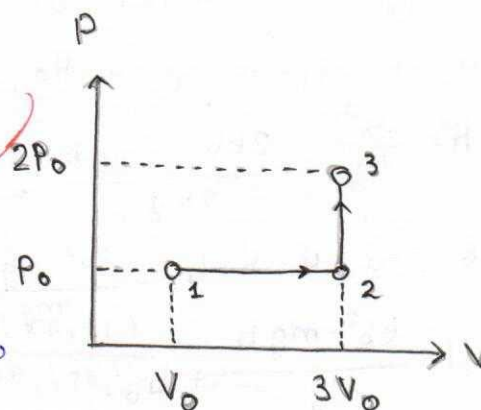
$$T_1 = 100 \text{ К}$$

$$\Delta U_{2-3} = ?$$

Решение:

$$\Delta U_{2-3} = \frac{j}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2);$$

т.к. Аргон - одноатомный газ и $j=3$



1 → 2: процесс - изобарный, следовательно по закону Гей-Люссака: $\frac{V}{T} = \text{const}$, значит:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}, \quad \frac{V_0}{T_1} = \frac{3V_0}{T_2} \Rightarrow \frac{1}{T_1} = \frac{3}{T_2} \Rightarrow T_2 = 3T_1; \quad T_2 = 3 \cdot 100 \text{ К} = 300 \text{ К}.$$

2 → 3: процесс - изохорный, следовательно по закону Шарля: $\frac{P}{T} = \text{const}$, значит:

$$\frac{P_2}{T_2} = \frac{P_3}{T_3}; \quad \frac{P_0}{T_2} = \frac{2P_0}{T_3} \Rightarrow \frac{1}{T_2} = \frac{2}{T_3} \Rightarrow T_3 = 2T_2; \quad T_3 = 2 \cdot 300 \text{ К} = 600 \text{ К}$$

$$\text{Значит } \Delta U_{2-3} = \frac{3}{2} \cdot 2 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \cdot (600 \text{ К} - 300 \text{ К}) = 7479 \text{ Дж}$$

$$\text{Ответ: } \Delta U_{2-3} = 7479 \text{ Дж}$$

Задача 3.

Дано:

m

b ($b > \frac{mg}{k}$)

k

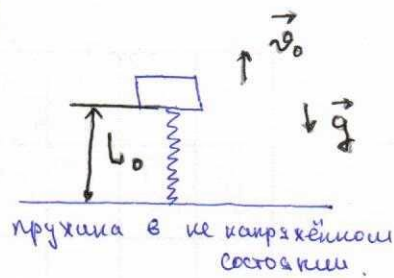
L_0

$H = ?$

Решение:

Надо узнать v_0 - начальная скорость груза, когда он "взлетит", т.е. оторвется от пружины. (см рис. 0)

Рис 0



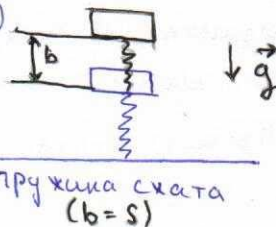
I) Воспользуемся теоремой о кинетической энергии, согласно которой сумма работ силы упругости и силы тяжести равна изменению E_k , а т.к. изначально груз покоился, то:

$$A_{\text{упр}} - A_{\text{тж}} = E_k \quad (\text{я сразу взял } A_{\text{тж}} \text{ с минусом, т.к. } m\vec{g} \text{ направлена в другую сторону})$$

Получается: $F_{\text{упр}} \cdot S - mg \cdot S = \frac{mv_0^2}{2}$, где v_0 - и есть та начальная скорость, о которой говорилось ранее, а S - это путь, пройденный грузом до точки отрыва, причём $S = b$. (см рис. 1)

$$\text{Тогда: } kb^2 - mgb = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow v_0^2 = \frac{2kb^2 - 2mgb}{m};$$

Рис 1



После отрыва груз летит вертикально вверх с начальной скоростью v_0 . И так как ускорение постоянно ($g = \text{const}$), то:

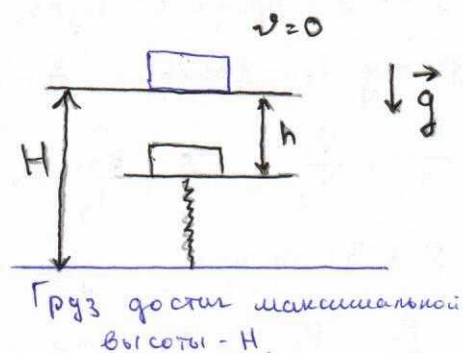
$$h = \frac{v^2 - v_0^2}{-2g}, \quad \text{т.к. ускорение направлено вниз, оно отрицательное, } h - \text{максимальная высота,}$$

на которую груз поднимется от точки начала свободного полёта (см рис. 2), а v - конечная скорость груза. Но т.к. h - максимальная, то $v = 0$

$$\text{Значит } h = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{2kb^2 - 2mgb}{2mg} = \frac{kb^2 - mgb}{mg}, \quad \text{но т.к. груз начал полёт на высоте}$$

$$L_0 \text{ от пав., то } H = h + L_0 = \frac{kb^2 - mgb}{mg} + L_0$$

Рис 2



$$\text{Ответ: } H = \frac{kb^2 - mgb}{mg} + L_0$$

Задача 4

Дано:

L

E

R_1

R_2

C

$r=0$ - вк. сопр. ист.

$Q_{R_1} = ?$

Решение

Ключ был замкнут, значит на конденсаторе и катушке накопилась энергия. После размыкания ключа батарея "выпадает" из цепи.

Следовательно начнут разряжаться конденсатор и катушка, т.е. W_C и W_L (W - энергия) начнут уходить на R_1 и R_2 .

Примем после размыкания энергия поделится пропорционально

сопротивлениям ($R_{общ}$ - общее сопр. цепи; после размыкания $R_{общ} = R_1 + R_2$, т.к. они соединены последовательно).

$$Q_{R_1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} (W_C + W_L), \text{ т.к. на меньшем сопротивлении выделится больше тепла.}$$

До размыкания $I = \frac{E}{R_{общ}}$ - ток в цепи; т.к. R_1 и R_2 соединены параллельно,

$$\text{то } \frac{1}{R_{общ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R_{общ} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \text{ (т.к. } r=0 \text{ - вк. сопр. ист.)}$$

$$\text{Значит } I = \frac{E}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}} = \frac{E(R_1 + R_2)}{R_1 R_2}; \text{ } U \text{ - напряжение в цепи.}$$

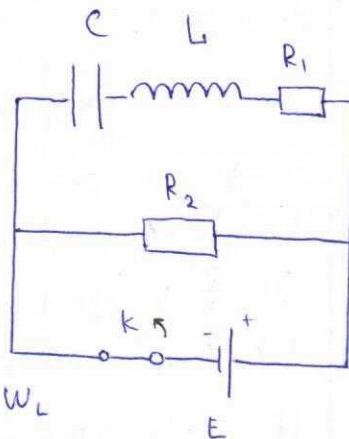
$$U = I R_{общ} = \frac{E(R_1 + R_2)}{R_1 R_2} \cdot \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = E; \text{ Значит } U = U_1 = U_2 = E, \text{ глз катушки:}$$

$$I_L = I_{R_1} = \frac{U_1}{R_1} = \frac{E}{R_1}, \text{ Значит } W_L = \frac{L I_L^2}{2} = \frac{L E^2}{2 R_1^2}; \text{ } W_C = \frac{C E^2}{2}$$

$$\text{Значит } Q_{R_1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \left(\frac{L E^2}{2 R_1^2} + \frac{C E^2}{2} \right) = \frac{R_2 E^2 (C R_1^2 + L)}{(R_1 + R_2) 2 R_1^2}$$

$$\text{Ответ: } Q_{R_1} = \frac{E^2 R_2 (C R_1^2 + L)}{2 R_1^2 (R_1 + R_2)}$$

$$Q_1 = \frac{C E^2}{2} \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$



0,75

Задача 5

Дано:

h

r

ω

$$R_{\text{пер}} = 0$$

$$B(t) = \frac{B_0}{\sigma} t$$

B_0

σ

$Q = ?$

Решение:

Энергия, выделяющаяся

в цепи по закону

Охотля-Ланца равна:

$$Q = \frac{U^2}{R} t, \text{ где } R - \text{сопр. цепи.}$$

Т.к. $R_{\text{пер}} = 0$, и проводя сег. посл, то $R = r + r = 2r$

$U = \mathcal{E}_i$ - ЭДС индукции, выделяемая за время t

$$\mathcal{E}_i = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = |B(t) \Delta S \cos \alpha|, \text{ где } \alpha = 0^\circ \Rightarrow \cos \alpha = 1$$

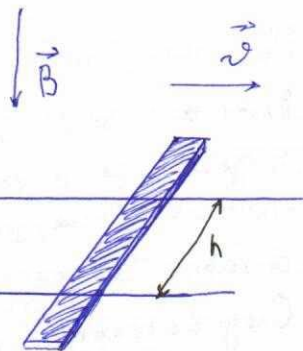
($\alpha = (\vec{B} \wedge \vec{n})$, где \vec{n} - вектор нормали к плоскости цепи)

$$\text{Значит } \mathcal{E}_i = \left| \frac{B_0}{\sigma} t \Delta S \right|; \Delta S = h \cdot \omega t$$

Т.к. $B \rightarrow B_0$, то $t = \sigma$, значит $\mathcal{E}_i = |B_0 h \omega \sigma|$

$$Q = \frac{\mathcal{E}_i^2}{2r} \sigma = \frac{B_0^2 h^2 \omega^2 \sigma^3}{2r}$$

$$\text{Ответ: } Q = \frac{B_0^2 h^2 \omega^2 \sigma^3}{2r} = \frac{B_0^2 h^2 \omega}{2}$$



0,5

Всего четыре балла ВУ

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
						4				4

716651

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 9

Ситуационная задача.

Дано:

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

$$\mu = 59 \text{ г/моль} = 0,059 \text{ кг/моль}$$

$$Z = 2 \quad \rho = 8800 \text{ кг/м}^3$$

$$I_1 = 0,1 \text{ А}$$

$$I_2 = 1,1 \text{ А}$$

$$\eta_1 = 90\% = 0,9$$

$$\eta_2 = 40\% = 0,4$$

$$\text{при } I \in [0; 1,5 \text{ А}]$$

зависимость - линейная*

$$S = 100 \text{ см}^2 = 0,01 \text{ м}^2$$

$$h_0 = 10^{-5} \text{ м}$$

$$t_{\min} = ?$$

$$\eta = ?$$

Решение:

$$① \quad m = \frac{1}{e N_A} \cdot \frac{\mu}{Z} \cdot I t$$

$$② \quad m_{Ni} = \eta m$$

- данные соотношения

* при тех же зависимости ② линейная в данном диапазоне.

$$m = \rho V_{Ni} = \rho S h_0 \quad - \text{масса образовавшегося никеля}$$

$$m = \frac{\mu I t}{e Z N_A} \Rightarrow t = \frac{m e Z N_A}{\mu I} = \frac{\rho S h_0 e Z N_A}{\mu I}$$

Зададим функцию $t(I)$ и найдём её минимум.

Получим функцию $y = \frac{k}{x}$, где $y' = -\frac{k}{x^2}$; y не имеет минимума, только условие: $x \neq 0$ (и что делать ∞ ?)

Зависимость $m_{Ni} = m \eta$ - линейная, т.к. m - зависит от I .

то $\eta \sim I \quad [0; 1,5] \text{ А}$

