



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Ляропиной Вероники Юрьевны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Санит. выход: 13:49 – 13:53 ✓

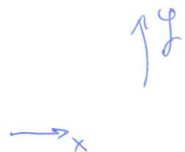
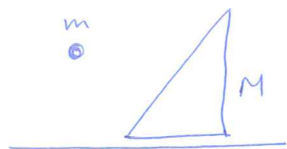
Дата

« 14 » февраля 2025 года

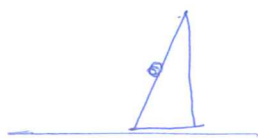
Подпись участника

Ляро

1.1 ЧЕРНОВИК

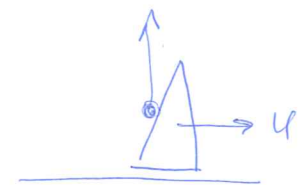


Дано: $m = 36 \text{ т}$
 $U_0 = 5 \text{ м/с}$
 $M = 100 \text{ т}$
 Найти: S



$$Dx: m U_0 = M U$$

$$U = \frac{m}{M} U_0$$



$$ЗСЭ: \frac{m U_0^2}{2} = \frac{M U^2}{2} + m g h$$

$$\frac{m U_0^2}{2} = \frac{m^2 U_0^2}{2 M} + m g h$$

$$h = \left(\frac{U_0^2}{2} - \frac{m U_0^2}{2 M} \right) \cdot \frac{1}{g}$$

$$h = \frac{g t^2}{2} = \frac{U_0^2}{2g} \left(1 - \frac{m}{M} \right)$$

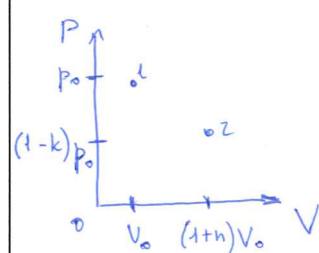
$$t^2 = \frac{U_0^2}{g^2} \left(1 - \frac{m}{M} \right) \quad t = \frac{U_0}{g} \sqrt{1 - \frac{m}{M}}$$

$$S = U t = \frac{m}{M} \frac{U_0^2}{g} \sqrt{1 - \frac{m}{M}} = \frac{36}{100} \cdot \frac{25}{10} \cdot \sqrt{1 - \frac{36}{100}} =$$

$$= \frac{36 \cdot 25}{1000} \cdot \sqrt{\frac{64}{100}} = \frac{36 \cdot 25 \cdot 8}{10000} = \frac{7200}{10000} = 0,72 \text{ м}$$

Отв.: $0,72 \text{ м}$

1.2



$$Q = \Delta U + e A$$

$$p_0 V_0 = D R T_1$$

$$(1-k)p_0(1+n)V_0 = D R T_2$$

$$\rightarrow Q = \frac{C_V}{R} ((1-k)p_0(1+n)V_0 - p_0 V_0) + p_0 n V_0$$

$$\eta = \frac{p_0 n V_0}{C_V (p_0 V_0 - k p_0 V_0 - k p_0 V_0) + p_0 n V_0} = \frac{n}{C_V (n-k-nk) + 1}$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_H}{Q_X} = \frac{Q_X - Q_H}{Q_X}$$

$$e A = p_0 n V_0$$

Дано: $n = 20\%$

$k = 10\%$

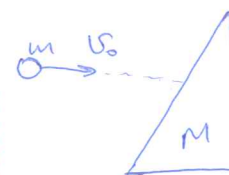
$C_V = 28 \cdot 10^{-3} \text{ Дж/моль}$

$C_V = 745 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$

$R = 8,3$

Найти: $\eta = \frac{Q_{\text{пол}}}{Q_{\text{пол}}}$

1.1 ЧИСТОВИК



1 со см.

Qm

h

2 со см.

U

S

Дано: $m = 36 \text{ т}$
 $M = 100 \text{ т}$
 $U_0 = 5 \text{ м/с}$
 Найти: S

$$1. \text{ ЗСД на } Dx: m U_0 = M U$$

$$\rightarrow U = \frac{m}{M} U_0$$

$$2. \text{ ЗСЭ для 1 и 2 со см. системы: } \frac{m U_0^2}{2} = \frac{M U^2}{2} + m g h$$

$$\rightarrow h = \frac{1}{g} \left(\frac{U_0^2}{2} - \frac{M U^2}{2} \right)$$

$$3. h = \frac{g t^2}{2}, \text{ где } t - \text{ время до наивысшей точки траектории}$$

$$\rightarrow \frac{g t^2}{2} = \frac{1}{g} \left(\frac{U_0^2}{2} - \frac{M U^2}{2} \right)$$

$$t^2 = \frac{U_0^2}{g^2} \left(1 - \frac{m}{M} \right)$$

$$t = \frac{U_0}{g} \sqrt{1 - \frac{m}{M}}$$

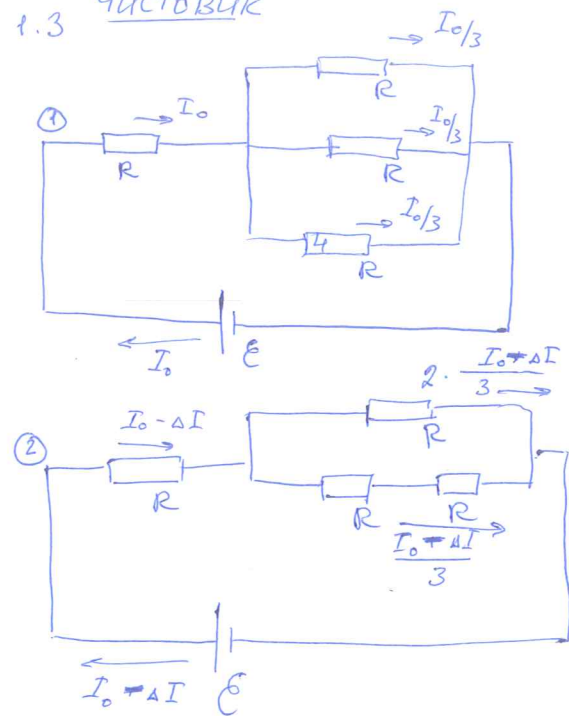
$$4. \text{ Стои гладкий } \Rightarrow S = U t = \frac{m}{M} \frac{U_0^2}{g} \left(\sqrt{1 - \frac{m}{M}} \right)$$

$$S = \frac{36}{100} \cdot \frac{25}{10} \sqrt{1 - \frac{36}{100}} = \frac{36 \cdot 25 \cdot 8}{10000} = 0,72 \text{ м}$$

Отв.: $S = 0,72 \text{ м}$

1.3 ЧИСТОВИК

Дано: $P = 30 \text{ Вт}$
 $\Delta I = 2 \text{ А}$
 Найти: $\mathcal{E}$



- Для ① правило Кирхгофа: $\mathcal{E} = \frac{4}{3} I_0 R$
 Для ② правило Кирхгофа: $\mathcal{E} = \frac{5}{3} (I_0 - \Delta I) R$
- Для ① мощность на 4 резисторе: $P = \left(\frac{I_0}{3}\right)^2 R$

3. Решаем систему.

$$\frac{4}{3} I_0 R = \frac{5}{3} (I_0 - \Delta I) R$$

$$4 I_0 = 5 I_0 - 5 \Delta I$$

$$I_0 = 5 \Delta I$$

$$\rightarrow P = \left(\frac{5 \Delta I}{3}\right)^2 R = \frac{25}{9} \Delta I^2 R \Rightarrow R = \frac{9}{25} \frac{P}{\Delta I^2} \quad \text{36}$$

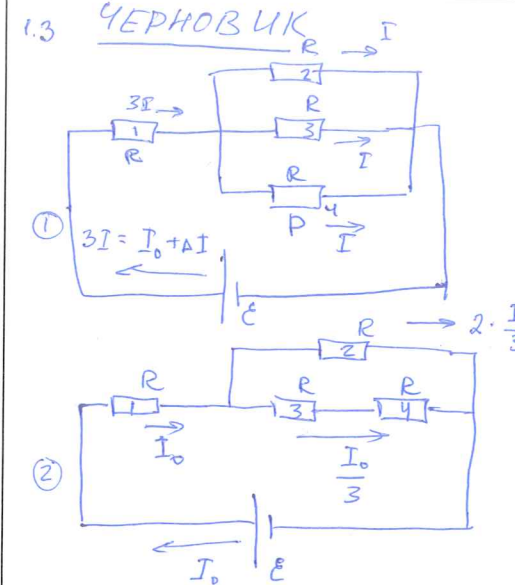
$$\rightarrow \mathcal{E} = \frac{4}{3} I_0 R = \frac{4}{3} \cdot 5 \Delta I \cdot \frac{9}{25} \frac{P}{\Delta I^2} = \frac{4 \cdot 3}{5} \frac{P}{\Delta I} = \frac{12}{5} \frac{P}{\Delta I} \quad \text{36}$$

$$\mathcal{E} = \frac{12}{5} \frac{P}{\Delta I} = \frac{12}{5} \cdot \frac{30}{2} = 12 \cdot 3 = 36 \text{ В} \quad \text{36}$$

Ответ: $\mathcal{E} = 36 \text{ В}$

1.3 ЧЕРНОВИК

Дано: $P = 30 \text{ Вт}$
 $\Delta I = 2 \text{ А}$
 Найти: $\mathcal{E}$



$$P = I^2 R$$

$$\textcircled{1}: \mathcal{E} = 4 I R = 4 \left(\frac{I_0 + \Delta I}{3}\right) R$$

$$P = UI = I^2 R$$

$$\textcircled{2}: \mathcal{E} = I_0 R + \frac{2}{3} I_0 R = \frac{5}{3} I_0 R$$

$$I_0 = 3I - \Delta I$$

$$P = \left(\frac{I_0 + \Delta I}{3}\right)^2 R$$

$$\frac{4}{3} I_0 R + \frac{4}{3} \Delta I R = \frac{5}{3} I_0 R \rightarrow \frac{4}{3} \Delta I R = \frac{1}{3} I_0 R$$

$$4 \Delta I R = I_0 R$$

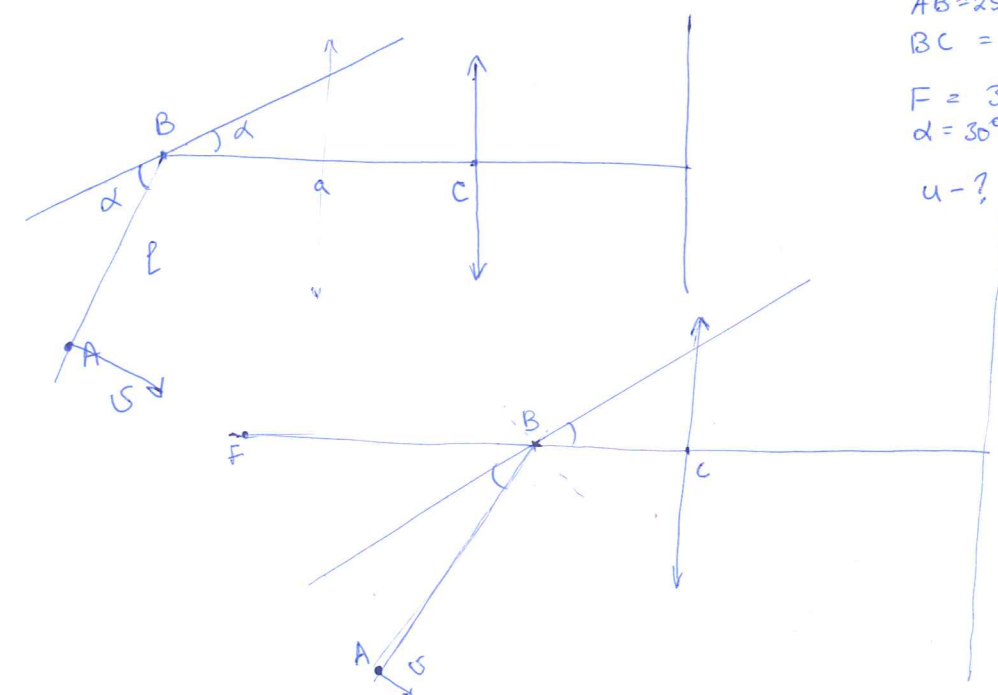
$$I_0 = 4 \Delta I$$

$$\rightarrow P = \left(\frac{5 \Delta I}{3}\right)^2 R = \frac{25}{9} \Delta I^2 R \Rightarrow R = \frac{9 \cdot P}{25 \Delta I^2}$$

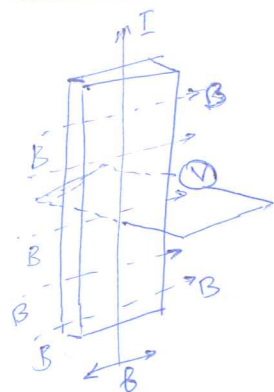
$$\rightarrow \mathcal{E} = \frac{5}{3} \cdot 4 \Delta I \cdot \frac{9 P}{25 \Delta I^2} = \frac{8 \cdot 4 \cdot P}{5 \Delta I} = \frac{12}{5} \frac{P}{\Delta I}$$

1.4

$v = 2 \text{ см/с}$
 $AB = 25 \text{ см} = l$
 $BC = 10 \text{ см} = a$
 $F = 30 \text{ см}$
 $\alpha = 30^\circ$
 $u = ?$



1.5 ЧЕРНОВИК



Дано: $B = 0,1 \text{ Тл}$
 $I = 8 \text{ А}$
 $U = 4 \text{ мВ}$
 $B = 5 \text{ мсв}$
 $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$

Найти: $n(e)$

$$\mathcal{D} = \frac{N}{V}$$

$$\varphi = \frac{kq}{l} = El$$

$$W = q\varphi$$

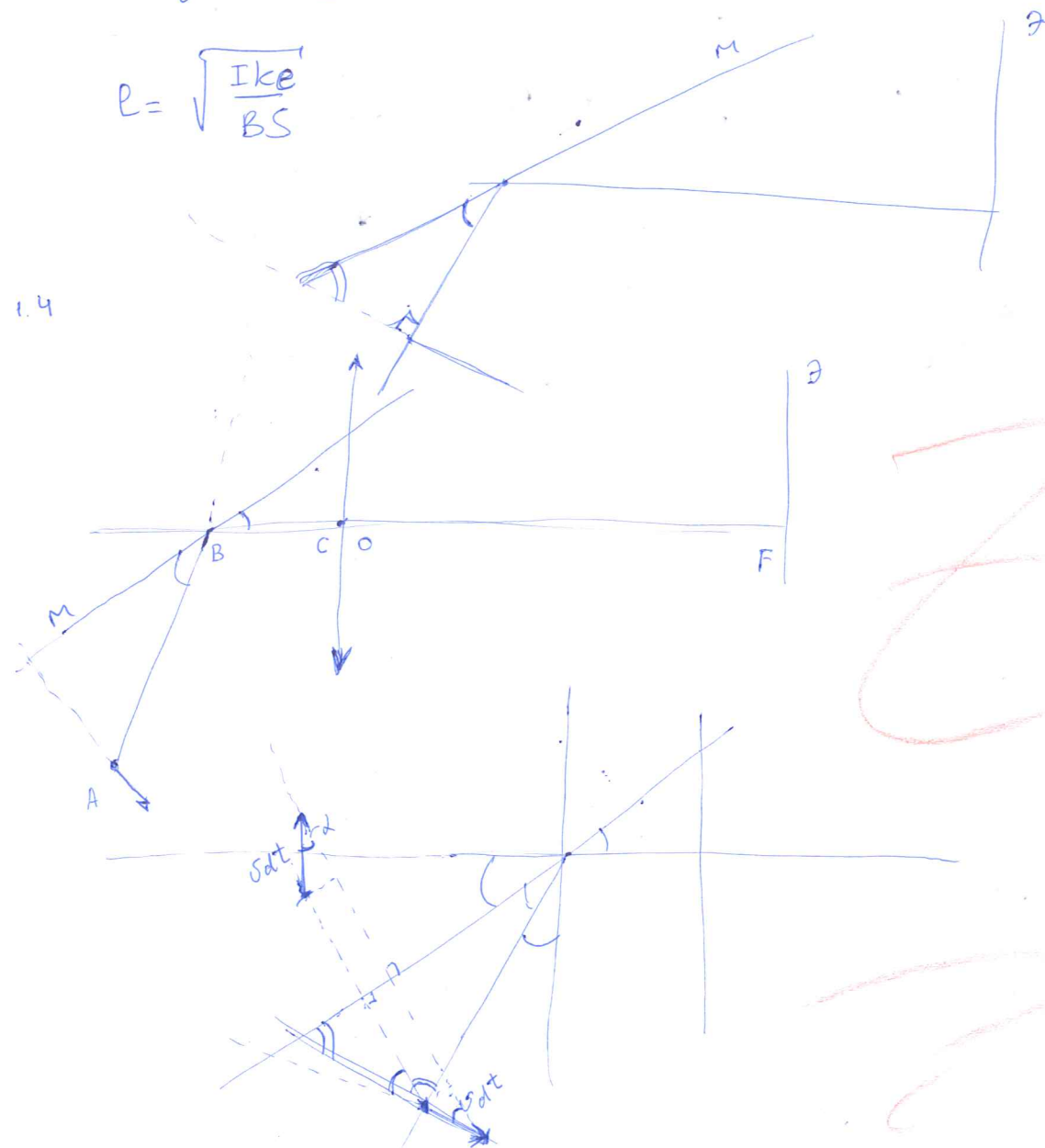
$$B = I\mu$$

$$\Phi = \frac{E}{S} \quad B = \frac{IE}{S}$$

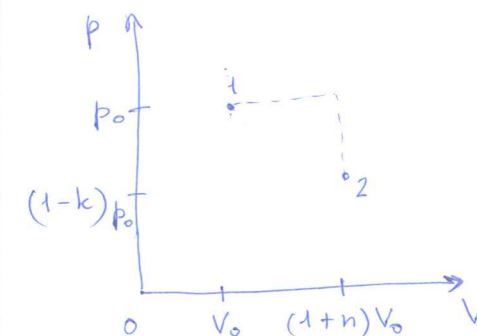
$$E = \frac{kq}{l^2} = \frac{BS}{I}$$

$$l = \sqrt{\frac{Ike}{BS}}$$

1.4

53-76-38-86
(4.5)

1.2 ЧИСТОВИК



Дано: $n = 2\%$
 $k = 1\%$
 $\mu(N_2) = 28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
 $C_v = 745 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$

Найти: η

$$1. \quad dA = p_0 \cdot n V_0$$

$$2. \quad Q = \Delta U + dA \quad (\text{I начально термодинам.})$$

Ур-ние Менделеева-Клапейрона: $1: p_0 V_0 = \nu R T_1$
 $2: (1-k) p_0 (1+n) V_0 = \nu R T_2$

$$\rightarrow \Delta T = T_2 - T_1 = \frac{1}{\nu R} ((1-k)(1+n) \cdot p_0 V_0 - p_0 V_0) =$$

$$= \frac{1}{\nu R} (n p_0 V_0 - k p_0 V_0 - k n p_0 V_0)$$

$$\rightarrow Q = \frac{C_v}{R} \nu R \Delta T + dA = \mu \cdot \frac{C_v}{R} (n p_0 V_0 - k p_0 V_0 - k n p_0 V_0) + n p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{dA}{Q} = \frac{n p_0 V_0}{\frac{C_v}{R} \mu (n p_0 V_0 - k p_0 V_0 - k n p_0 V_0) + n p_0 V_0} = \frac{n}{\frac{C_v}{R} \mu (n - k - n k) + n}$$

$$= \frac{0,02}{\frac{745 \cdot 28 \cdot 10^{-3}}{8,3} (0,02 - 0,01 - 0,02 \cdot 0,01) + 0,02} =$$

$$= \frac{0,02}{\frac{20,86}{8,3} \cdot 0,01 + 0,02} = \frac{0,02}{2,5 \cdot 0,01 + 0,02} = \frac{0,02}{0,025 + 0,02} =$$

$$= \frac{20}{45} = \frac{4}{9} = 44\%$$

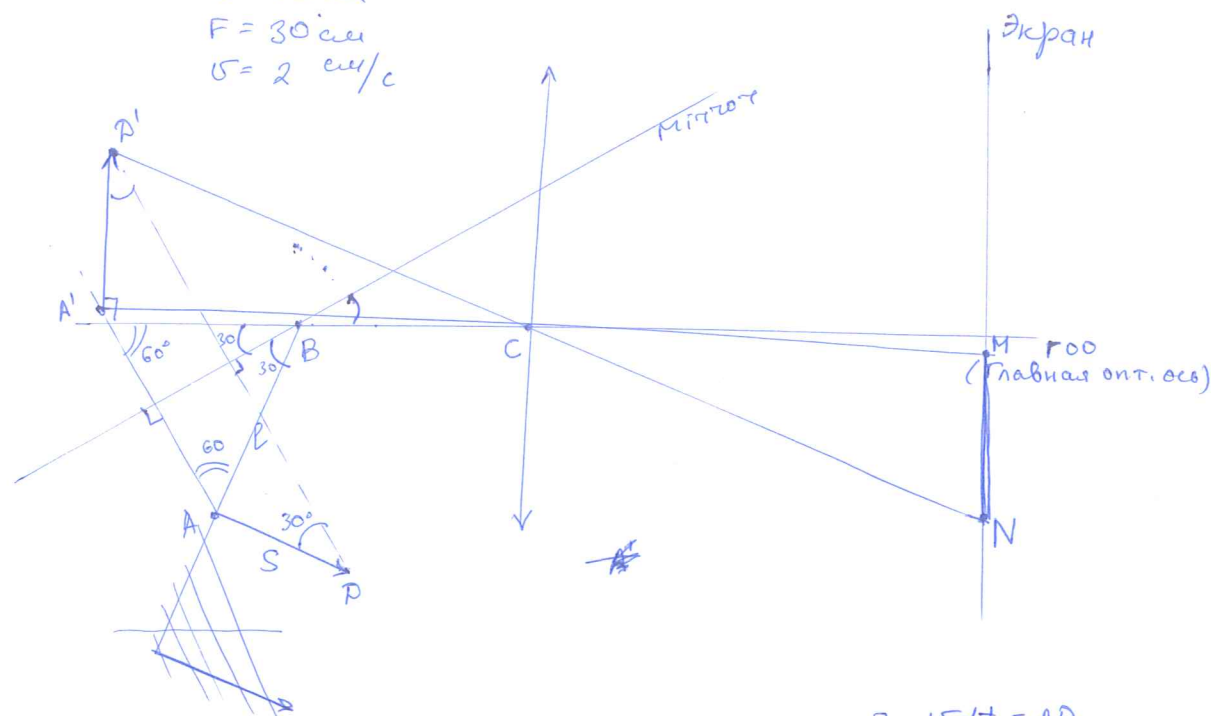
$$\text{Ответ: } \eta = 44\%$$

1.4

ЧИСТОВИК

Дано: $a = 10 \text{ см}$
 $l = 25 \text{ см}$
 $F = 30 \text{ см}$
 $v = 2 \text{ см/с}$

Найти: U



- Пусть луча за малое dt ^{проемется} $S = v dt = AD$ ^{тогда изображение: $MN = U dt$}
- Опускаем из крайних точек вектора $S \perp$ на зеркало. Строим отражение $A'D'$.
 $A'D' \perp \text{гоо}$
 $\triangle AA'B$ - равносторонний (все углы по 60°) $\Rightarrow A'B = AB = l$
 $\Rightarrow A'C = a + l$
- Пусть расстояние $A'C = d \neq a + l$, расстояние от луча до экрана $= f = MC$

Формула тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a+l} + \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \left(\frac{1}{F} - \frac{1}{a+l} \right)$$

- Запишем подобие $\triangle A'D'C \sim \triangle MNC$: $\frac{A'D'}{A'C} = \frac{MN}{MC}$

$$\frac{v dt}{a+l} = \frac{U dt}{f}$$

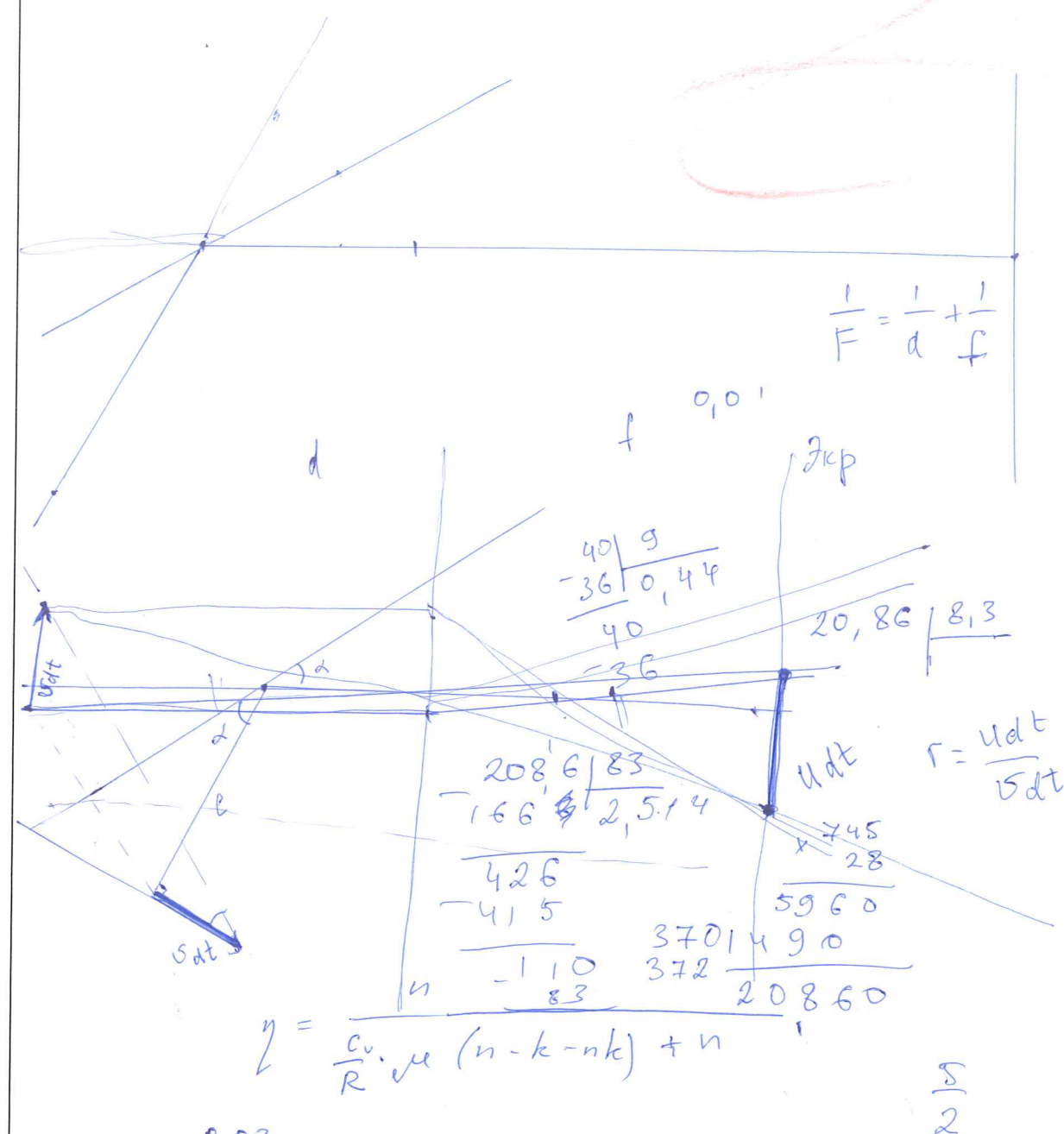
$$\frac{v}{a+l} = U \cdot \left(\frac{1}{F} - \frac{1}{a+l} \right)$$

$$U = v \cdot \frac{1}{a+l \left(\frac{1}{F} - \frac{1}{a+l} \right)} = v \cdot \frac{1}{\left(\frac{a+l}{F} - 1 \right)} = \frac{F \cdot v}{a+l-F}$$

$$U = 2 \text{ см/с} \cdot \frac{30 \text{ см}}{(10+25-30) \text{ см}} = 2 \text{ см/с} \cdot 6 = 12 \text{ см/с}$$

Ответ: $U = 12 \text{ см/с}$

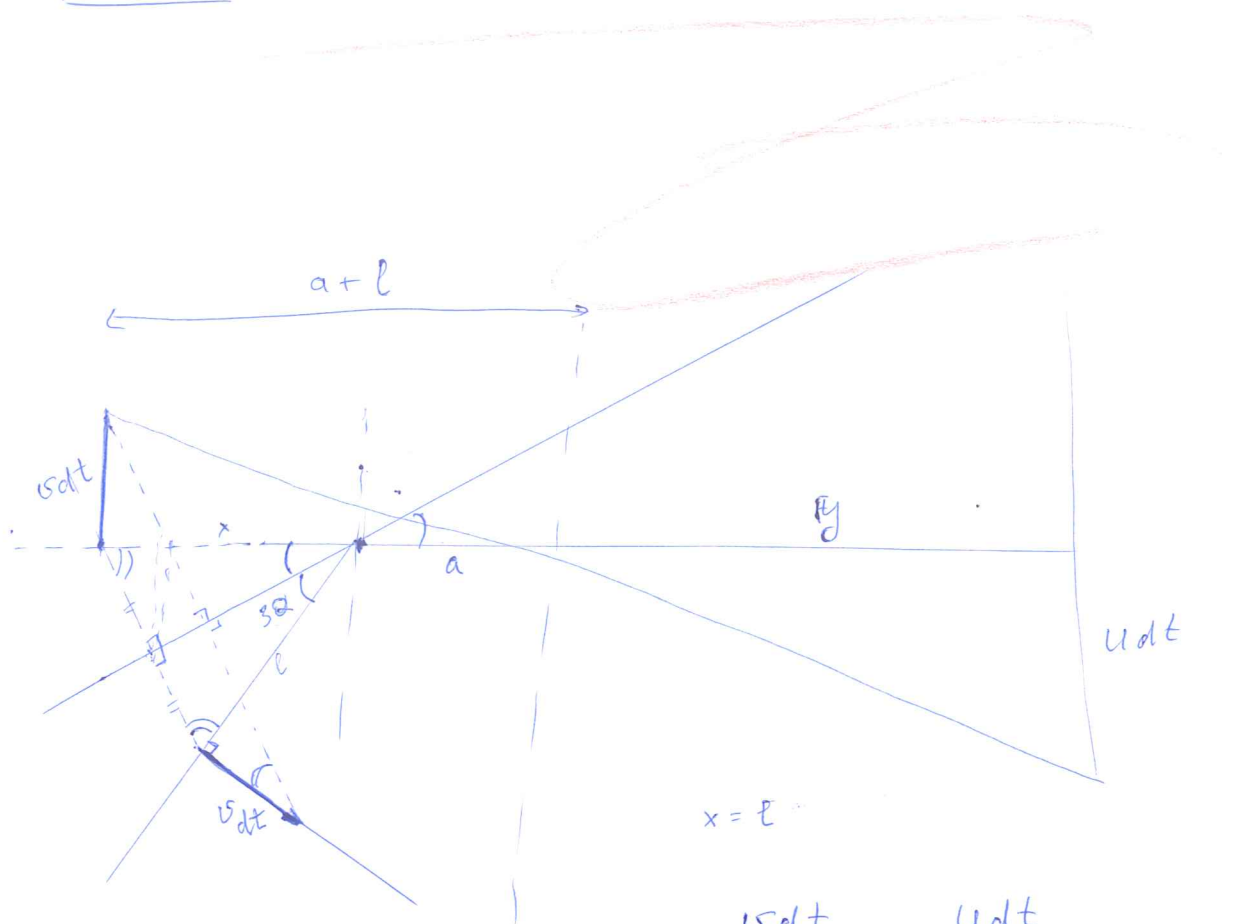
ЧЕРНОВИК



$$U = \frac{0,02}{\frac{745 \cdot 28 \cdot 10^{-3}}{8,3} (0,02 - 0,01 - 0,02 \cdot 0,01) + 0,02} =$$

$$U = \frac{0,02}{2,5(0,01) + 0,02} = \frac{0,02}{0,025 + 0,02} = \frac{2}{4,5} = \frac{20}{45} = \frac{4}{9} = 0,44$$

ЧЕРНОВИК



$$x = l$$

$$\frac{v dt}{a+l} = \frac{u dt}{y}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a+l} + \frac{1}{y} \rightarrow \frac{1}{y} = \frac{1}{F} - \frac{1}{a+l}$$

$$\frac{v}{a+l} = u \left(\frac{1}{F} - \frac{1}{a+l} \right)$$

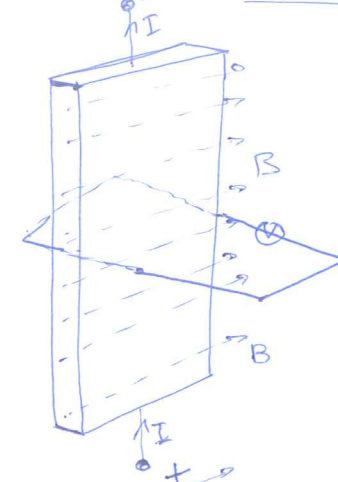
$$u = \frac{v}{a+l \left(\frac{1}{F} - \frac{1}{a+l} \right)} = \frac{v}{\frac{a+l}{F} - 1}$$

$$= \frac{v \cdot F}{a+l-F} = \frac{30}{10+25-30} \cdot 2 = \frac{30}{5} \cdot 2 = 12 \text{ см/с}$$

53-76-38-86
(4.5)

1.5

ЧИСТОВИК



Дано: $B = 0,1 \text{ Тл}$
 $I = 8 \text{ мА}$
 $U = 4 \text{ мВ}$
 $b = 5 \text{ мм}$
 $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$

Найти: n
 (концентрация $\bar{e}$
 проводимости)

$$1. B = I \Phi$$

$$\Phi = \frac{E}{S}$$

$$E = \frac{kq}{r^2}$$

$$\varphi = \frac{kq}{r} = El$$

не исползуем
при решении

можем
задать

однородное поле
задать не решаем