0 371610 540003

37-16-10-54
(3.14)

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**
**имени М.В.ЛОМОНОСОВА**

Вариант 3

дешифр

Место проведения Москва
город

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Эльдяева Алексея Сергеевича.
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«13» февраля 2026 года

Подпись участника

Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Выполнять задания на титульном листе запрещается!

черновик

$$\begin{cases} b = v_1\tau_1 + g\cdot\sin\alpha\,\dfrac{\tau_1^2}{2} \\ b = v_2\tau_2 + g\cdot\sin\alpha\,\dfrac{\tau_2^2}{2} \\ x = v_1\tau + g\cdot\sin\alpha\,\dfrac{\tau^2}{2} \\ x = \dfrac{v_2^2 - v_1^2}{2g\cdot\sin\alpha} \end{cases}$$

$7,5^2$: 375, 525, 56,25

0,26

51 · 51 = 2601

$0{,}13\cdot 10 = 1{,}3\cdot\frac{1}{2} = 0{,}65$

$$v_1\tau_1 + g\cdot\sin\alpha\,\frac{\tau_1^2}{2} = v_2\tau_2 + g\cdot\sin\alpha\,\frac{\tau_2^2}{2}$$

$$v_2\tau_2 - v_1\tau_1 = g\cdot\sin\alpha\,\frac{\tau_1^2-\tau_2^2}{2}$$

$$v_2 - 2v_1 = 7{,}5$$

$$v_2 = 7{,}5 + 2v_1 \qquad \frac{2\pi}{\omega}$$

$$(7{,}5+2v_1)^2 - v_1^2 = 2g\cdot\sin\alpha\left(v_1\tau + g\cdot\sin\alpha\,\frac{\tau^2}{2}\right)$$

$$(7{,}5+2v_1)^2 - v_1^2 = 10(0{,}51v_1 + 0{,}65)$$

$$56{,}25 + 30v_1 + 4v_1^2 - v_1^2 = 5{,}1v_1 + 6{,}5$$

$$50 + 25v_1 + 3v_1^2 = 0$$

17 -

$$3v_1^2 + 25v_1 + 50 = 0$$

8,5

$$D = 625 - 600 = 25$$

$$v_1 = \frac{-25+5}{6} = \frac{20}{6}$$

$$v_1 = \frac{-25-5}{6} = 5$$

$$10 + 10 = 20\text{ см}$$

~~$2-\cos\alpha + 2F = x$~~

~~$2(1+F) - x = \cos\alpha$~~

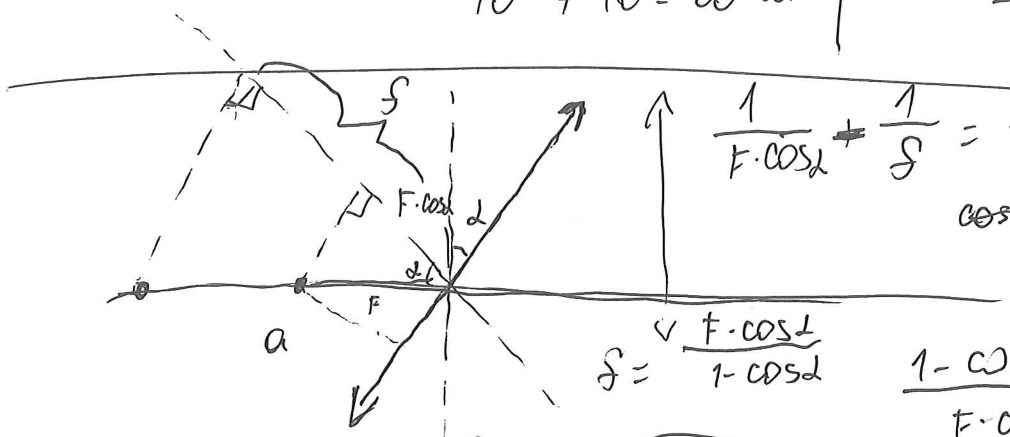
$$\frac{1-\cos\alpha}{F(2-\cos\alpha)} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1-\cancel{\cos\alpha}-2+\cancel{\cos\alpha}}{2-\cos\alpha}$$

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

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

$$2-\cos\alpha = b$$




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

cosα

$$\frac{1}{a+F}$$

$$\frac{1-\cos\alpha}{F(2-\cos\alpha)}$$

$$S = \frac{F\cdot\cos\alpha}{1-\cos\alpha} \qquad \frac{1-\cos\alpha}{F\cdot\cos\alpha} = \frac{1}{S}$$

$$\frac{S}{\cos\alpha} = a \qquad \frac{F}{1-\cos\alpha}$$

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

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

ошибки





Чистовик

37-16-10-54 (3:4)

№ 2

Чистовик

Дано:

$V = 30\,м^3$

$T = 273\,К$

$\Delta m = 1\,кг$

$\lambda_к = 3{,}3\cdot 10^5\,\frac{Дж}{кг}$

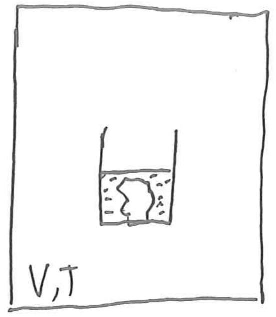
$r_п = 2{,}3\cdot 10^6\,\frac{Дж}{кг}$

$\mu = 18\cdot 10^{-3}\,\frac{кг}{моль}$

$R = 8{,}3\,\frac{Дж}{моль\cdot К}$

$P_{нас}$ - ?

Решение:




1) Чтобы система пришла в равновесие, часть воды должна испариться в пар, с давлением $P_{нас}$. Чтобы это сделать, вода должна потратить некоторую энергию (кол-во теплоты) $Q_{исп}$. По ЗСЭ, вода должна отдать столько же энергии $Q_к = Q_{исп}$. Запишем их значения:

$$\begin{cases} Q_{исп} = m_п r_п \\ Q_к = \lambda_к\cdot\Delta m \end{cases}$$, из этой системы можно найти массу ~~пара~~ насыщенного пара воды:

$$m_п = \frac{\Delta m\,\lambda_к}{r_п}$$

2) Воспользуемся уравнением Менделеева-Клапейрона для нахождения давления насыщенных паров воды:

$$P_{нас}V = \frac{m_п}{\mu}RT \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_{нас} = \frac{m_п RT}{\mu V} = \frac{\Delta m\,\lambda_к RT}{\mu V r_п} \quad +$$

$$P_{нас} = \frac{1\,кг\cdot 3{,}3\cdot 10^5\,\frac{Дж}{кг}\cdot 8{,}3\,\frac{Дж}{моль\cdot К}\cdot 273\cdot К}{18\cdot 10^{-3}\,\frac{кг}{моль}\cdot 30\,м^3\cdot 2{,}3\cdot 10^6\,\frac{Дж}{кг}}$$

$$P_{нас} \approx 603\,Па$$

Ответ: $P_{нас} \approx 603\,Па$ +

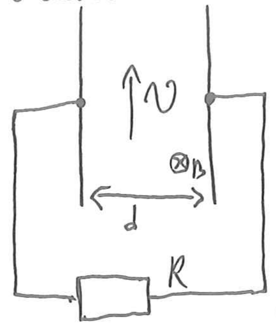
| | | |
|---|---|---|
| Σ | 83 | Взаимоперекрестные проверки |
| 5 | 3 | [illegible] |
| 4 | 20,5 +5 | [illegible] |
| 3 | 20 +5 | Зайков |
| 2 | 20 | [illegible] И.Г. |
| 1 | 10 | Соколов |

**Дано:**
$R = 0{,}4$ Ом
$d = 40$ см
$B = 1$ Тл
$P_{max} = 1$ мВт

$v$ – ?

№3

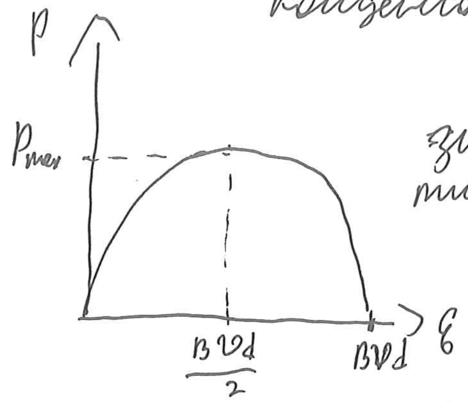
**Решение:**




1) Найдем $\mathcal{E}$, получившееся на конденсаторе:

$\mathcal{E} = BVd$ ?

2) Построим график зависимости мощности на резисторе от $\mathcal{E}$ конденсатора:




значит, $P_{max}$ достигается при $\frac{BVd}{2}$.

2

3) По формуле мощности $P = \frac{U^2}{R}$, найдем скорость потока:

$$\frac{B^2V^2d^2}{4R} = P_{max}; \quad V = \frac{2\sqrt{P_{max}R}}{Bd}$$

$$V = \frac{2\cdot\sqrt{1\cdot10^{-3}\cdot 0{,}1\cdot 4}}{1\cdot 0{,}4}\ \frac{м}{с} = 0{,}1\ \frac{м}{с}$$

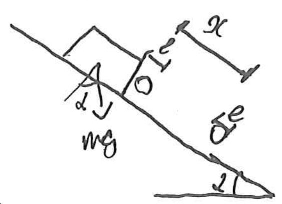
**Ответ:** Скорость потока равна $0{,}1\ \frac{м}{с}$.

№ 1 (начало)

**Дано:**
$\alpha = 30^\circ$
$\tau = 0{,}51$ с
$\tau_1 = 2$ с
$\tau_2 = 1$ с
$g = 10\ \frac{м}{с^2}$

$\ell$ – ?

**Решение:**



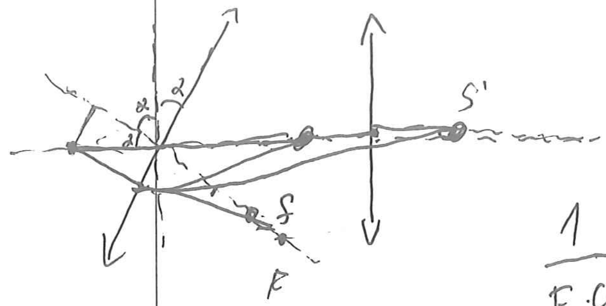

1) ~~По~~ Найдем ускорение бруска
$mg\cdot\sin\alpha = ma$
$a = g\cdot\sin\alpha$.

2) Обозначим размеры фотоэлементов $\ell$, а расстояние между ними $x$. Поскольку $\ell$ очень мало, им можно пренебречь.

3) Обозначим скорость подъезда к первому элементу $V_1$, а ко второму $V_2$. И составим систему уравнений, без учета $\ell$:





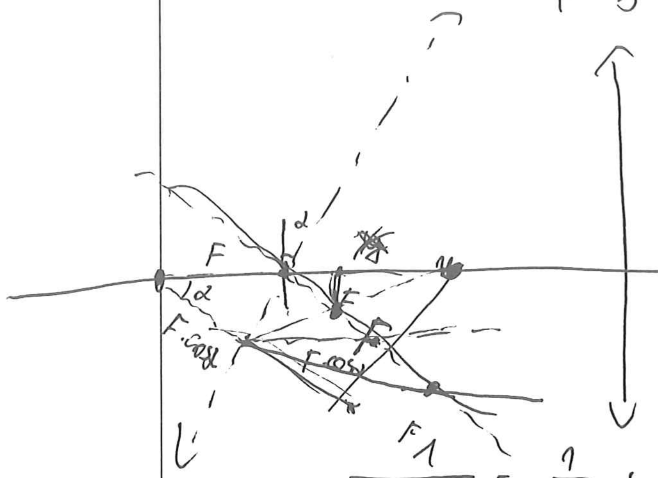



$$\frac{1}{F\cdot\cos\alpha} + \frac{1}{S} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{F-S} + \frac{1}{8} = \frac{1}{}$$

2

$Z + 2F = x$




$\arccos\frac{15}{17}$

$$\frac{1}{F-y} = \frac{1}{F} + \frac{1}{Z} \qquad \frac{1-\cos\alpha}{F} = \frac{1}{F} + \frac{1}{Z}$$

$$\frac{1}{F\cdot\cos\alpha} + \frac{1}{y} = \frac{1}{F} \qquad 1-\cos\alpha = 1 + \frac{F}{Z}$$

$$\frac{1}{y} = \frac{\cos\alpha - 1}{F\cdot\cos\alpha} \qquad Z = -\frac{F}{\cos\alpha}$$

$289 - 225 = 64$

$$\frac{F\cdot\cos\alpha}{\cos\alpha - 1} = y \qquad \frac{225}{289} \qquad \frac{\sqrt{3}}{2} = \cos\alpha$$

$$F - y = F\left(1 - \frac{\cos\alpha}{\cos\alpha - 1}\right) \qquad \frac{\cos\alpha - 1 - \cos\alpha}{\cos\alpha - 1}$$

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

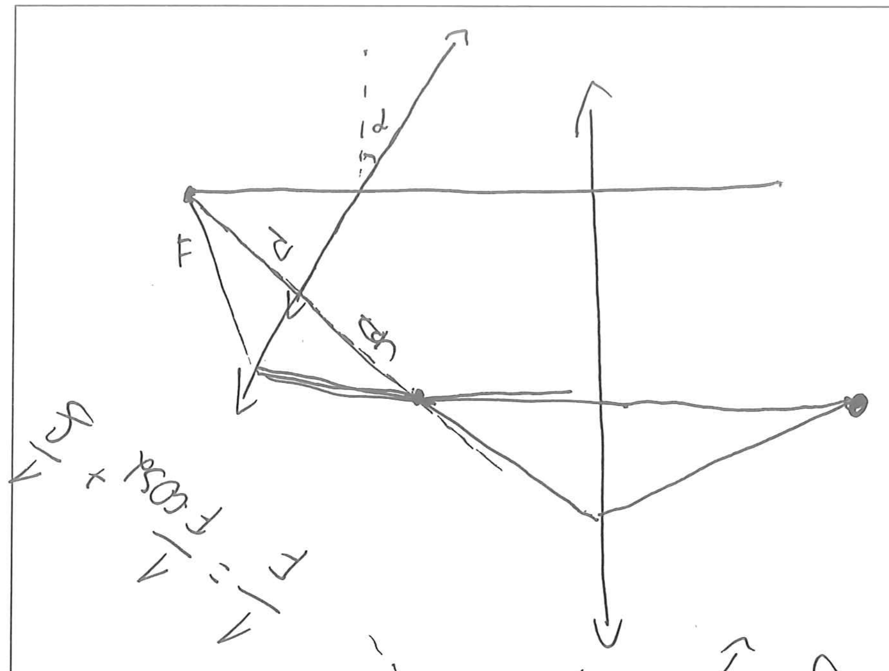
$$\frac{7{,}5}{8{,}5} = \frac{15}{17}$$

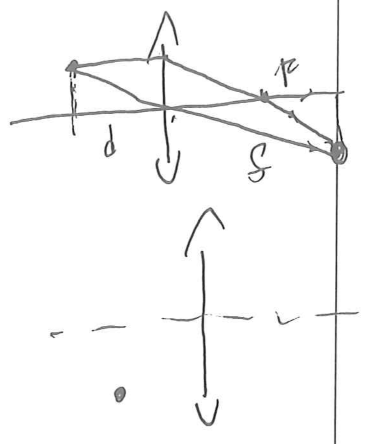
$$\frac{F}{1-\cos\alpha} = F - y \qquad \frac{x}{F} = 2 + \frac{1}{\cos\alpha}$$

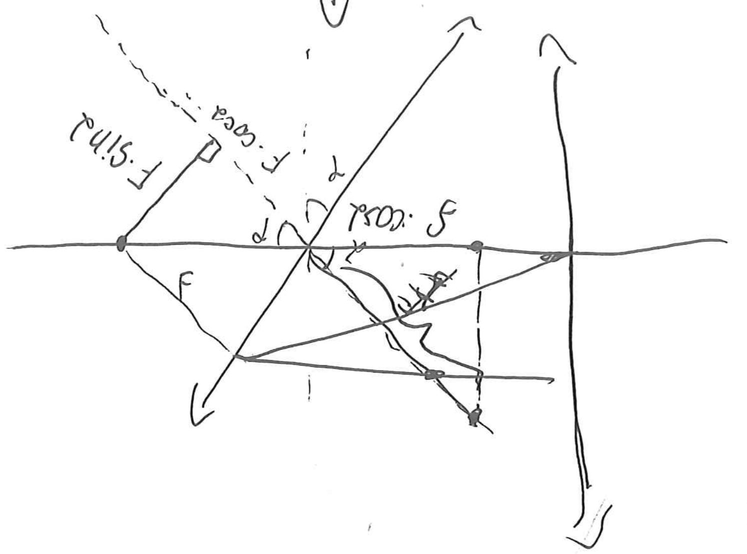
$$23{,}5 - 15 = \qquad \frac{1}{F-y} = \frac{1-\cos\alpha}{F} \qquad \frac{x-2F}{F} = \frac{1}{\cos\alpha}$$

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

 Черновик

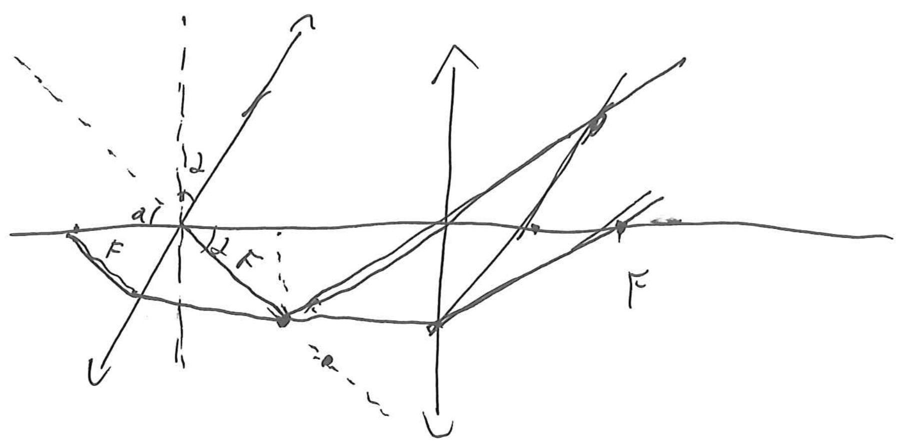






мм - 0,01

миллиметр - 0,001 метра





ЛИСТ-ВКЛАДЫШ Чистовик

37-16-10-54 (3.14)

№ 1 (продолжение)

$$\begin{cases} \ell = v_1\tau_1 + \dfrac{g\sin\alpha\,\tau_1^2}{2} \\ \ell = v_2\tau_2 + \dfrac{g\cdot\sin\alpha\,\tau_2^2}{2} \\ x = v_1\tau + \dfrac{g\tau^2\cdot\sin\alpha}{2} \\ x = \dfrac{v_2^2 - v_1^2}{2g\sin\alpha} \end{cases}$$

(При составлении уравнений считаем, что из-за малого $\ell$, скорость при прохождении фотоэлемента не изменяется:

5) Решая систему уравнений получаем, что:

$$\ell \approx 0,1 \text{ м}$$

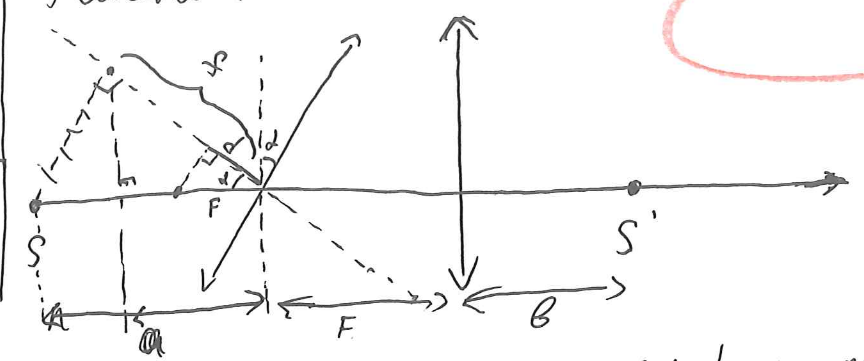
**Ответ:** $\ell \approx 0,1$ м.

№ 4 (начало).

Дано:
$F = 7,5$ см
$x = 23,5$ см

$\alpha$ - ?

Решение:



1) При повороте линзы на угол $\alpha$, то также повернется её главная оптическая ось. Проведем к ней перпендикуляр из нашего источника света, и обозначим его за $d$, он будет равен исходя из рисунка $F\cdot\cos\alpha$. Тогда запишем формулу тонкой линзы: (~~новый источник~~ изображение источника будет мнимым)

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

$$\frac{1-\cos\alpha}{F\cos\alpha} = \frac{1}{f}; \quad f = \frac{F\cdot\cos\alpha}{1-\cos\alpha}.$$

2) Спроецируем это изображение на главную оптическую ось второй линзы; и запишем ф-лу тонкой линзы для второй линзы:

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

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}; \quad -\frac{1-\cos\alpha}{F\cos^2\alpha} + \frac{1}{F} = \frac{1}{b}$$

$$\frac{-1+\cos\alpha+\cos^2\alpha}{F\cos^2\alpha} = \frac{1}{b}; \quad b = \frac{F\cdot\cos^2\alpha}{\cos^2\alpha+\cos\alpha-1}$$

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

 Чистовик.

№4 (продолжение)

3) Запишем равенство для $x$:

$$x = b + 2F$$

4) Найдем $\alpha$:

$$x - 2F = \frac{F \cdot \cos^2\alpha}{\cos^2\alpha + \cos\alpha - 1}$$

$$(\cos^2\alpha + \cos\alpha - 1)(x - 2F) = F\cos^2\alpha$$

$$x\cos^2\alpha + x\cos\alpha - x - 2F\cos^2\alpha - 2F\cos\alpha + 2F - F\cos^2\alpha = 0$$

$$(x - 3F)\cos^2\alpha + (x - 2F)\cos\alpha + (2F - x) = 0$$

$$\cos^2\alpha + 8{,}5\cos\alpha - 8{,}5 = 0$$

$$2\cos^2\alpha + 17\cos\alpha - 17 = 0$$

$$D = 289 + \sqrt{425} = 289 + 5\sqrt{17}$$

$$\cos\alpha = \frac{-17 + \sqrt{289 + 5\sqrt{17}}}{4} \Rightarrow$$

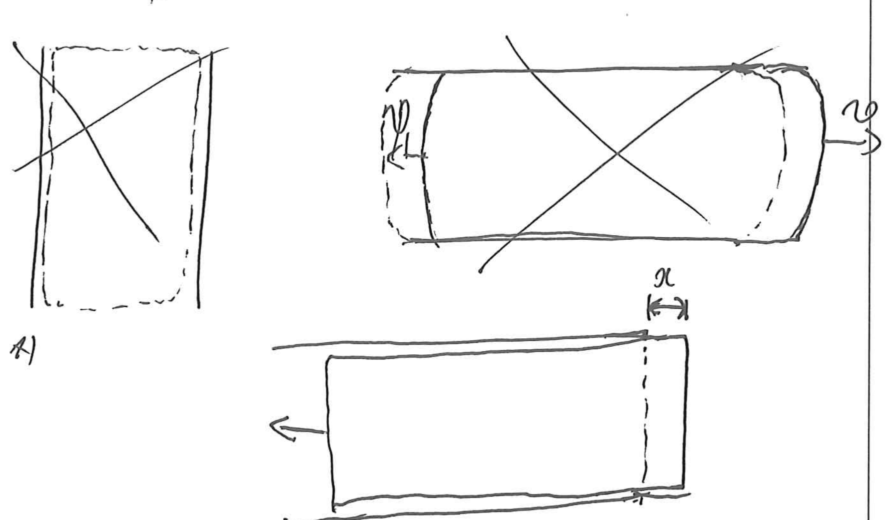
$$\Rightarrow \alpha \approx 30^\circ$$

Ответ: $\alpha \approx 30^\circ$

№5

Дано:
$U_0 = 100$ В
$d = 1$ мм
$m = 10$ г
$x = 0{,}1$ мм
$T = 4{,}35$ с
$\varepsilon = 4$
$\varepsilon_0 = 9 \cdot 10^{-12}$ Ф/м

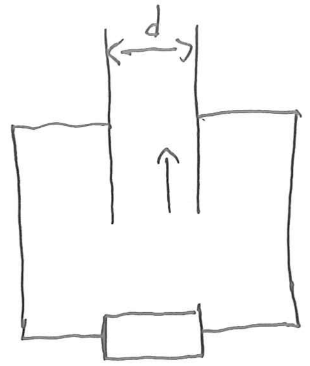
$\ell$ - ?



1) При выдвижении пластины из конденсатора, возникают силы, которые хотят эту пластину вернуть для ~~балан~~ поддержания $U_0$, но когда пластина начинает возвращаться, из-за наличия у нее скорости, возникает $\mathcal{E}$ индукции, когда пластина полностью вернулась, из-за возникшей $\mathcal{E}$ индукции, напряжение стало велико и пластину автоматически вытеснуло обратно. Это будет происходить по кругу, никогда и пагубание.



 Черновик



$$P = YU = \frac{U^2}{R} = \frac{\mathcal{E}^2}{R}$$

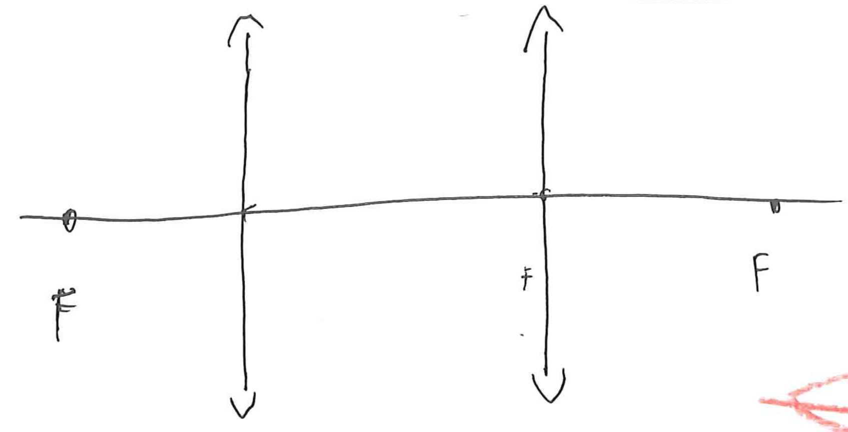
$$\frac{B v^2 D^2}{R} = P$$

$$v = \sqrt{\frac{P_m R}{B d^2}}$$

$$\frac{(BvD)^2}{4} = P_{max}$$

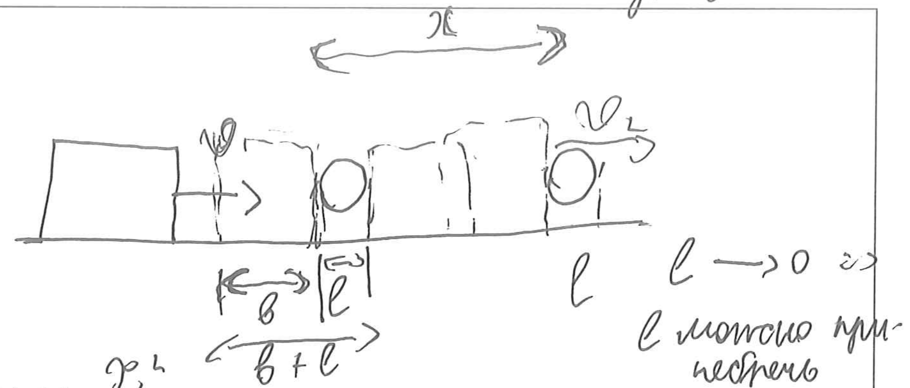
$$\frac{\sqrt{PR}}{Bd} = v$$

$1 \cdot 10^{-6} \cdot 0{,}4 =$
$= 0{,}4 \cdot 10^{-6}$
$4 \cdot 10^{-7}$
$2\sqrt{10^{-7}}$



 Черновик

~~$\mathcal{E} = qBvl$~~




$l \to 0 \Rightarrow$ $l$ можно пренебречь

$$\begin{cases} b = v_1\tau_1 + g\sin\alpha\,\dfrac{\tau_1^2}{2} \\ b = v_2\tau_2 + g\sin\alpha\,\dfrac{\tau_2^2}{2} \\ x = v_1\tau + g\sin\alpha\,\dfrac{\tau^2}{2} \\ x = \dfrac{v_2^2 - v_1^2}{2g\sin\alpha} \end{cases}$$

$b = 0{,}1$ м

$$\begin{cases} b+l = v_1\tau_1 + g\sin\alpha\,\dfrac{\tau_1^2}{2} \\ b+l = v_2\tau_2 + g\sin\alpha\,\dfrac{\tau_2^2}{2} \\ x = v_1\tau + g\sin\alpha\,\dfrac{\tau^2}{2} \\ \dfrac{v_2^2 - v_1^2}{2g\sin\alpha} = x \end{cases}$$

$0{,}51 \cdot$

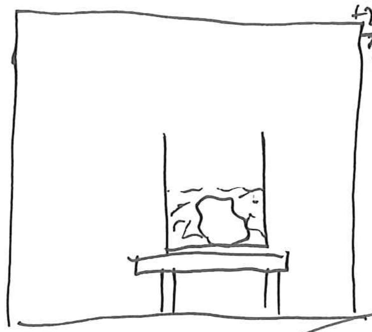
$51 \cdot 51$: 51, 255, 2601 (записано: 3,0,6 / 2,601)

$0{,}25$

$\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4} \cdot 10$

$\frac{5}{8}$

$P_{нас} \approx 6\ldots$ Па



$A_к \Delta m = m_п r_п$

$m_п = \dfrac{A_к \Delta m}{r_п}$

$p V_к = \dfrac{m_п}{\mu} RT$

$$p = \frac{A_к \Delta m}{\mu r_п V_п} RT$$

$$\frac{330 \cdot 273 \cdot 8{,}3}{18 \cdot 2{,}3 \cdot 30}$$

$$\frac{3{,}3 \cdot 10^5 \cdot 1000\,л \cdot 273 \cdot 8{,}3}{18 \cdot 2{,}3 \cdot 10^6 \cdot 10 \cdot 30\,м^3}$$

$2{,}3 \cdot 18$: 184, 23, 41,4

$273 \cdot 83$: 819, 2184, 22659 (2265,9)

$\dfrac{2500}{40}$

$2266 \cdot 111$: 2266, 2266, 2266, 249926

249926

25000

2500



37-16-10-54 (3.14)

 Черновик.

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

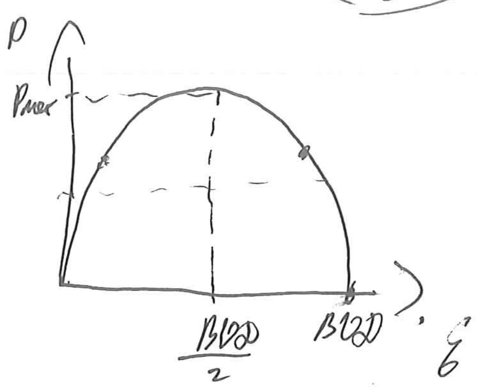
$$\frac{\sqrt{P_m R}}{Bd}$$

$$\frac{2\cdot 10^{-2}}{1\cdot 0{,}04} = 0{,}5\,\frac{м}{с}$$

3
25
$\cdot 17$
175
25
425
17
$\cdot 25$

$$\frac{2\cdot 10^{-2}}{0{,}4} = 0{,}05\,\frac{м}{с} = 5\,\frac{см}{с}$$

$$U = U - \gamma R$$




$$\frac{4B^2V^2d^2}{R^{4}} = P_m 2$$

$$2\sqrt{\frac{4P_m R}{B\,d}} = v$$

$$\frac{B^2d^2v^2}{4R} = P_m$$

$$\frac{\sqrt{4P_m R}}{Bd} = \frac{2\sqrt{P_m R}}{Bd} = 0{,}4\cdot\frac{4\cdot 10^{-2}}{4\cdot 10^{-1}} = 0{,}1\,\frac{м}{с}$$

$\sqrt{2}$

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

4
$17\cdot 17 = 119$, 17, 289

$34 \cdot 4 = 128$

136

1,7

$289 + 136 = \sqrt{425}$

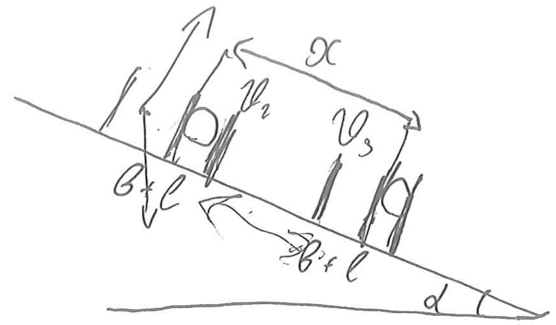
$$-\frac{30}{4} + \frac{17}{4}\sqrt{3}$$

$$\frac{3}{4} + \frac{8{,}5\sqrt{3}}{2} - 8{,}5$$

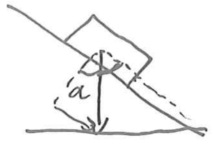
$$\frac{3}{4} + \qquad \frac{3}{4} - \frac{34}{4}$$








$x - b - l$



$$b + l = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g\sin\alpha}$$

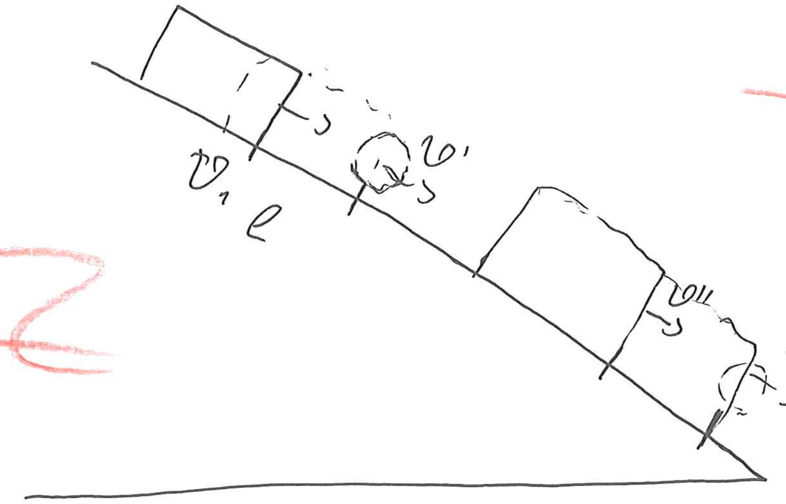
$$\begin{cases} 2g\cdot\sin\alpha\,(b+l) = v_2^2 - v_1^2 \\ 2g\cdot\sin\alpha\,(x-b) = v_3^2 - v_2^2 \\ 2g\cdot\sin\alpha\,(b+l) = v_4^2 - v_3^2 \\ l = v_1\tau_1 + g\sin\alpha\,\tau_1^2 \\ l = v_3\tau_2 + g\sin\alpha\,\tau_2^2 \\ x = v_1\tau + (30)\sin\alpha\,\tau^2 \end{cases}$$

$$2g(\sin\alpha)(b+l) = v_2^2 - v_1^2$$

$\cancel{x-b-b}$ $\quad x - b - l = \frac{v_3^2 - v_2^2}{2g\sin\alpha}$

$$2g\cdot\sin\alpha\,(x - b - l) = v_3^2 - v_2^2$$

$$S = v_0 t + \frac{2g\sin\alpha\, t^2}{2} \qquad b + l = \frac{v_4^2 - v_3^2}{2g\sin\alpha}$$




$$l = v_1\tau_1 + g\sin\alpha\,\tau_1^2$$

$$x = v_1\tau + \frac{g\sin\alpha\,\tau^2}{2}$$

$$v_1\tau_1 + \frac{g\sin\alpha\,\tau_1^2}{2} = b$$

$$x = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g\sin\alpha}$$

$$v_2\tau_2 + \frac{g\sin\alpha\,\tau_2^2}{2} = b$$