



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Самара
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников ЛОМОНОСОВ
наименование олимпиады

по ФИЗИКЕ
профиль олимпиады

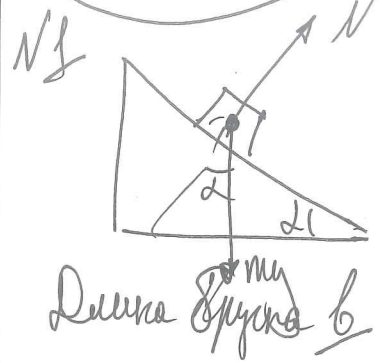
Боброва Таргя Сергеевна
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

выход 17 13
вернулся 17 17

Дата
«13» февраля 2026 года

Подпись участника
[Подпись]

Черновик



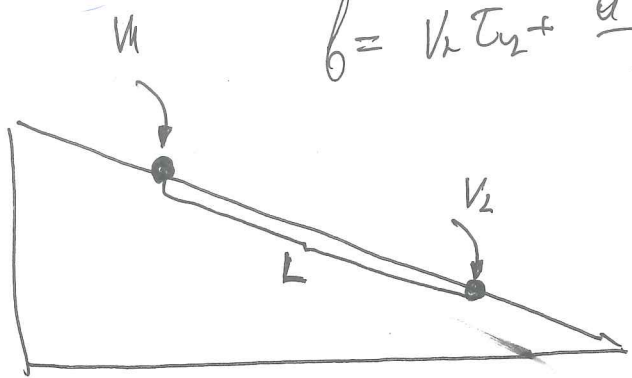
$$mg \sin \alpha = ma$$

$$a = g \sin \alpha$$

Расстояние между фотоэлементами L

$$L = v_1 t_1 + \frac{a t_1^2}{2}$$

$$L = v_2 t_2 + \frac{a t_2^2}{2}$$



$$L = v_1 t_1 + \frac{a t_1^2}{2} \Rightarrow$$

$$L = v_1 t_2 + \frac{a t_2^2}{2}$$

$$0,1 = v_1 \cdot 1 + a \cdot 0,51 + \frac{a}{2} \cdot 1^2$$

$$0,1 = v_1 + 1,01a$$

$$0,1 = 0,05 - a + 1,01a$$

$$0,05 = 0,01 \cdot a \cdot 100$$

$$a = 5 \rightarrow a = g \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{a}{g} = \frac{5}{10} = \frac{1}{2}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

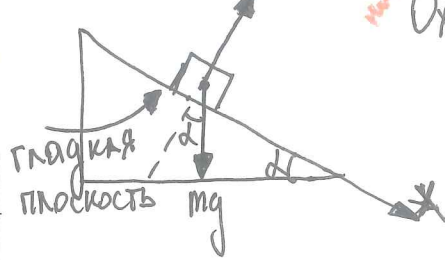
51-74-23-40
(2.15)

Чистовик

Задача 1.5.2.

Дано:
 $b = 0,1 \text{ м}$
 $t_1 = 2 \text{ с}$
 $t_2 = 1 \text{ с}$

Решение:

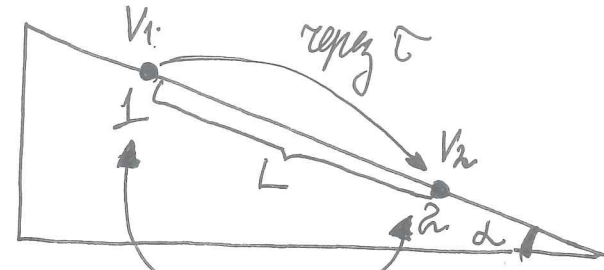


| | | | | | |
|----|----|----|----|----|----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Σ |
| 10 | 19 | 25 | 25 | 19 | 98 |

$$0x: mg \sin \alpha = ma$$

$$a = g \sin \alpha$$

Найти:
 $\alpha = ?$



v_1 и v_2 - скорость груза, когда он начал переключать 1-ый и 2-ой фотоэлемент соответственно.
 $v_2 = v_1 + a t$

b - длина груза, тогда:

$$\begin{cases} b = v_1 t_1 + \frac{a t_1^2}{2} & (1) \\ b = v_2 t_2 + \frac{a t_2^2}{2} & (2) \end{cases}$$

$$(1): b = v_1 t_1 + \frac{a t_1^2}{2} \cdot 1,2$$

$$2b = 2v_1 t_1 + a t_1^2$$

$$2v_1 = \frac{2b - a t_1^2}{t_1}$$

$$(2): b = v_2 t_2 + \frac{a t_2^2}{2}$$

$$2b = 2v_2 t_2 + a t_2^2$$

$$2v_2 = \frac{2b - a t_2^2}{t_2}$$

$$2v_1 = 2v_2$$

$$\frac{2b - a t_1^2}{t_1} = \frac{2b - a t_2^2}{t_2}$$

$$2b t_2 - a t_1^2 t_2 = 2b t_1 - a t_2^2 t_1 - a t_1 t_2^2$$

$$a t_1 t_2 (t_1 - 2t_2 - t_1) = 2b (t_2 - t_1)$$

$$a = \frac{2b (t_2 - t_1)}{t_1 t_2 (t_1 - 2t_2 - t_1)} = \frac{2 \cdot 0,1 \cdot (1-2)}{2 \cdot (2 - 2 \cdot 0,51 - 1) \cdot 1} = \frac{-0,1}{1 - 1,02} = \frac{0,1}{0,02} = 5 \frac{м}{с^2}$$

$$a = g \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = \frac{a}{g}$$

$$\alpha = \arcsin \left(\frac{a}{g} \right) = \arcsin \frac{5}{10} = \arcsin \frac{1}{2} = 30^\circ$$

Ответ: $\alpha = 30^\circ$

Чистовик

Задача 2.3.2.

Дано:

- $T = 273\text{K}$
- $\Delta m = 1\text{мг}$
- $p_{нас} = 611\text{Па}$
- $\lambda_k = 3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
- $\nu_n = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
- $\mu = 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$
- $R = 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

Найти:
 $V = ?$

Решение:

1) В камере т.к. температура была одна, то $\varphi_{кон} = 0$, в конце нам установилась равновесия $\varphi_{кон} = 1$

где $\varphi_{кон} = \frac{p_{кон}}{p_{нас}} = 1 \Rightarrow p_{кон} = p_{нас}$

2) $m_{исп}$ - масса воды, которая испарилась

$p_{кон} V = \frac{m_{исп}}{\mu} RT$; $p_{кон} = p_{нас}$

$p_{нас} V = \frac{m_{исп}}{\mu} RT$ (1)

3) ЗСЭ: $Q_{исп} = Q_{кр}$

где $Q_{исп} = m_{исп} \cdot \lambda_k$

$Q_{кр} = \Delta m \cdot \lambda_k$

т.о. $m_{исп} \nu_n = \Delta m \cdot \lambda_k \Rightarrow m_{исп} = \frac{\lambda_k}{\nu_n} \cdot \Delta m$ (2)

4) Подставим (2) в (1):

$p_{нас} V = \frac{\lambda_k}{\nu_n} \frac{\Delta m}{\mu} RT \Rightarrow V = \frac{\lambda_k}{\nu_n} \cdot \frac{\Delta m}{\mu} \frac{RT}{p_{нас}}$

$V = \frac{3,3 \cdot 10^5}{2,3 \cdot 10^6} \cdot \frac{1}{18 \cdot 10^{-3}} \cdot \frac{8,3 \cdot 273}{611} = \frac{3,3 \cdot 8,3 \cdot 273}{2,3 \cdot 18 \cdot 611} \cdot 10^2 = \frac{33 \cdot 8,3 \cdot 91}{23 \cdot 6 \cdot 611} \cdot 10^2 = \frac{11 \cdot 8,3 \cdot 91}{23 \cdot 2 \cdot 611} \cdot 10^2 \approx \frac{8,3 \cdot 91}{4 \cdot 611} \cdot 10^2 \approx \frac{2,1 \cdot 10^2}{6,15} \approx \frac{1}{3} \cdot 10^2 \approx 33 \text{ м}^3$

Ответ: $V \approx 33 \text{ м}^3$

грубая округление

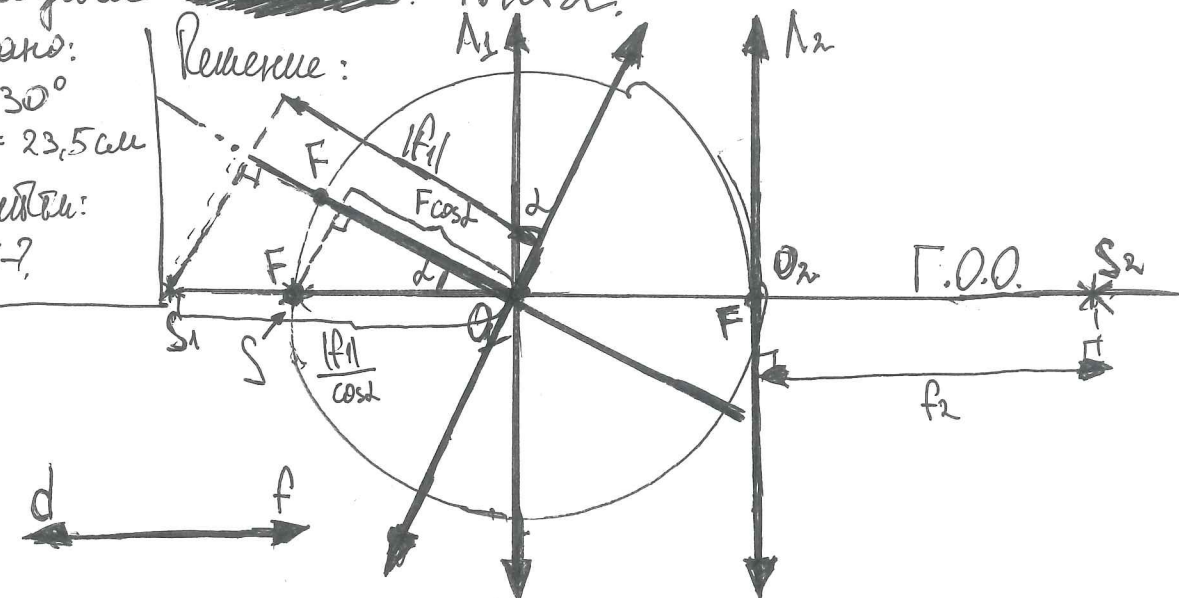
Задача 4.10.2.

Дано:

- $\alpha = 30^\circ$
- $x = 23,5 \text{ см}$

Найти:
 $F = ?$

Решение:



Черновик

р.

$\varphi_{кон} = 0$ $\varphi_{кон} = 1$

~~Мисп?~~

$p_{нас} \cdot V = \frac{m_{исп}}{\mu} RT$

~~$Q_{исп} = Q_{кр}$~~

$Q_{исп} = m_{исп} \cdot \lambda_k$

$Q_{кр} = \Delta m \cdot \lambda_k$

$m_{исп} \cdot \nu_n = \Delta m \cdot \lambda_k$

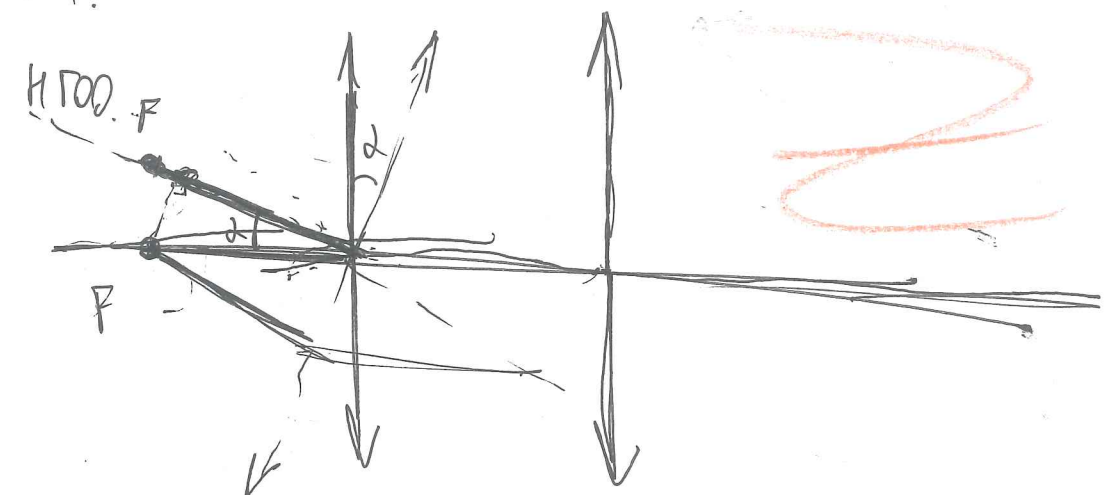
$m_{исп} = \Delta m \frac{\lambda_k}{\nu_n}$

611/91

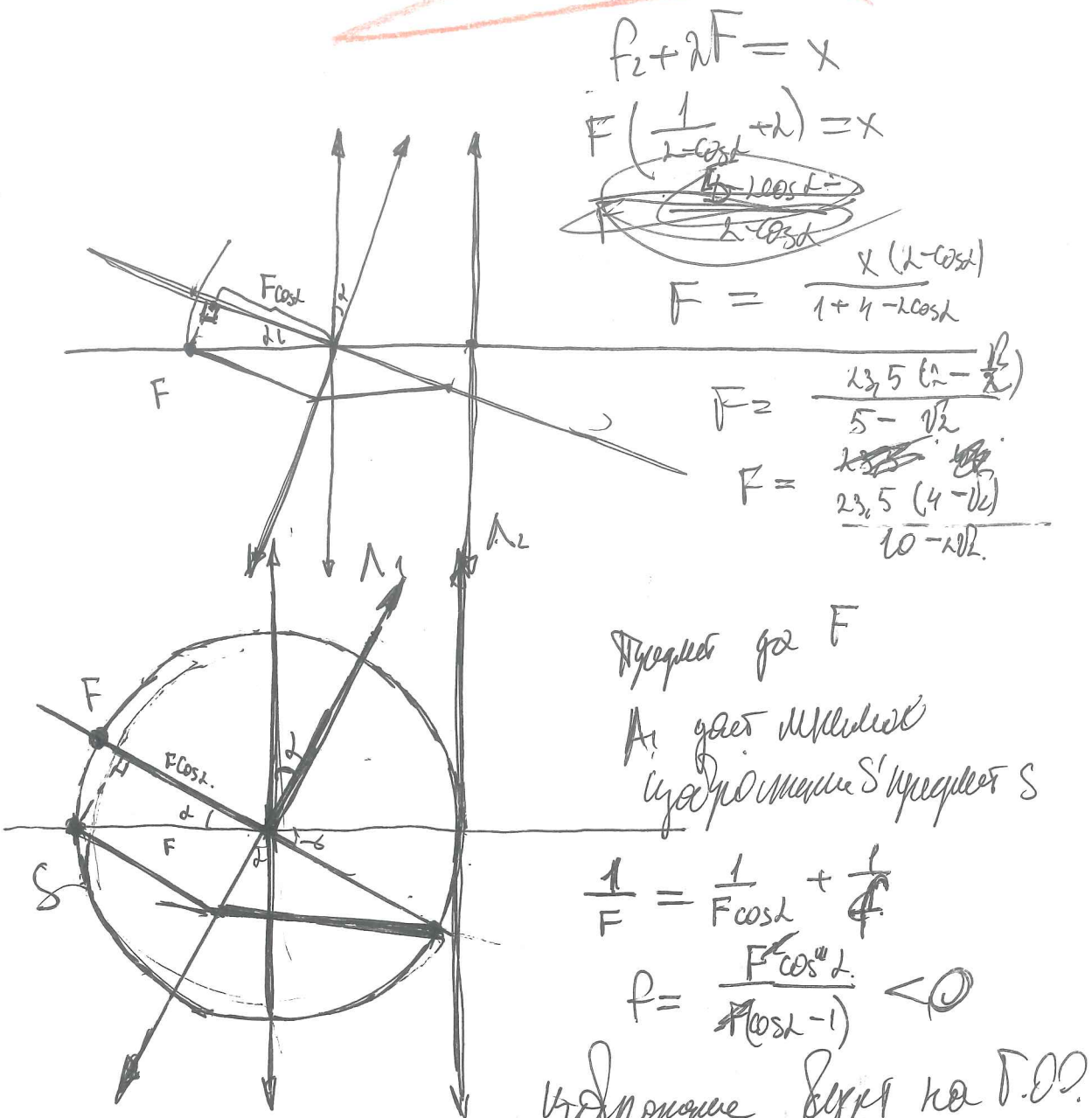
$$\begin{array}{r} 611 \\ \times 6,5 \\ \hline 3055 \\ 3666 \\ \hline 3971,5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 91 \\ \times 6,5 \\ \hline 455 \\ 546 \\ \hline 591,5 \end{array}$$

р.



Черковен



$$F_2 + 2F = x$$

$$F \left(\frac{1}{2-\cos\alpha} + 2 \right) = x$$

$$F = \frac{x(2-\cos\alpha)}{1+4-2\cos\alpha}$$

$$F = \frac{23,5(2-\frac{1}{2})}{5-\sqrt{2}}$$

$$F = \frac{23,5(4-\sqrt{2})}{10-\sqrt{2}}$$

Проекция на F

А1 дает минимальное изображение S1 проекция S

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{F\cos\alpha} + \frac{1}{F}$$

$$F = \frac{F\cos\alpha}{2-\cos\alpha} < 0$$

Изображение S1 на Г.О.О. на расстоянии F+F от A2

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{2-\cos\alpha} \cdot \frac{1}{F}$$

$$f_2 = \frac{F}{2-\cos\alpha}$$

Изображение S1 в точке S1 проекция S1

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F+F} + \frac{1}{f_2}$$

$$\frac{1}{F} = -\frac{1}{F + \frac{F\cos\alpha}{1-\cos\alpha}} + \frac{1}{f_2}$$

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{F} + \frac{1-\cos\alpha}{F}$$

51-74-23-40 (2.15)

S1-изображение точечного ист. S в A1

Чистый звук

$$d_1 = F\cos\alpha$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} \Rightarrow f_1 = \frac{F d_1}{d_1 - F} = \frac{F^2 \cos\alpha}{F(\cos\alpha - 1)} = \frac{F \cos\alpha}{\cos\alpha - 1} < 0$$

Г.О. изображение S1 будет минимальным и расположится на Г.О.О. на расстоянии $\frac{|f_1|}{\cos\alpha} = \frac{F}{1-\cos\alpha}$ от точки A1

S1-изображение действ. предмета проекция S1 в A2

S2-изображение действ. предмета S1 в A2

$$d_2 = \frac{|f_1|}{\cos\alpha} + F = \frac{F}{1-\cos\alpha} + F = \frac{F(2-\cos\alpha)}{1-\cos\alpha}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} \Rightarrow f_2 = \frac{F d_2}{d_2 - F} = \frac{F^2 \frac{2-\cos\alpha}{1-\cos\alpha}}{\frac{F(2-\cos\alpha)}{1-\cos\alpha} - F} = \frac{F(2-\cos\alpha)}{2-\cos\alpha-1+\cos\alpha}$$

$$\text{Г.О. } f_2 = F(2-\cos\alpha)$$

Г.О. изображение S2 будет копией на Г.О.О. на расстоянии f2 от точки O2 справа от A2

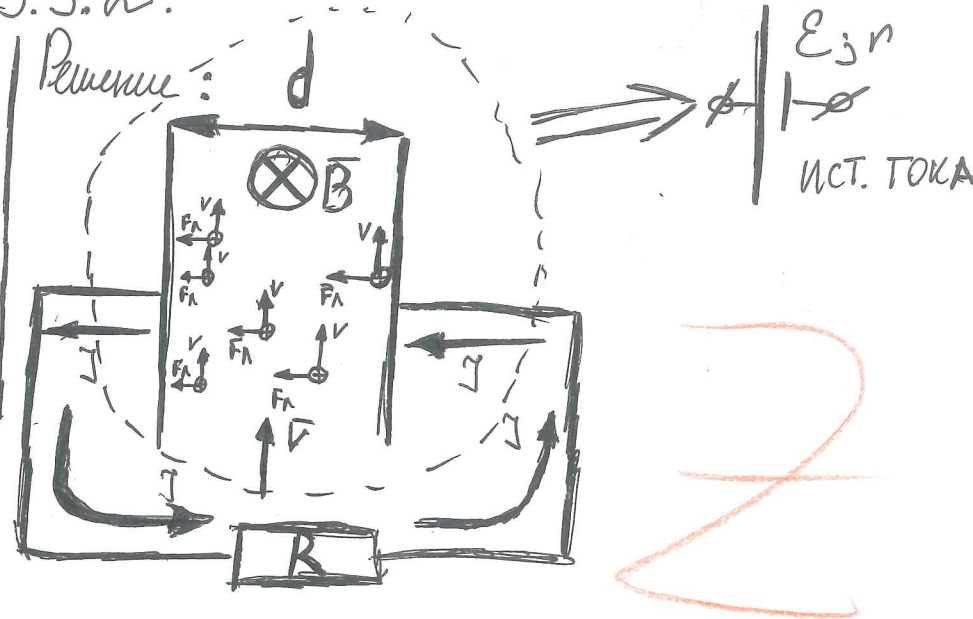
$$\text{следовательно } x = f_2 + 2F = F(2-\cos\alpha) + 2F = F(4-\cos\alpha) \oplus$$

$$\text{Г.О. } F = \frac{x}{4-\cos\alpha} = \frac{23,5}{4-\frac{1}{2}} = \frac{47}{8-\sqrt{2}} \approx \frac{47}{6,3} \approx \frac{16}{2,1} \approx 8 \text{ см}$$

Ответ: F ≈ 8 см ⊕

Задача 3.3.2.

Дано:
R = 9 Ом
d = 40 см
V = 10 В
Pm = 10³ Вт
Найти:
B = ?



Чистовик

- 1) Мощность на резисторе R: $P_m = I^2 R \Rightarrow I = \sqrt{\frac{P_m}{R}}$
- 2) Рассмотрим систему из двух проводящих пластин и потока магнитности как ист. тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r (магниты тороиды дают препятствие перемещению зарядов с одной пластины на другую)

3) И.к. скажем, что выделяется ~~максимальная~~ максимальная мощность на резисторе R при каком условии? $r = R$ (+)

4) II закон Кирхгофа:

$$\mathcal{E} = I r + I R; \quad r = R$$

$$\mathcal{E} = 2 I R; \quad I = \sqrt{\frac{P_m}{R}}$$

$$\mathcal{E} = 2 \sqrt{P_m R}$$

5) По определению: $\mathcal{E} = \frac{A_{внеш}}{q}$
 где $A_{внеш} = F_n \cdot d$; где $F_n = \frac{q}{2} B v$ ($B \perp v$; $\sin 90^\circ = 1$)
 т.о. $A_{внеш} = q B v d$, следовательно $\mathcal{E} = B v d$

6) $\mathcal{E} = \mathcal{E}$
 $2 \sqrt{P_m R} = B v d$ (+)

$$2 \cdot \sqrt{10^{-3} \cdot 400 \cdot 10^{-3}} = B \cdot 0,1 \cdot 0,4$$

$$2 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = B \cdot 0,1 \cdot 0,4 \quad | \cdot 100$$

$$2 \cdot 20 \cdot 100 \cdot 10^{-3} = B \cdot 4$$

$$2 \cdot 2 \cdot \dots = B \cdot 4$$

$$B = 1 \text{ Тл}$$

Ответ: $B = 1 \text{ Тл}$ (+) (20)

Черновик

$$\frac{1}{F_L} = \frac{1}{F} - \frac{1}{\frac{F \cos \alpha}{1 - \cos \alpha} + F}$$

$$\frac{1}{F_L} = \frac{1}{F} - \frac{1 - \cos \alpha}{F \cos \alpha + F - F \cos \alpha}$$

$$\frac{1}{F_L} = \frac{1}{F} - \frac{1 - \cos \alpha}{F} = \frac{1 + \cos \alpha}{F}$$

$$\frac{1}{F_L} = \frac{\cos \alpha}{F} \Rightarrow F_L = \frac{F}{\cos \alpha}$$

$$2F + F_L = X$$

$$X = 2F + \frac{F}{\cos \alpha}$$

$$X = F \frac{2 \cos \alpha + 1}{\cos \alpha}$$

$$F = \frac{X \cos \alpha}{2 \cos \alpha + 1} = \frac{23,5 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}}{2 + 1} = \dots$$

$$F = \frac{23,5 \cdot 0,7}{2,7} = 7$$

$\sqrt{3}$

$$P_m = I^2 R \Rightarrow I^2 = \frac{P_m}{R} \Rightarrow I = \sqrt{\frac{P_m}{R}}$$
~~$$I = \sqrt{\frac{100}{0,4}} = 25 \text{ А}$$~~

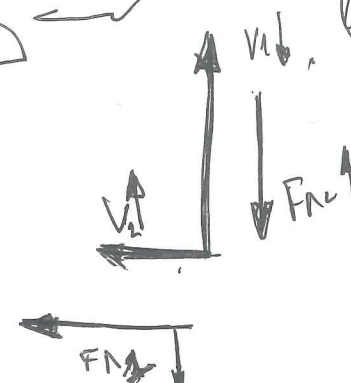


$$U = \frac{A_{внеш}}{q}$$

$$U = I R$$

$$U = \sqrt{\frac{P_m}{R}} \cdot R$$

$$U = \sqrt{P_m R}$$



Черно бел

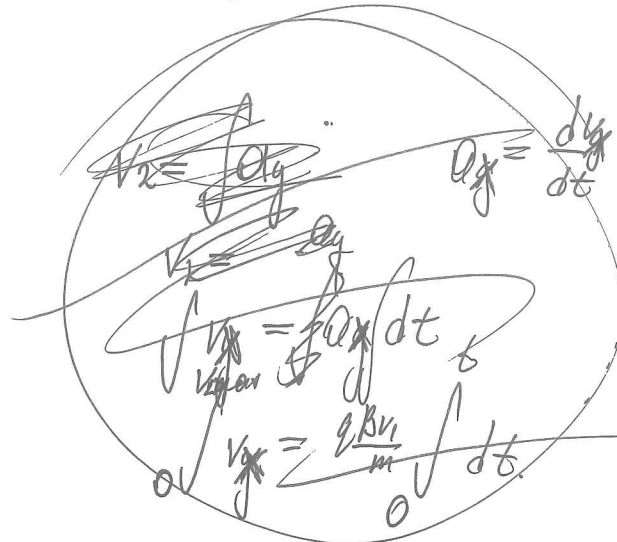
$Q_y: ma_y = F_{L2}$
 $ma_y = qBv_2$

$F_{L2} = qBv_2$

$Q_x: max = F_{L1}$
 $max = qBv_1$

$F_{L1} = qBv_1$

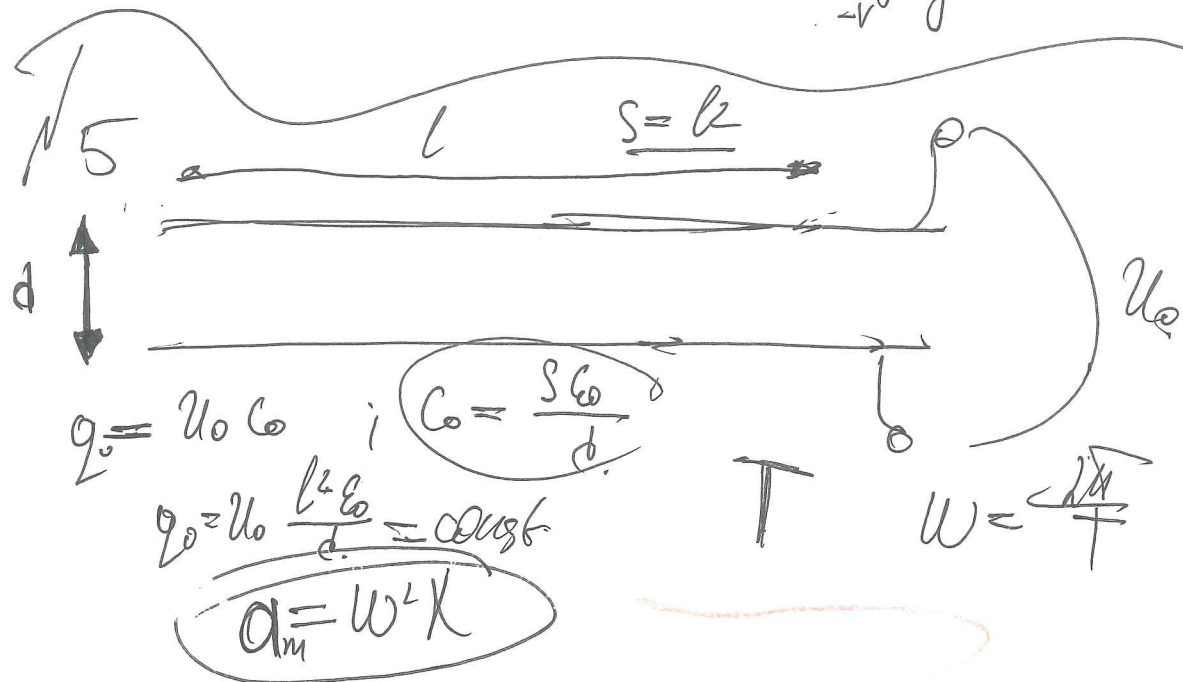
$\frac{dv_x}{dt} = qBv_2$
 $\frac{dv_y}{dt} = qBv_1$
 $\frac{dv_x}{dv_y} = \frac{v_2}{v_1}$



$\frac{dv_y}{dt} = qBv_2$
 $\frac{dv_x}{dt} = qBv_1$

$\frac{dv_y}{dv_x} = \frac{v_2}{v_1}$

$v_{max} = v_{min}$
 $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$



$a_m = \omega^2 R$

51-74-23-40
(2.15)

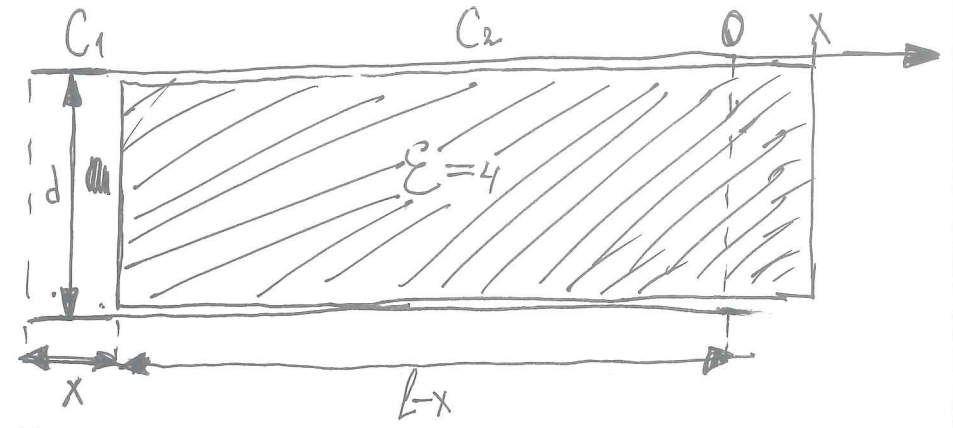
Чистовик

Задача 5.2.2.

Дано:

Решение:

- $l = 20 \text{ см}$
- $d = 1 \text{ мм}$
- $x = 0,1 \text{ мм}$
- $U_0 = 100 \text{ В}$
- $T = 4,35 \text{ с}$
- $\epsilon = 4$
- $\epsilon_0 = 9 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}}$
- Найти: m ?



- 1) В положении максимального отклонения:
 Конденсатор можно рассматривать как два конденсатора сог. параллельно.
 $W_1 = \frac{C_1 U^2}{2}$ $W_2 = \frac{C_2 U^2}{2}$; $C_1 = \frac{\epsilon_0 l x}{d}$; $C_2 = \frac{\epsilon \epsilon_0 l (l-x)}{d}$
 $W_{II} = W_1 + W_2 = \frac{U^2}{2} (C_1 + C_2) = \frac{U^2 \epsilon_0 l}{2d} (x + \epsilon(l-x))$

- 2) В положении когда $x = 0$;
 Есть кин. энергия: $W_{kin} = \frac{mv^2}{2}$
 И энергия э. поля: $W_2 = \frac{C_0 U^2}{2}$; где $C_0 = \frac{\epsilon l^2 \epsilon_0}{d}$
 $W_{II} = \frac{C_0 U^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{\epsilon l^2 \epsilon_0 U^2}{d} + mv^2 \right)$

- 3) И ЭСЭ: $W_I = W_{II}$
 $\frac{U^2}{2} \frac{\epsilon_0 l}{d} (x + \epsilon(l-x)) = \frac{1}{2} \left(\frac{\epsilon l^2 \epsilon_0 U^2}{d} + mv^2 \right)$
 $\frac{U^2 \epsilon_0 l x}{d} + \frac{U^2 \epsilon_0 l^2 \epsilon}{d} - \frac{U^2 \epsilon_0 l x \epsilon}{d} = \frac{\epsilon l^2 \epsilon_0 U^2}{d} + mv^2$
 $mv^2 = \frac{U^2 \epsilon_0 l}{d} (x + \epsilon l - x \epsilon - \epsilon l)$
 $mv^2 = \frac{U^2 \epsilon_0 l}{d} x (\epsilon - 1)$; $m = \frac{U^2}{v^2} \frac{\epsilon_0 l}{d} x (\epsilon - 1)$

- 4) т.к. на конденсаторе заряд постоянен, то:
 $q = C_0 U_0 = C U \Rightarrow U = \frac{C_0}{C} U_0$; $C_0 = \frac{l^2 \epsilon_0}{d}$; $C = \frac{\epsilon l^2 \epsilon_0}{d}$
 т.о. $U = \frac{U_0}{\epsilon} = 25 \text{ В}$

- 5) известно, что $v = \omega x$; где $\omega = \frac{2\pi}{T}$; т.о. $v = \frac{2\pi x}{T}$
 6) подставим $m = \frac{U_0^2 T^2}{\epsilon^2 4\pi^2 x} \cdot \frac{\epsilon_0 l}{d} x (\epsilon - 1) = \frac{U_0^2 T^2}{\epsilon^2 4\pi^2 x} \frac{\epsilon_0 l}{d} x (\epsilon - 1)$