



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1
г. Москва

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Ломоносов“

по физике

Киселева Александра Дмитриевича

фамилия, имя, отчество (в родительном падеже)

Дата
«14» февраля 201²⁵ года

Подпись участника
Акс

34-67-76-36
(4.3)

Без трения

лист 1

Задача 1.1

Дано:

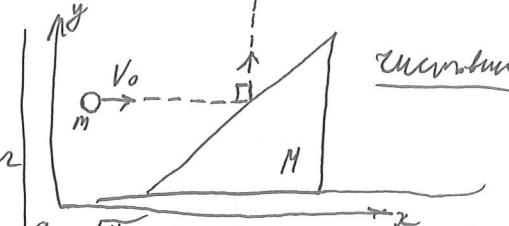
$M = 0,1 \text{ кг} = 100 \text{ г}$

$m = 36 \text{ г} \approx 0,036 \text{ кг}$

$V_0 = 5 \text{ м/с}$

$g = 10 \text{ м/с}^2$

$V_k \perp V_0$

Найти: S .

По з.с.ц.: $(x): mV_0 = mV_{k1k} + mV_{k2k}$

$mV_0 = 0 + mV_{k2k}$

где V_{k2k} - скорость клина после соударения.

$V_{k2k} = \frac{mV_0}{m} = \frac{0,036 \cdot 5}{0,1} = 1,8 \text{ м/с}$

По з.с.ц.: $\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_{k1k}^2}{2} + \frac{mV_{k2k}^2}{2}$

$mV_0^2 = mV_{k1k}^2 + mV_{k2k}^2$

$0,036 \cdot 5^2 = 0,036 \cdot V_{k1k}^2 + 0,1 \cdot 1,8^2$

$0,9 = 0,036 V_{k1k}^2 + 0,1 \cdot 3,24$

$0,9 = 0,036 V_{k1k}^2 + 0,324$

$0,576 = 0,036 V_{k1k}^2$

$16 = V_{k1k}^2$

$V_{k1k} = 4 \text{ м/с}$

$V_{k2} = 1,8 \text{ м/с}$

$0,576 = 0,036 V_{k1k}^2$

$10 \cdot 0,576 = 0,36 V_{k1k}^2$

$16 = V_{k1k}^2$

$V_{k1k} = 4 \text{ м/с}$

$V_{k2} = 1,8 \text{ м/с}$

$0,576 = 0,036 V_{k1k}^2$

$10 \cdot 0,576 = 0,36 V_{k1k}^2$

$16 = V_{k1k}^2$

$V_{k1k} = 4 \text{ м/с}$

$V_{k2} = 1,8 \text{ м/с}$

$0,576 = 0,036 V_{k1k}^2$

$10 \cdot 0,576 = 0,36 V_{k1k}^2$

$16 = V_{k1k}^2$

$V_{k1k} = 4 \text{ м/с}$

$V_{k2} = 1,8 \text{ м/с}$

$0,576 = 0,036 V_{k1k}^2$

$10 \cdot 0,576 = 0,36 V_{k1k}^2$

$16 = V_{k1k}^2$

$V_{k1k} = 4 \text{ м/с}$

$V_{k2} = 1,8 \text{ м/с}$

$0,576 = 0,036 V_{k1k}^2$

$10 \cdot 0,576 = 0,36 V_{k1k}^2$

$16 = V_{k1k}^2$

$V_{k1k} = 4 \text{ м/с}$

$V_{k2} = 1,8 \text{ м/с}$

$t_{\text{пол}} = \frac{V}{g} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с}$

$S = 20t = 1,8 \cdot 0,4 = 0,72 \text{ м}$

Ответ: 0,72 м. - после соударения с шариком, клин получит часть его энергии и начнет двигаться вверх, шарик поднимется вертикально вверх, потеряв часть энергии и часть скорости, к этому моменту клин пройдет 0,72 м.

$S = 0,72 \text{ м}$

Задача 1.2.

Дано:

$$n = 2\% \quad p = \text{const}$$

$$K = 1\%$$

$$M(N_2) = 28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

$$C_V = 745 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$$

$$R = 8,3 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$$

Найти: η

$$V_2 = 1,02 V_1$$

$$p_2 = 0,99 p_1$$

$$A = Q + \Delta U. - \text{з.с.э.}$$

Для изохоры ($V = \text{const}$): $Q = \Delta U$

$$Q = \Delta U$$

$$\frac{5}{2} R \Delta T$$

$$\mu C_V \Delta T = \frac{5}{2} R \Delta T$$

$$\mu C_V = \frac{5}{2} R$$

$$\mu C_V = \frac{5}{2} R$$

$$\mu C_V = \frac{5}{2} R$$

$$C = \frac{5R}{2} \cdot \text{моль}$$

$$C = 745 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$$

Тогда для теплового изохора:

ΔT

$$\begin{cases} p_1 V_1 = \nu R T_1 \\ p_2 V_2 = \nu R T_2 \end{cases}$$

$$1,02 \cdot 0,99 = \frac{T_2}{T_1}$$

$$(1,02 - 0,0102) = \frac{T_2}{T_1}$$

$$T_2 = 1,0098 T_1$$

$$\text{Тогда имеем: } T_2 = 1,0098 T_1; C = 745 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$$

$$\text{По з.с.э.: } A = Q + \Delta U$$

$$\text{Для изохоры: } Q = \Delta U$$

$$\text{Тогда: } A = \Delta U_1 + \Delta U_2, \text{ где } \Delta U - \text{изменение энергии в процессе, а } \Delta U_2 - \text{при изохоре.}$$

$$A = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu R \Delta T_2$$

$$\text{Рассмотрим соотношение } \Delta U_1 \text{ и } \Delta U_2:$$

$$\Delta U = \Delta U_1$$

$$\mu C_V \Delta T = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$$

$$\mu C_V = \frac{5}{2} R$$

$$\Delta U_2 = A + \Delta U$$

$$Q = A + \Delta U$$

$$Q = \Delta U_2$$

$$\Delta U_2 = A + \Delta U$$

$$\frac{5}{2} \nu R \cdot 0,0098 T_1$$

или

$$\frac{5}{2} \nu R \cdot 0,0098 T_1 = \frac{C}{C_V} \cdot \frac{5}{2} \nu R \cdot 0,0098 T_1$$

$$\frac{5}{2} R = \frac{C}{C_V}$$

$$C = \frac{5}{2} R C_V$$

$$Q = A + \Delta U$$

$$p = \text{const} \Rightarrow p \Delta V = \nu R \Delta T$$

$$\nu R \Delta T + \mu C_V \Delta T = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$$

$$A = \int p dV = p \Delta V = 0,02 p V_0$$

$$Q = 0,02 p V_0 + \frac{5}{2} \nu R \Delta T \Rightarrow \text{найдём отношение } p V_0 \text{ к } \frac{5}{2} \nu R \Delta T.$$

34-67-76-36
(4.3)

$$0,02 PV_0 = 0,02 VRT_1$$

$$\frac{5}{2} VRT = \frac{5}{2} \cdot VR \cdot 0,0008 T_1$$

$$\frac{\frac{5}{2} VR \cdot 0,0008 T_1}{0,02 VRT_1} = \frac{\frac{5}{2} \cdot 0,0008}{0,02} = \frac{5 \cdot 0,0008}{0,04} = \frac{0,0008}{0,008} = \frac{0,08}{0,8} = 1,225$$

симметрич.
метр

$$\begin{array}{r} 98 \overline{) 1225} \\ - 98 \\ \hline 245 \\ - 196 \\ \hline 490 \\ - 490 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\frac{\Delta U}{A} = 1,225$$

$$1,225 A = \Delta U$$

$$Q = 1,225 A + A$$

$$Q = 2,225 A$$

$$A = \frac{Q}{2,225}$$

$$A = 0,45 A$$

$$45\%$$

Ответ: 45% - 45% Q должен к рублю.

Задача 1.3.

Дано:

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R.$$

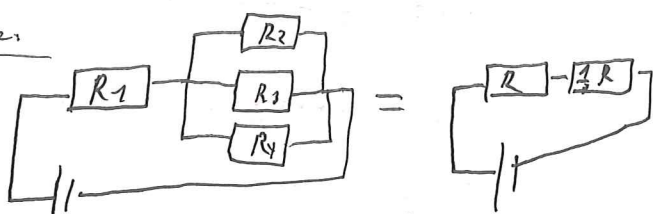
$$P_1 = 30 \text{ Вт.}$$

$$\Delta I = 2 \text{ А.}$$

найти: E.

Решение.

1)



П.ч. в цепи на р. 1 R_2, R_3 и R_4 - параллельно, то их общее сопротивление - $\frac{1}{3}R$.

Тогда сопротивление всей цепи $\frac{1}{3}R + R = \frac{4}{3}R$.

$$I = \frac{\Delta E}{4R_2}$$

Напряжение на R_4 - $\frac{1}{3}E$.

$$30 = \frac{E^2}{16R}$$

$$\text{Тогда } P = \frac{U^2}{R}; \frac{1}{16} \frac{E^2}{R} = 30$$

Два уравнения, получаем из 1-го:

$$\begin{cases} 30 = \frac{E^2}{16R} \\ I = \frac{3E}{16R} \end{cases}$$

$$\begin{cases} I = 10 \text{ А.} \\ \frac{3E}{16R} = 10 \text{ А} \\ \frac{E}{16} R = 30 \end{cases}$$

запишем это и перейдем к р. 2.

$$2) \frac{1}{R_{234}} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{R}$$

$$\frac{1}{R_{234}} = \frac{3}{2R}$$

$$3R_{234} = 2R$$

$$R_{234} = \frac{2}{3}R$$

$$\text{Тогда } R_{\text{общ}} = 1\frac{2}{3}R = \frac{5}{3}R$$

$$\frac{3E}{5R} = I_2$$

$$\text{Итого, имея: } \frac{3E}{5R} = I_2$$

Итого: $I_4 = 10A$
 $\frac{3E}{16R} = 10A$
 $\frac{E}{16R} = 10$

$I_2 = \frac{3E}{16R}$
 $I_4 = \frac{1}{3} I_{обз1}$
 $P_1 = (\frac{1}{3} E)^2$
 $I_{1обз} = \frac{R \cdot 3E}{16R}$

мм 4
число

$\begin{cases} 30 = \frac{E^2}{16R} \\ -2 = \frac{3E}{5R} - \frac{3E}{4R} \end{cases}$
 $\begin{cases} 30 = \frac{E^2}{16R} \\ -2 = \frac{12E - 15E}{20R} \end{cases}$
 $\begin{cases} 2 = \frac{3E}{20R} \\ 30 = \frac{E^2}{16R} \end{cases} \Rightarrow 3E = 40R ; R = \frac{3E}{40}$
 $30 = \frac{E^2}{16 \cdot \frac{3E}{40}} \Rightarrow 30 = \frac{40E^2}{16 \cdot 3E}$
 $30 = \frac{40E}{48} \Rightarrow 3 = \frac{4E}{48}$
 $4E = 48 \cdot 3$
 $E = 12 \cdot 3 = 36B$

Ответ: 36B.

Задача 1.4.

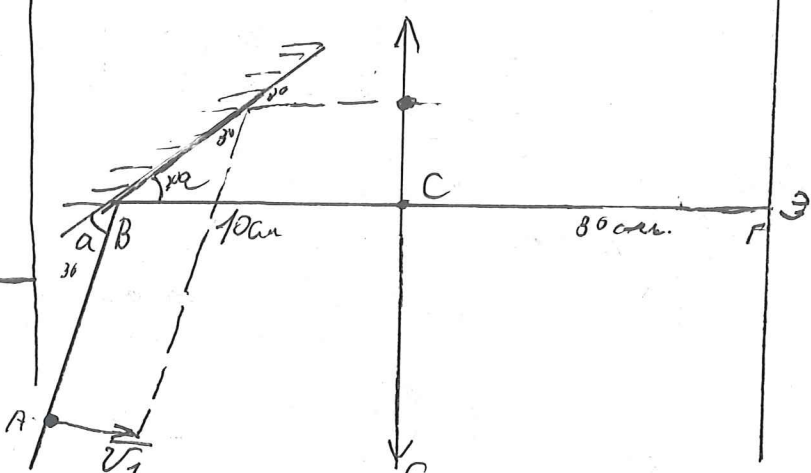
Дано:

$F = 30cm$
 $\alpha = 30^\circ$
 $BC = a = 10cm$
 $V_1 = 2cm/c$
 $AB = L = 25cm$
 $\angle(AB, \alpha) = 30^\circ$

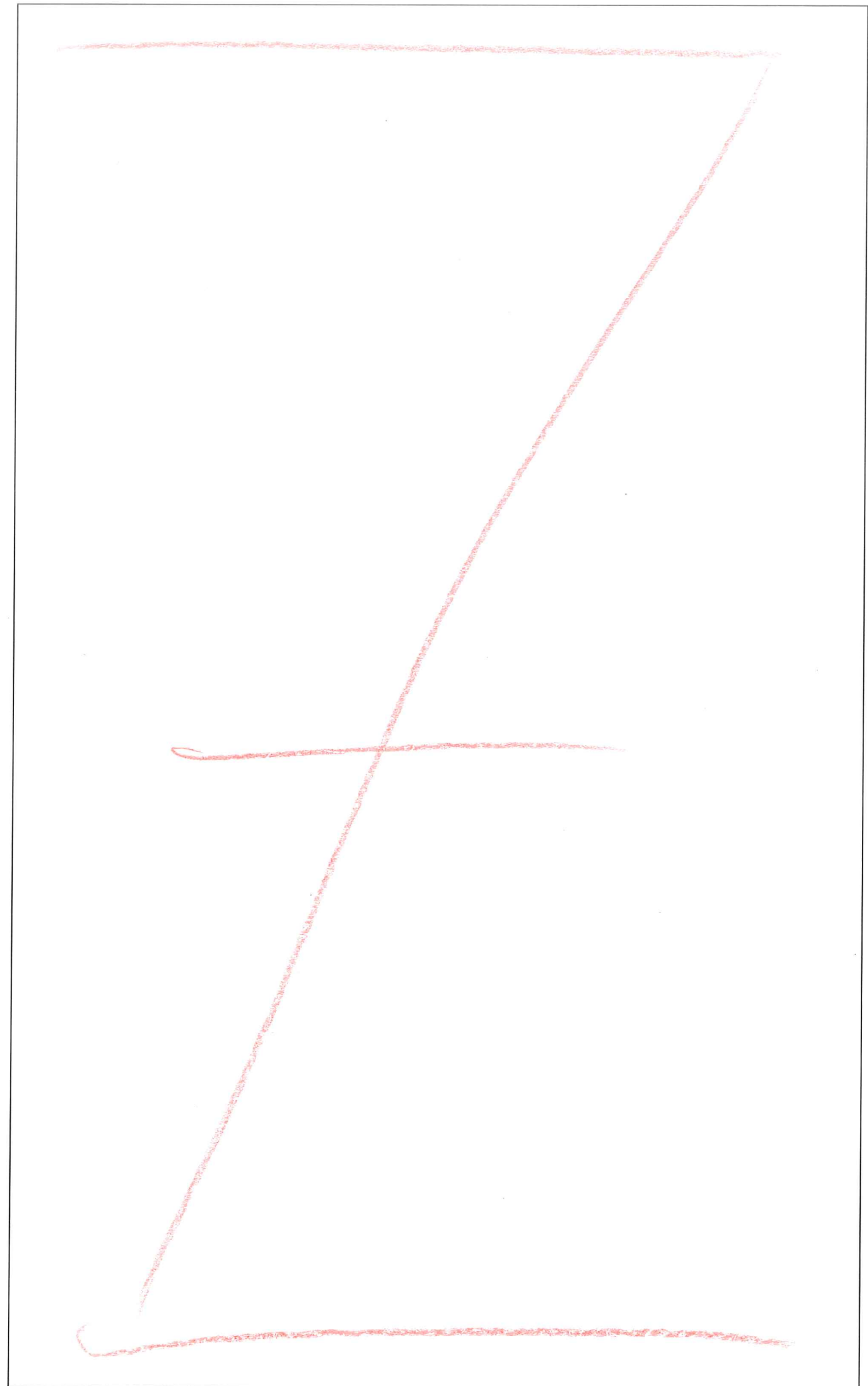
Итого: $\sqrt{2}$

Решение:

Ввиду отсутствия данных для решения задачи используется метод подобия.



Максимальная резкость изображения формируется в случае, если экран находится в фокусе линзы. Тогда F - фокусная длина линзы. В точке, где создается изображение из объекта линзы. Построим линзу собирающую; при которой свет, отраженный от линзы, сфокусируется от зеркала и пройдет через линзу, выйдя сфокусированным на экран.



Умнож: $n = \frac{V}{\rho \cdot V_{\text{об.}}}$

$\gamma = \frac{F}{Be_0}$, Означ, в данном случае, есть в звуке резонанс
или числа, которые здесь применимы.

$$\frac{U\bar{e}}{L} = F \quad E = \frac{2\sigma}{\epsilon_0} = \frac{U}{L} \Rightarrow \frac{2\sigma}{\epsilon_0} = \frac{U}{L}$$

$$2\sigma L = U\epsilon_0$$

$$F = \sqrt{B \dot{e}_0} \quad U = v_{\text{max}} = \omega \cdot L = \frac{A}{9} = F \cdot \omega \cdot L$$

$$v = \frac{F}{\beta e_0}$$

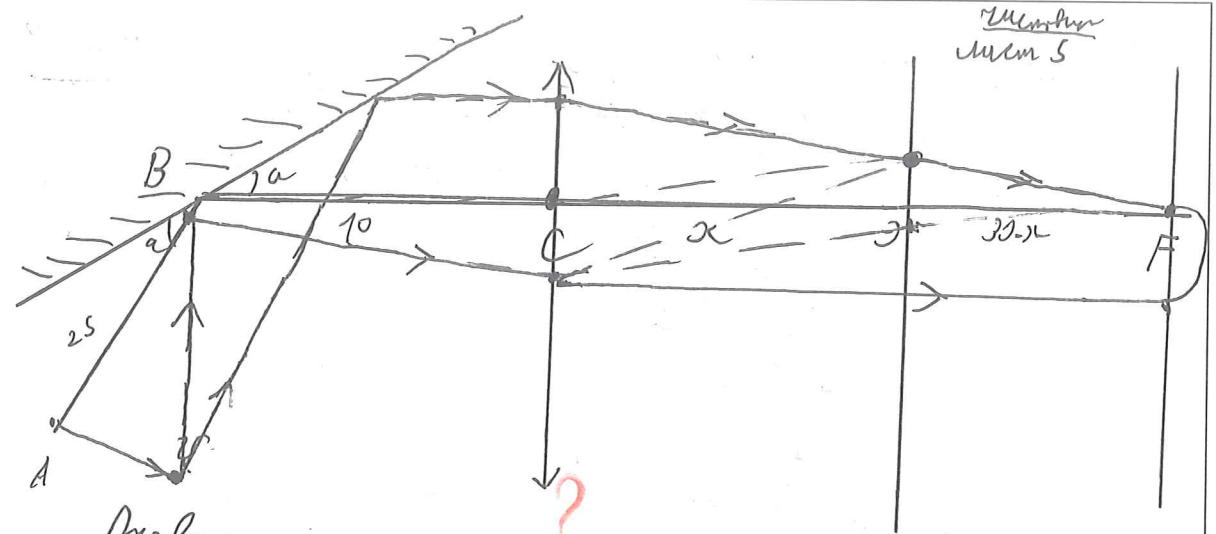
$$\gamma = \frac{U \cdot L}{B \bar{e}_0}$$

$$\eta = \frac{I}{2\pi \epsilon_0 \epsilon_b} = \frac{I \cdot L}{2\pi \epsilon_0 \epsilon_b \cdot 90^\circ} = \frac{9008 \cdot L}{2\pi \epsilon_0 \epsilon_b \cdot 90^\circ} = \frac{L}{\epsilon_0 \epsilon_b \cdot 5} \Rightarrow \frac{1}{\epsilon_0 \epsilon_b} = \frac{1}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 9008^2}$$

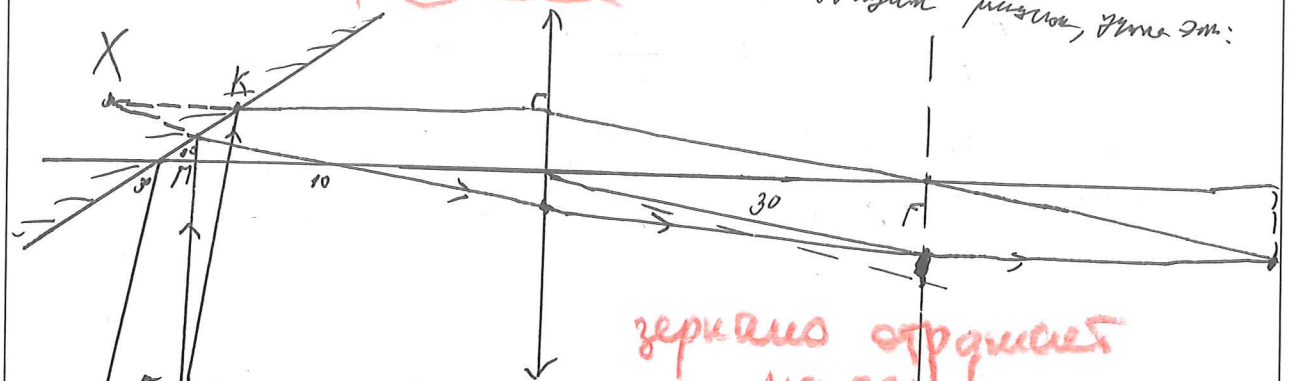
Нет изоморфного
выражения
дуги и через

Заданные
параметры и
численное решение

+

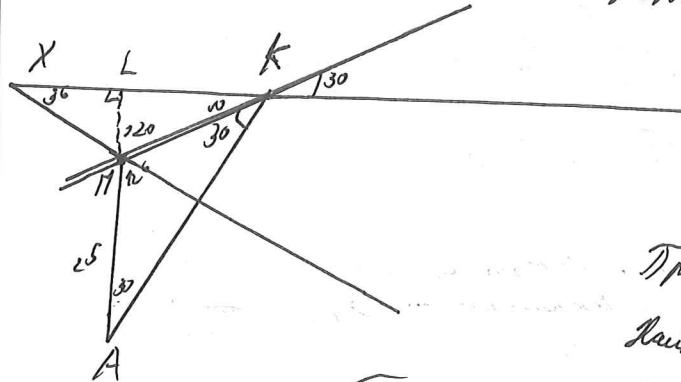


Orebugus is musculus, zmo mus, Barbaricus is ferus, conspicue et gracile mus. Pterozomus mus, zmo ferus.



5. А. Двеи мж // AB, вториот вертикален. Кои
 пересекат едни едни. Третиот мж влезе во ретко
 објектот за земањето. За доброт центрирање. Притоа
 притоа мж. Притоа мж. Притоа мж. Притоа мж.
 $\angle XMK = 120^\circ$
 $\angle XKM = 30^\circ$
 $\angle KXM = 30^\circ$

Задание АМК: Две истории, персонажи живут:



Pinus strobus Xk.

$$\angle AMK = 120$$

$$\angle AMK + \angle MKA = \angle KAM = 7$$

$$\approx 7 \quad \angle KAM \approx 30.$$

$$\triangle AMX \sim \triangle PKY \Rightarrow AM = PK = XM = 25.$$

Презем в 4 ХМК Велюну, оти се
и мизан. МЛ.

Wegsum XL : $XL = XM \cdot \cos 30^\circ =$

$= 25 \cdot \frac{\sqrt{5}}{2} = 12.5\sqrt{5}$
 80 mungun om (bawarunhan) :
 $+ 12.5\sqrt{5}$ x 12.5
 14

$$L_k = X_L + DC - 25 + 12.5\sqrt{5}$$

$$L_R = 25 + 12,5 \cdot 1,1 =$$

$$= 25 + 17.5 = 42.5 \text{ cm}$$

$$L_{\text{H}} = 42.5 \text{ cm}$$

$$\begin{array}{r} 125 \\ \times 74 \\ \hline 500 \\ 1250 \\ \hline 1750 \end{array}$$

Имеем то расстояние от объектива до экрана $L_k = 42,5 \text{ см}$.
 Тогда можем найти расстояние от экрана до изображения,
 имея известные данные расстояния до экрана z .

Тогда: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{D}$ (+)

$$\frac{1}{30} = \frac{1}{42,5} + \frac{1}{D}$$

$$\frac{1}{30} - \frac{1}{42,5} = \frac{1}{D}$$

$$\frac{42,5 - 30}{30 \cdot 42,5} = \frac{1}{D}$$

$$D = \frac{30 \cdot 42,5}{42,5 - 30} = \frac{425}{12,5} = 34 \text{ см}$$

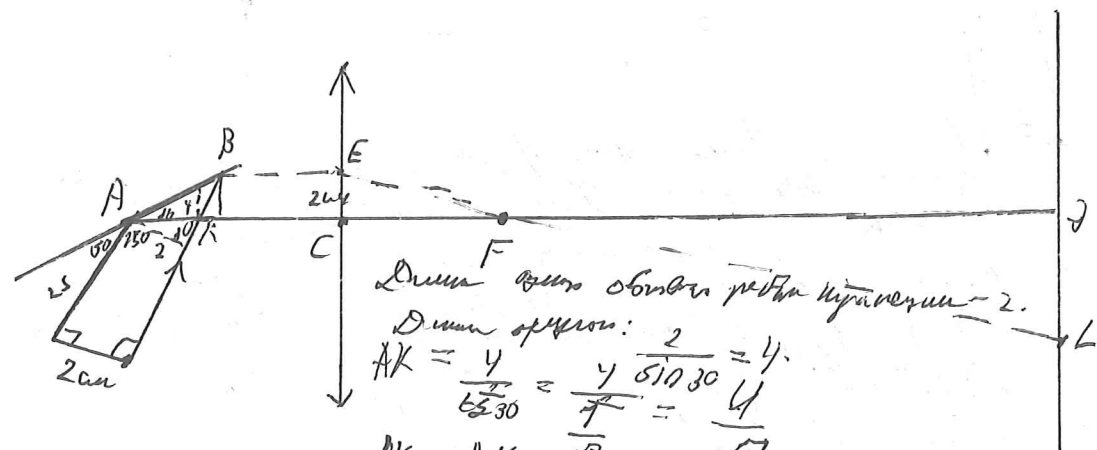
$$\frac{12,5}{30 \cdot 42,5} = \frac{1}{D}$$

$$D = \frac{12,5}{12,5} = 102 \text{ см.} \quad (-)$$

Вывод: расстояние до экрана - 102 см.

Далее, выведем передообразную величину:

$$\frac{12,5}{12,5} \quad \frac{102}{250}$$



Длина отрезка объектива равна диаметру - 2.

Длина отрезка: $AK = \frac{4}{\sin 30} = \frac{4}{0,5} = 8$

$AK = \frac{4}{\cos 30} = \frac{4}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{8}{\sqrt{3}}$

$AK = AK = \frac{8}{\sqrt{3}}$

По теореме Пифагора:

$$AB^2 = \left(\frac{8}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{8}{\sqrt{3}}\right)^2 - 2 \cdot \cos 120 \cdot \left(\frac{8}{\sqrt{3}}\right)^2$$

$$AB^2 = \frac{64}{3} + \frac{64}{3} + \frac{64}{3}$$

$$AB = 4$$

$BK = 4 \cdot \sin 30 = 2$. Итого, смещая изображение в
 заданное положение - 2 см. Тогда и
 на экране - тоже.

Далее, из подобия $\triangle ECF$ и $\triangle LFD$, учитывая, что
 $L_0 = CE \cdot \frac{102}{30} \Rightarrow v_2 = v_1 \cdot \frac{102}{30}$

$$v_2 = 2 \cdot 3,4 = 6,8 \text{ м/с} \approx 7 \text{ м/с.}$$

Ответ: 7 м/с - скорость, с которой движется изображение
 в зритель.

Задание 5.

Дано:

$$I = 8 \text{ мА}$$

$$B = 0,1 \text{ Тл}$$

$$B \perp \text{ плоскости рамки}$$

$$U = 4 \text{ мВ}$$

$$b = 5 \text{ см}$$

$$c = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ Кл}$$

Полное сопротивление.

Найти: $\vec{J}$ - вектор плотности
 тока
 $\vec{E}$ - вектор напряженности
 электрического поля

Решение:

на все частица, находящиеся в магнитном
 поле, действует сила Лоренца, направленная
 по правилу правой руки. Тогда ищем,
 по правилу правой руки, что все электроны
 системы на движутся от нас к экрану
 или наоборот. Тогда перемещение, которое
 происходит, ищем, не задано.
 Движение от нас к экрану задано
 отрицательным. Тогда ищем, что все
 электроны перемещаются вправо и
 движутся от нас к экрану.

Сила Лоренца, действующая на
 частицу, равна $\vec{F} = q \cdot \vec{B} \cdot \vec{v}$ и направлена
 от нас к экрану. Найдем ее, не зная
 скорости, зная ток, ищем v .
 Тогда, зная ток, ищем скорость движения
 на движется от нас к экрану.
 Вектор плотности тока, создаваемый движением
 электронов, равен $\vec{J} = \frac{I}{S}$, где S - площадь поперечного сечения.

Имеем, что $I = \frac{q}{t}$. Тогда в единицу времени перемещается
 $0,008 \text{ Кл}$ заряда. Если считать их сгустком, то можно считать, что
 $h = \frac{I}{t \cdot e \cdot v \cdot b} = \frac{I}{t \cdot e \cdot v \cdot S \cdot b} = \frac{I}{e \cdot v \cdot S \cdot b}$

Далее, выведем передообразную величину:

$$U = E \cdot L = \frac{\sigma}{2 \epsilon_0} \cdot L = 7 E = \frac{U}{L}$$

$$A = E \cdot \vec{e} \cdot L = U \vec{e}$$

$$A = F \cdot L = E \cdot \vec{e} \cdot L = U \vec{e}$$

Тогда $F = U \vec{e}$ - сила Лоренца равна $U \vec{e}$

$$U \vec{e} = U B \vec{e}$$

$$U = U B$$

$$\frac{4}{1000} = 0,1 \cdot B$$

$$B = \frac{4}{1000 \cdot 0,1} = \frac{4}{100} = 0,04 \text{ Тл}$$

$$U \vec{e} = U B \vec{e}$$

$$U = U B L$$

$$v = \frac{U}{B L} = \frac{0,04}{0,04 \cdot 0,1} = \frac{0,04}{0,004} = 10 \text{ м/с}$$

Итого, $v = 10 \text{ м/с}$ - скорость движения электронов.