

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

115073

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету

ФИЗИКА

(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника

НЕФЕДОВ ГЛЕБ АЛЕКСЕЕВИЧ

Город, № школы (образовательного учреждения)

Звездный городок,

МБОУ СОШ имени В.М. Комарова

Регистрационный номер

31

Вариант задания

17

Дата проведения

15

марта

20 20 г.

Подпись участника

Нефедов

46 (сорок шесть) Алм

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
0,5	0,25	0	0,75	1	0,75					
5	9	0	9	12	12					46

115073

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 17

N 2.

$$m_1 = m$$

$$p_1' = \frac{p_1}{3}$$

$$m_2 = ?$$

Минусы второй части обозначим p_2 . Поскольку вторая часть замкнута, можем записать уравнение:

$$p_1 = p_1' - p_2 \quad \text{подставим } p_1' = \frac{p_1}{3}$$

$$p_1 = \frac{p_1}{3} - p_2 \quad \frac{2}{3} p_1 = -p_2$$

p_1 представим как $m_1 v_0$, где v_0 - нач. скорость

$p_2 = m_2 v_2$, где v_2 - скорость m_2 после столкновения

$$\frac{2}{3} m_1 v_0 = m_2 v_2$$

$E_{k1} = E_{k1}' + E_{k2}(1)$, где E_{k1} - кин. энергия шара m до удара
 E_{k1}' - m после удара

E_{k2} - m_2 после удара

После столкновения $p_1' = p_2$, $\frac{p_1}{3} = p_2$ (2)

p_1 представим, как $m_1 v_0$, где v_0 - нач. скорость m ,

$p_2 = m_2 v_2$, где v_2 - скорость m_2 после удара

~~$E_{k1} = m_1 v_0^2$~~ т.к. $p_1' = \frac{p_1}{3}$, то $m_1 v_0' = \frac{m_1 v_0}{3}$ т.

$v_1' = \frac{v_0}{3}$, где v_1' - скорость m после удара.

$$E_k = \frac{mv^2}{2} \quad \text{подставим это в (1)}$$

$$\frac{m_1 v_0^2}{2} = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} \quad | \cdot 2$$

$$\frac{m_1 v_0^2}{2} = \frac{m_1 v_1^2}{2} + m_2 v_2^2$$

$$\frac{8 m_1 v_0^2}{9} = m_2 v_2^2 \quad \text{отсюда } v_2 = \sqrt{\frac{8}{9} \frac{m_1 v_0^2}{m_2}} = \frac{2v_0}{3} \sqrt{\frac{2m_1}{m_2}}$$

Подставим это в (2)

$$\frac{m_1 v_0}{3} = m_2 \frac{2v_0}{3} \sqrt{\frac{2m_1}{m_2}} \quad | \cdot \frac{3}{v_0}$$

$$m_1 = 2m_2 \sqrt{\frac{2m_1}{m_2}}$$

$$m_1^2 = 8 m_2^2 m_1 \quad | : m_1$$

$$m_1 = 8 m_2 \quad m_2 = \frac{m_1}{8}$$

Ответ: $m_2 = \frac{m_1}{8}$

N3 В задании нет условия, при котором шарик переставал бы прыгать. Пока как его вертикальная скорость с каждым прыжком уменьшается на $0,94$, то даже через бесконечное количество прыжков (в данных условиях), шарик продолжит прыгать, прыгай и на небольшую высоту, каждый раз проходя небольшое расстояние).

Ответ: недостаточно условий

нч

Видно, что процесс 12 на PV графике
выглядит так же $\Rightarrow Q_{12} = A_{12} - \Delta U$
~~где $Q_{12} = A_{12} + \Delta U$~~ , т.к. ΔT в 12 и 23 -
равна, т.к. в точках 1 и 3 $T_1 = T_3$

т.к. в процессе 12 точка 2 на PV графике
отвечает точке изотермы 13, то T_2 равна
 T_1 . (T_1 - тем. в точке 1, T_2 - в 2, T_3 - в 3)

T_1 и T_3 равнозначны на изотерме $\Rightarrow T_1 = T_3$

ΔT в процессах 12 и 23 равны, т.к.

$$\Delta T_{12} = T_2 - T_1, \quad \Delta T_{23} = T_3 - T_2 = T_1 - T_2$$

$$\Rightarrow |\Delta T_{12}| = |\Delta T_{23}|$$

$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$, отсюда следует, что

$|\Delta U_{12}| = |\Delta U_{23}|$ т.к. $T_1 > T_2$, то ΔU_{12} имеет
отрицательный знак, а ΔU_{23} положительный.

Все это можно привести к формуле

$$Q_{12} = A_{12} - |\Delta U_{12}|, \quad \text{т.к. } |\Delta U_{12}| = |\Delta U_{23}|, \quad \text{т.к. } |\Delta U_{12}| = |\Delta U_{23}|,$$

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

$$Q_{12} = A_{12} - |\Delta U_{23}|$$

($\Delta U_{23} > 0 \Rightarrow$ модуль можно
отбросить)

Нам известно:

$$A_{12} = 1200 \text{ Дж}$$

$$Q_{23} = 1100 \text{ Дж}$$

$$Q_{12} = ?$$

p_2, p_3 - дахуул бичигдэх нэгж.

V_2, V_3 - дахуул бичигдэх нэгж.

$$\frac{p_2}{V_2} = \frac{p_3}{V_3} \quad \frac{p_2}{p_3} = \frac{V_2}{V_3}$$

$$\frac{p_3}{p_2} = \frac{V_3}{V_2}$$

Б. ~~Равно~~ A_{23} явдал мөнхдөг
ног 23

$$A_{23} = \frac{(p_2 + p_3)(V_3 - V_2)}{2} \quad (1)$$

$$p_3 = \frac{p_2 V_3}{V_2} \quad (2) \quad \text{Нэгдүгээр нэгж:}$$

$$A_{23} = (p_2 + \frac{p_2 V_3}{V_2})(V_3 - V_2) =$$

$$= p_2 (1 + \frac{V_3}{V_2})(V_3 - V_2) =$$

$$= p_2 (V_3 - V_2 + \frac{V_3^2}{V_2} - V_3) = p_2 (\frac{V_3^2}{V_2} - V_2) =$$

$$= p_2 V_2 (\frac{V_3^2}{V_2^2} - 1)$$

~~Нэгдүгээр~~ $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$ - нэгдүгээр нэгж $p_2, V_2, T_2, p_3, V_3, T_3$:

$$\frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{p_3 V_3}{T_3} \quad T_3 = T_2 \frac{p_3 V_3}{p_2 V_2} \quad \text{м.к. } \frac{p_3}{p_2} = \frac{V_2}{V_3}, \text{ мө } T_3 = T_2 \frac{V_2^2}{V_3^2} \quad (3)$$

$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$ нэгдүгээр нэгж (3):

$$\frac{3}{2} \nu R (T_2 \frac{V_2^2}{V_3^2} - T_2) = \frac{3}{2} \nu R T_2 (\frac{V_2^2}{V_3^2} - 1)$$

$pV = \nu RT$, $p_2 V_2 = \nu R T_2$ нэгдүгээр нэгж A_{23}

$$A_{23} = \nu R T_2 (\frac{V_2^2}{V_3^2} - 1)$$

нэгдүгээр нэгж, мө

$$\frac{A_{23}}{\Delta U_{23}} = \frac{\frac{3}{2} \nu R T_2 (\frac{V_2^2}{V_3^2} - 1)}{\frac{3}{2} \nu R T_2 (\frac{V_2^2}{V_3^2} - 1)} = \frac{3}{2} \quad A_{23} = \frac{2 \Delta U_{23}}{3}$$

(м.к. нэг м.к. нэгж)

115073

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Шифр _____

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 17

нч - продолжение.

Понесу формулу $Q_{23} = A_{23} + Q_{23}$ можно представить

$$\text{как } Q_{23} = \frac{\Delta U}{3} Q_{23} + Q_{23} = \frac{5}{3} Q_{23}, \text{ тогда}$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{5} Q_{23} \text{ как было показано ранее}$$

$$|\Delta U_{12}| = |\Delta U_{23}| \text{ тогда } A_{12} = A_{12} - |\Delta U_{12}| =$$

$$= A_{12} - |\Delta U_{23}| = A_{12} - \left| \frac{3}{5} Q_{23} \right|$$

$$Q_{12} = 1200 \text{ Дж} - \frac{3}{5} 1200 \text{ Дж} = 480 \text{ Дж}$$

Ответ: 480 Дж

н 5.

Дано: $\lambda, B, R,$

$$h\nu = A + \frac{mv^2}{2} \text{ где } h - \text{постоянная Планка, } \nu - \text{частота падающего света, } A - \text{работа вых.,}$$

$A - ?$

$m - \text{масса электрона, } v - \text{его скорость}$

$$\lambda = \frac{c}{\nu} \quad \nu = \frac{c}{\lambda}, \text{ где } c - \text{скорость света}$$

получаем:

$$\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv^2}{2} (1)$$

Имеем Лоренца $F_L = eBv$, где e - заряд электрона

$$a_y = \frac{v^2}{R} \quad \text{из закона Ньютона} \quad F = ma$$

$$\Rightarrow, \quad F_y = a_y m = \frac{v^2}{R} m \quad \text{В этом случае } F_L = F_y$$

$$eBv = \frac{v^2}{R} m \quad \cancel{v} \quad \cancel{eBvR}$$

$$eBR = v \quad | : v$$

$$v = \frac{eBR}{m} \quad \text{подставим в 1}$$

$$\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{m}{2} \left(\frac{eBR}{m} \right)^2 \quad \frac{hc}{\lambda} = A + \frac{e^2 B^2 R^2}{2m}$$

$$A = \frac{hc}{\lambda} - \frac{e^2 B^2 R^2}{2m}$$

h, c, e, m - физ. постоянные,
 λ, B, R - даны в условии

$$\text{Ответ: } A = \frac{hc}{\lambda} - \frac{e^2 B^2 R^2}{2m}$$

н 6.

Дано:

$L, h,$
 m, B, ζ

v_0 - ? S_1 - ?

максимальная энергия катушки L

равна $W_{L_{\max}} = \frac{LI^2}{2}$ максимальная кинетическая энергия перемещения равна $E_{\max} = \frac{mv_0^2}{2}$

Границей v_0 - максимальная скорость перемещения. Можно сказать, что в этот момент катушка колеблется как маятник. E_{\max} переходит в $W_{L_{\max}}$ и обратно, создавая повторяющуюся картину.

ω - угловая частота.

$a_{\max} = \omega^2 A$ A - амплитуда, в нашем случае $A = S$.

$$v_{\max} = \omega A$$

$$\begin{cases} a_{\max} = \omega^2 S \\ v_{\max} = \omega S \\ v_{\max}^2 = \omega^2 S^2 \end{cases} \begin{cases} \omega^2 = \frac{a_{\max}}{S} \\ \omega = \frac{v_{\max}}{S} \end{cases} \text{выразим: } \frac{a_{\max}}{S} = \frac{v_{\max}^2}{S^2}$$

$$S a_{\max} = v_{\max}^2$$

Как было сказано ранее $v_{\max} = v_0$, тогда $S a_{\max} = v_0^2$ (1)

П.к. $E_{\text{конт}} = W_{L \max}$, то $\frac{m v_0^2}{2} = \frac{L I_{\max}^2}{2}$, отсюда $I_{\max} = v_0 \sqrt{\frac{m}{L}}$ (2)

Если длина $F_{\max} = B I_{\max} h$, т.к. индукционный ток направлен перпендикулярно плоскости, в которой движется перемычка

из закона Ньютона $F = ma$ отсюда $a = \frac{F}{m}$

$$a_{\max} = \frac{B I_{\max} h}{m} \quad (3)$$

подставим 2 в 3: $a_{\max} = \frac{B v_0 h}{m} \sqrt{\frac{m}{L}} = B v_0 h \sqrt{\frac{1}{mL}}$

из 1 подставим это в 1:

$$S \cdot \frac{B v_0 h}{m} \sqrt{\frac{1}{mL}} = v_0^2 \quad | : v_0$$

$$v_0 = S B h \sqrt{\frac{1}{mL}} = \frac{S B h}{\sqrt{mL}} \quad (+)$$

0,85

$$v = A \omega \cos \alpha$$

минус в ~~фазе~~ 2 раза меньше, следовательно могут быть

$$\frac{v_{\max}}{2} = A \omega \cos \alpha$$

$$v = \frac{v_{\max}}{2} \quad S_1 = \frac{2}{3} S ?$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{2}$$

$$\alpha = \widehat{\frac{1}{2}} = 60^\circ$$

$$\frac{90^\circ}{60^\circ} = \frac{2}{3}$$

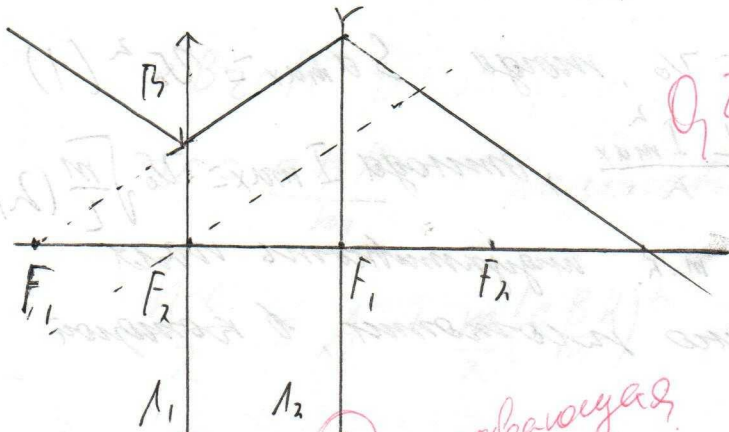
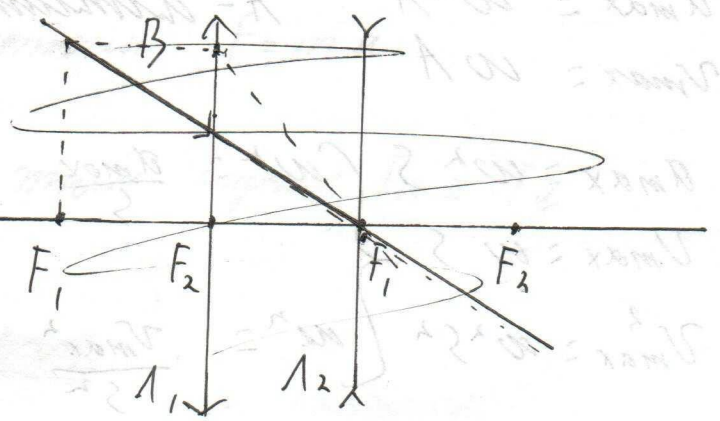
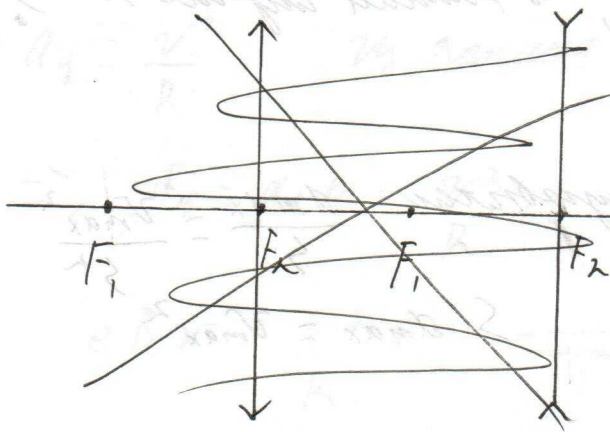
Ответ:

$$v_0 = \frac{S B h}{\sqrt{mL}}$$

$$S_1 = \frac{2}{3} S$$

$$\frac{2\sqrt{3}}{3} S$$

N 1.



925

содержащая
расеивающая