



вход: 16²⁶ - 16³⁰
Стрм

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 3

Место проведения Москва
город

дешифр

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

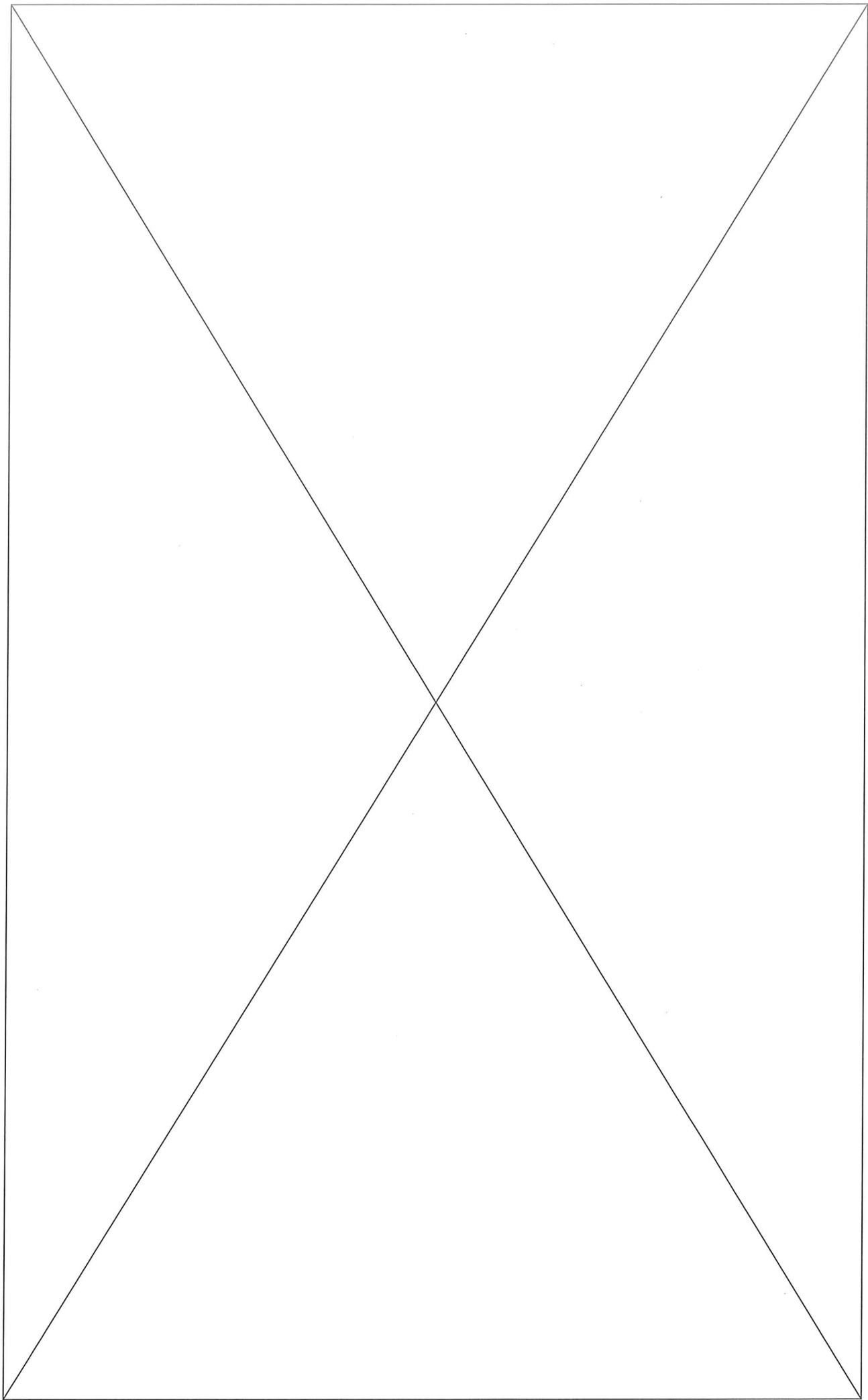
Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по Физике
профиль олимпиады

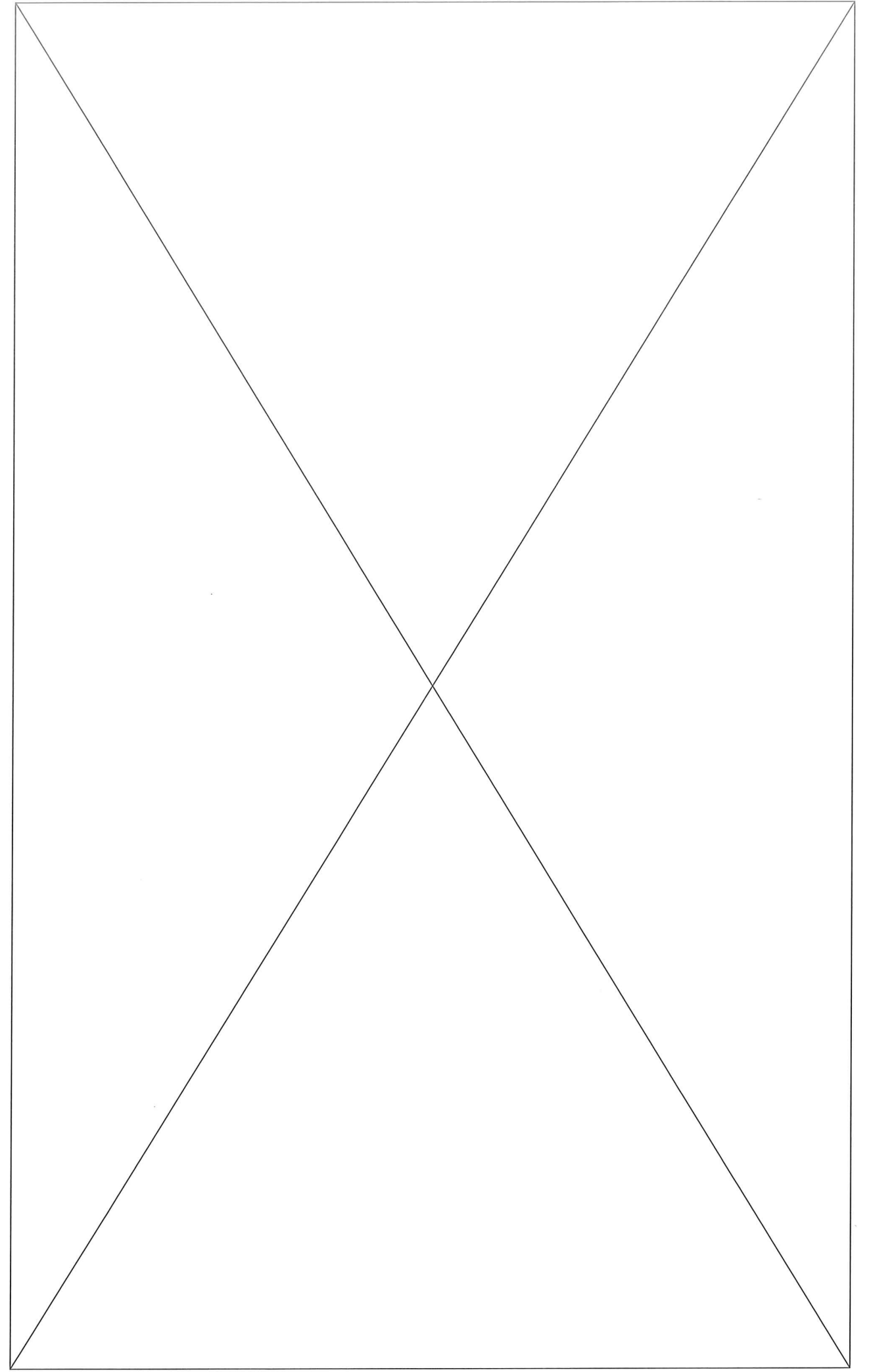
Горюнова Владимира Алексеевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«13» ФЕВРАЛЯ 2026 года

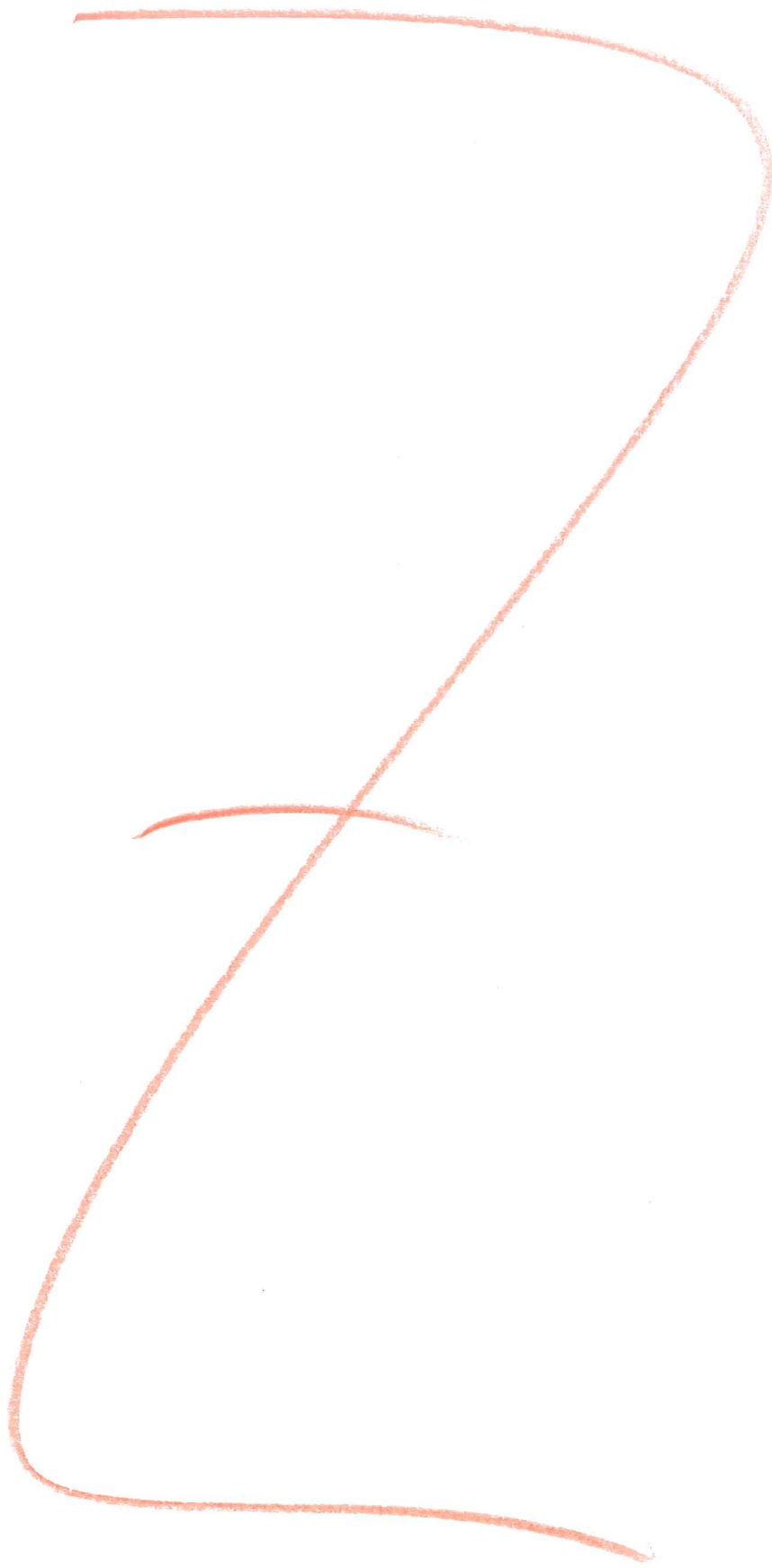
Подпись участника



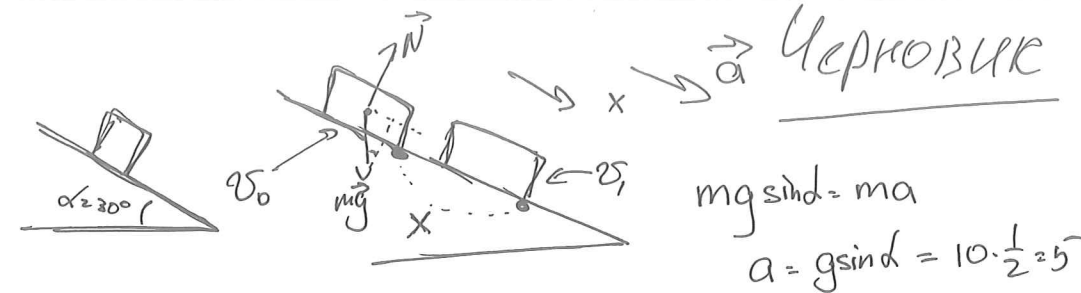
Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



70-57-46-52
(3.13)



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

1 2 3 4 5
10 20 25 29 31 34
30 35 40 45 50 55

Моменты
 $d = 2v_0 + 10$
 $v_1^2 - v_0^2 = 2as$
 $d = v_1 + 2,5$
 $v_0 = \frac{d}{2} - 5$
 $v_1 = d - 2,5$

$s = v_0 t + \frac{at^2}{2}$
 $d = v_0 t_1 + \frac{at_1^2}{2}$
 $\frac{v_1^2 - v_0^2}{2a} = x$
 $v_1 = \sqrt{2ax + v_0^2}$

$x = v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}$
 $d = v_1 \cdot t_2 + \frac{at_2^2}{2}$
 $t_1 = 2$
 $t_2 = 1$

$d^2 - 5d + 6,25 - \frac{d^2}{4} + 5d - 25 = 5,1 \cdot \frac{d}{2} - 25,5 + 6,5025 = 0$

$3d^2 + 25 - 100 = 10,2d - 102 + 26,01$
 $3d^2 - 10,2d = -27 + 26,01$
 $3d^2 - 10,2d = -0,99$
 $3d^2 - 10,2d + 0,99 = 0$
 $300d^2 - 102d + 99 = 0$
 $100d^2 - 34d + 33 = 0$

$v_1 = \frac{v_0 t_1 + \frac{at_1^2}{2}}{t_2} - \frac{at_2}{2}$

$2av_0 t + a^2 t^2 = v_1^2 - v_0^2$
 $2av_0 t + a^2 t^2 = \frac{v_1^2 - v_0^2}{t^2} +$

$51v_0 + 2,5 \cdot 26,01 = 40v_0^2 + 30v_0 + 56,25 - 10v_0$

$\begin{matrix} 75 \\ 185 \\ \hline 345 \\ 525 \\ \hline 5625 \end{matrix}$

$\begin{matrix} & \times 26,01 \\ & 25 \\ \hline 13005 \\ 5202 \\ \hline 65025 \end{matrix}$

$d = 0,1 \quad d = 3,3$
 $v_0 = -4,98 \quad v_0 = -3,985$
 $v_1 = -2,4 \quad v_1 = 0,8$

$\begin{matrix} 340 \\ \times 340 \\ \hline 000 \\ + 1360 \\ \hline 1020 \\ \hline 5600 \end{matrix}$
 $\begin{matrix} 39 \\ \times 31 \\ \hline 136 \\ 102 \\ \hline 1156 \end{matrix}$

Генерал

Черновик

№2. $V = 30 \text{ м}^3$ $T = 273 \text{ К}$

Часть воды испарилась \Rightarrow энергия, ушедшая на испарение воды будет равна q энергии, что составляет от воды при сжатии воздуха. $\Delta m \cdot L_k = m \cdot r_n$, где m - масса испарившейся воды.

$$m = \frac{\Delta m \cdot L_k}{r_n}$$

В состоянии В состоянии после установления равновесия будет находиться испарившаяся вода под паром.

$$\Rightarrow p_{\text{нас}} \cdot V = \frac{m}{\eta} R T$$

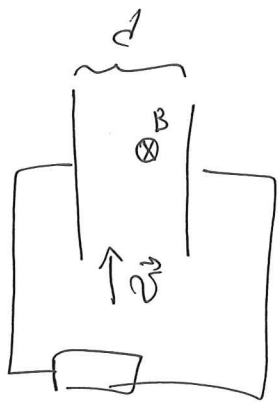
$$p_{\text{нас}} = \frac{m R T}{\eta V} = \frac{\Delta m \cdot L_k \cdot R T}{r_n \cdot \eta \cdot V} = \frac{1 \cdot 3,3 \cdot 10^5 \cdot 8,31 \cdot 273}{2,3 \cdot 10^6 \cdot 18 \cdot 10^{-3} \cdot 30}$$

$$= \frac{3,3 \cdot 8,3 \cdot 273}{2,3 \cdot 18 \cdot 30} \cdot 10^2$$

$$= \frac{1,1 \cdot 8,3 \cdot 91}{2,3 \cdot 6 \cdot 10} \cdot 10^2 =$$

$$= \frac{1,1 \cdot 8,3 \cdot 91}{2,3 \cdot 6} \cdot 10 \text{ Па}$$

№3.



На пластины конденсатора $F = q D B$

$$U = E d \quad E = \frac{F}{q} = D B$$

$$U = D B d$$

r - сопротивление "контанса"

$$P = I^2 R = \frac{U^2}{R+r} - \text{max} \Rightarrow \frac{dP}{dR} = 0 \Rightarrow \frac{2U \cdot (R+r) - U^2}{(R+r)^2}$$

$$P = I^2 R = \frac{U^2}{(R+r)^2} R$$

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

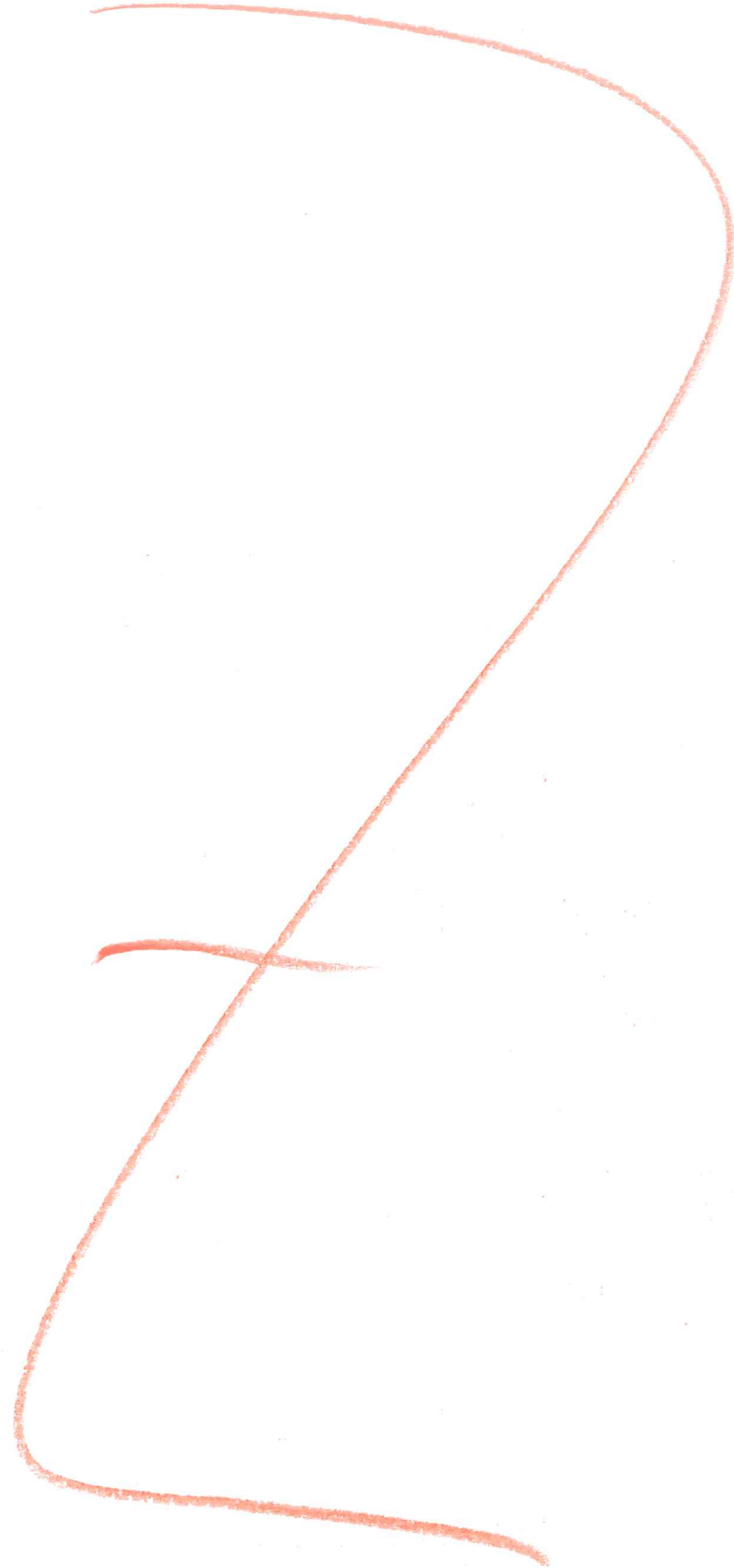
$$\frac{dP}{dR} = 0 = \frac{U^2 (R+r)^2 - 2(R+r) U^2 R}{(R+r)^4}$$

$$U^2 (R+r) (R+r - 2R) = 0 \quad r = R$$

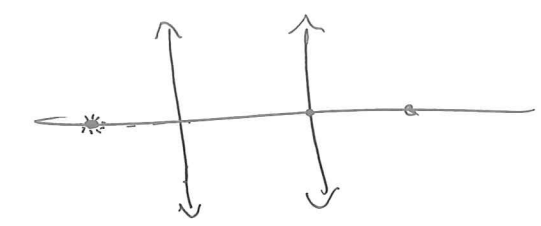
$$D^2 = \frac{4 R P_m}{B^2 d^2} \quad D = \frac{2 \sqrt{P_m R}}{B d}$$



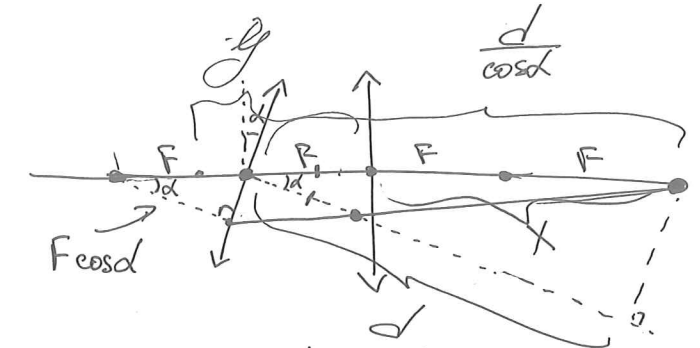
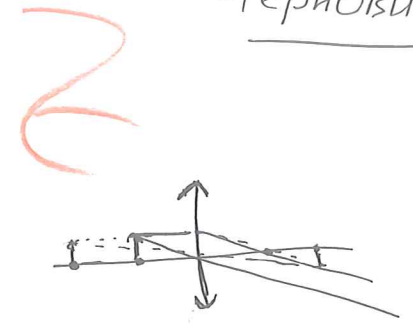
70-57-46-52
(3.13)



u4,



Черновик



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

Если упрощаем первую
линию находимся перед второй.

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{F \cos d}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{\cos d - 1}{F \cos d}$$

$$X = F - \frac{F}{\cos d} \quad \frac{d}{\cos d} = \frac{F}{\cos d - 1}$$

~~$$\frac{1}{\cos d - 1} = \frac{F \cos d - 2F}{\cos d - 1}$$~~

~~$$\frac{1}{F} = \frac{1}{X} + \frac{1}{y} \quad y = \frac{1}{\frac{1}{F} - \frac{1}{X}} = \frac{F X}{X - F}$$~~

$$|y + 2F| = 23,5$$

$$|4F - F \cos d| = 23,5$$

$$4F - F \cos d = 23,5$$

$$\cos d = \frac{4F - 23,5}{F} = \frac{4 \cdot 4,5 - 23,5}{7,5} = \frac{16,5 - 23,5}{7,5} = \frac{-7}{7,5} = -\frac{14}{15}$$

$$d = \arccos \frac{13}{15}$$

Если объект дуги
Если упрощаем
у первой линии находимся
да второй

$$X = \frac{F}{\cos d - 1} - F = \frac{2F - F \cos d}{\cos d - 1}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{X} + \frac{1}{y}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{\cos d - 1}{2F - F \cos d} + \frac{1}{y}$$

$$\frac{1}{F} - \frac{\cos d - 1}{F(2 - \cos d)} = \frac{1}{y}$$

$$|y - F| = 23,5$$

$$\frac{2 - \cos d - \cos d + 1}{F(2 - \cos d)} = \frac{1}{y}$$

$$y = \frac{F(2 - \cos d)}{3}$$

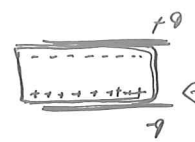
$$\frac{1}{y} = \frac{1}{F} - \frac{\cos d - 1}{F(\cos d - 2)} \quad \left| F - \frac{F(2 - \cos d)}{3} \right| = 23,5$$

$$\left| 3 - 2 + \cos d \right| = \frac{70,5}{F}$$

$$|1 + \cos d| = \frac{70,5}{F} = \frac{70,5}{7,5} = 9,4$$

решения нет

~5.



$U_0 = 100 \text{ В}$

Черновик

$Q = 4,35 \text{ с.}$

$E = \frac{q}{S \epsilon_0}$

$q = CU \quad C = \frac{S \epsilon_0 \epsilon_0}{d}$

$\frac{CU}{S \epsilon_0} = \frac{S \epsilon_0 U}{d S \epsilon_0} \Rightarrow q = \frac{S \epsilon_0 U_0}{d}$

$F = k \frac{q^2}{x^2}$

$\omega = F' = \frac{F(x)}{x} = (kq^2/x^2) \cdot (-2) = \frac{-2kq^2}{x^3}$

$\omega = \frac{2\pi}{T}$

$\frac{-2kq^2}{x^3} = \frac{2\pi}{T}$

$E_n = E_k$

$k \frac{q^2}{x} = \frac{mv^2}{2}$

$\ddot{x} + \omega^2 x = 0$

$v_{max} = \dot{x} \cdot \frac{T}{4}$

$v_0 = 0 \quad d = \frac{ax^2}{2}$

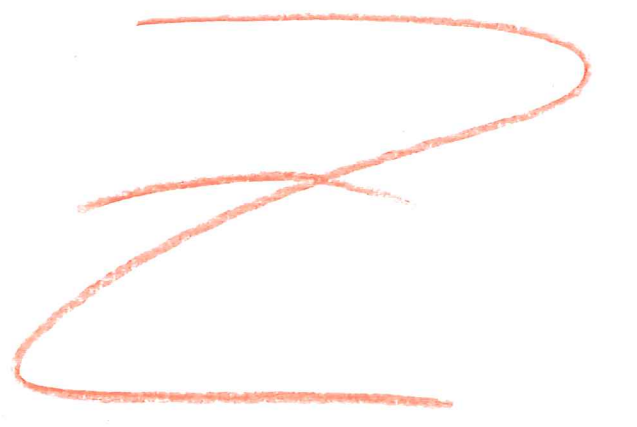
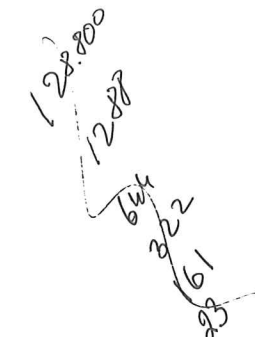
$d = v_1 t_2 + \frac{at_2^2}{2}$

$x = \frac{v_1^2}{2a} \quad \frac{v_1^2}{10} = \frac{ax^2}{2}$

$x = \frac{v_1^2}{2a} \quad v_1^2 = 25v_2^2$

$v_1 = 5v_2 = 2,55 \text{ м/с}$

$d = 10 \quad 2,55 \cdot 1 + \frac{5 \cdot 1}{2}$



УЧ (продолжение)

Черновик

$x = 2F + y$

$x = 2F + 2F - F \cos d$

$\cos d = \frac{4F - x}{F}$

$\cos d = \frac{4 \cdot 7,5 - 23,5}{7,5} = \frac{6,5}{7,5} = \frac{13}{15}$

$d = \arccos \frac{13}{15}$



Ответ: $d = \arccos \frac{13}{15}$

$\Rightarrow x = 2F - y$

$x = 2F - \frac{F(2 - \cos d)}{3 - 2 \cos d}$

20

$\frac{2 - \cos d}{3 - 2 \cos d} = 2 - \frac{x}{F}$

$\frac{2 - \cos d}{3 - 2 \cos d} = 2 - \frac{23,5}{7,5} = 2 - \frac{47}{15}$

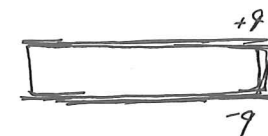
$= \frac{-17}{15}$

$30 - 15 \cos d = -57 + 34 \cos d$

$49 \cos d = 81$

$\cos d = \frac{81}{49} > 1$ - не может быть.

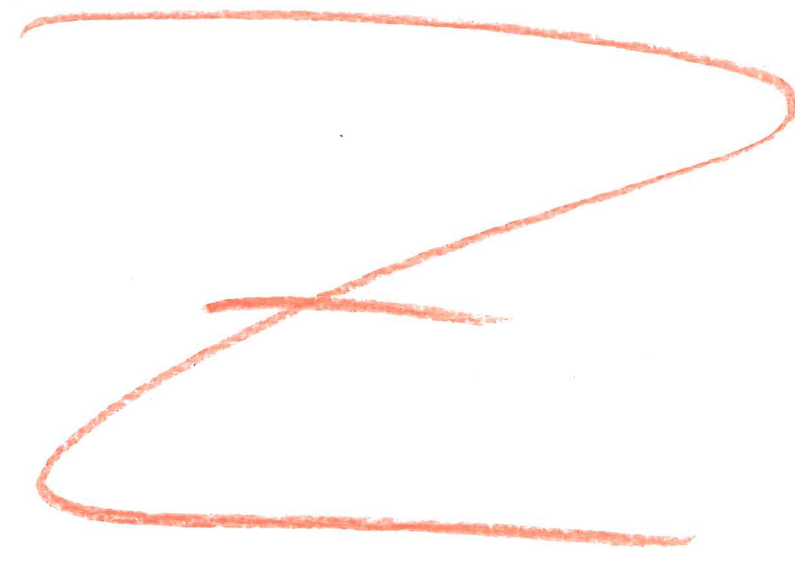
~5.

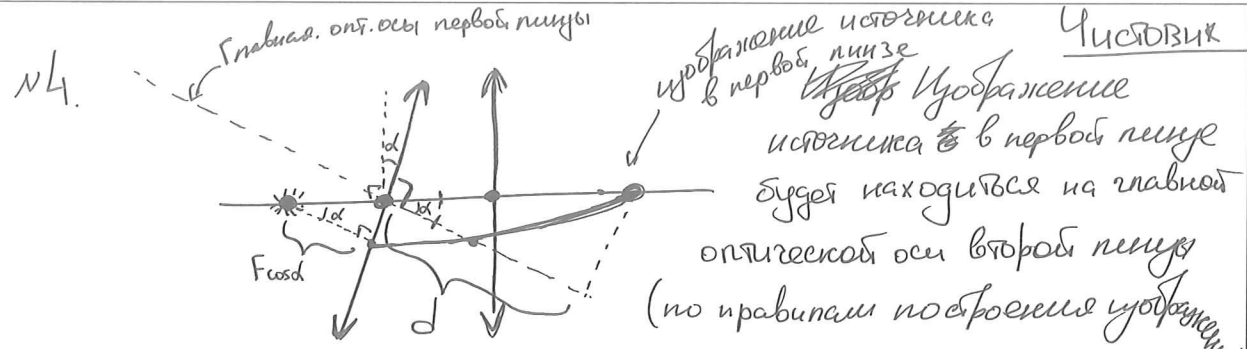


$q = CU_0 = \frac{S \epsilon_0 \epsilon_0 U_0}{d}$

$\ddot{x} + \omega^2 x = 0$

$\omega = \frac{2\pi}{T}$





Расстояние от изображения до первой линзы $F \cos \alpha$
 Пусть d - расстояние от изображения источника в первой линзе до первой линзы. Далее есть два случая:

Изображение в первой линзе находится слева от второй линзы
 Изображение в первой линзе находится справа от второй линзы

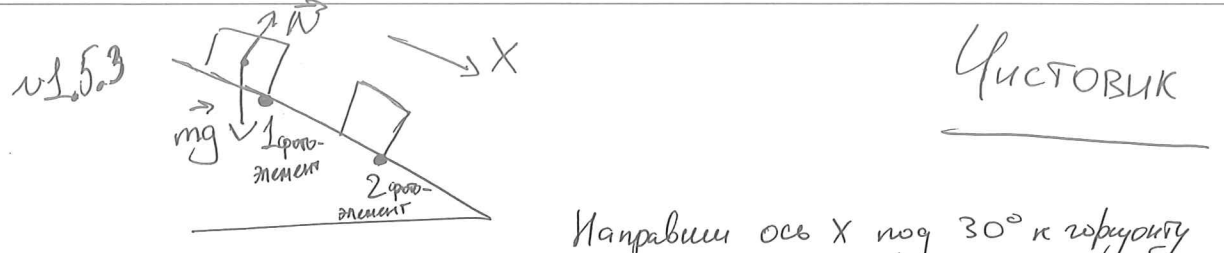
По закону тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{F \cos \alpha} + \frac{1}{d}$
 $\frac{1}{d} = \frac{\cos \alpha - 1}{F \cos \alpha}$
 $d = \frac{F \cos \alpha}{\cos \alpha - 1}$
 В этом случае расстояние от изображения в первой линзе до второй линзы равно $F - \frac{d}{\cos \alpha}$
 В этом случае расстояние от изображения в первой линзе до второй линзы равно $\frac{d}{\cos \alpha} + F$

Пусть y - расстояние от изображения во второй линзе до второй линзы, тогда $\frac{1}{F} = \frac{1}{F - \frac{d}{\cos \alpha}} + \frac{1}{y}$
 Пусть y - расстояние от изображения во второй линзе до второй линзы, тогда $\frac{1}{F} = \frac{1}{F + \frac{d}{\cos \alpha}} + \frac{1}{y}$

$\frac{1}{F} = \frac{1}{F - \frac{d}{\cos \alpha}} + \frac{1}{y}$
 $\frac{1}{y} = \frac{1}{F} - \frac{1}{F - \frac{d}{\cos \alpha}}$
 $\frac{1}{y} = \frac{F - \frac{d}{\cos \alpha} - F}{F(F - \frac{d}{\cos \alpha})}$
 $\frac{1}{y} = \frac{-\frac{d}{\cos \alpha}}{F(F - \frac{d}{\cos \alpha})}$
 $y = \frac{F(2 - \cos \alpha)}{1} = F(2 - \cos \alpha)$
 В этом случае конкретное изображение справа от второй линзы \Rightarrow
 $\Rightarrow X = 2F + y$

$\frac{1}{F} = \frac{1}{F + \frac{d}{\cos \alpha}} + \frac{1}{y}$
 $\frac{1}{y} = \frac{1}{F} - \frac{1}{F + \frac{d}{\cos \alpha}}$
 $\frac{1}{y} = \frac{F + \frac{d}{\cos \alpha} - F}{F(F + \frac{d}{\cos \alpha})}$
 $\frac{1}{y} = \frac{\frac{d}{\cos \alpha}}{F(F + \frac{d}{\cos \alpha})}$
 $y = \frac{F(2 - \cos \alpha)}{3 - 2 \cos \alpha}$
 В этом случае конкретное изображение слева от второй линзы \Rightarrow

70-57-46-52 (3.13)



Направим ось X под 30° к горизонту
 Пусть a - ускорение бруска по оси X
 В проекциях на $O.X$: $mg \sin \alpha = ma$
 $a = g \cdot \sin \alpha = 10 \cdot \sin 30^\circ = 5 \frac{m}{c^2}$

Пусть v_0 - скорость бруска в начале перекрывания 1-го фотоэлемента,
 v_1 - второе фотоэлемента, x - расстояние между фотоэлементами

Расстояние, которое проедет брусок, перекрывая какой-либо фотоэлемент равно его длине, т.е. d (Пусть длина бруска равна d , а буквы перемещены)

$$\begin{cases} d = v_0 \tau_1 + \frac{a \tau_1^2}{2} \\ d = v_1 \tau_2 + \frac{a \tau_2^2}{2} \\ x = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2a} \\ x = v_0 \tau + \frac{a \tau^2}{2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} d = 2v_0 + 10 \\ d = v_1 + 2,5 \\ \frac{v_1^2 - v_0^2}{10} = v_0 \cdot 0,51 + 2,5 \cdot 0,51 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} v_0 = \frac{d}{2} - 5 \\ v_1 = d - 2,5 \\ v_1^2 - v_0^2 = 5,1v_0 + 6,5025 \end{cases}$$

$$\Rightarrow d^2 = 5d + 6,25 - \frac{d^2}{4} + 5d - 25 = 10,2d - 19,75 + 6,5025 \quad | \cdot 4$$

$$3d^2 + 25 - 100 = 10,2d - 102 + 26,01$$

$$3d^2 - 10,2d + 9,99 = 0 \quad | \cdot 100$$

$$100d^2 - 340d + 33 = 0$$

$$D = 340^2 - 400 \cdot 33 = 115600 - 13200 = 102400 = 10^2 \cdot 32^2$$

$$d = \frac{340 \pm 320}{200} = 0,1; 3,3 \quad \text{Ответ: } 0,1 \text{ м или } 3,3 \text{ м}$$

Чистовик

№2

Количество теплоты, требуемое для испарения
 нужного количества воды, будет равно количеству теплоты,
 которое отдает вода, когда кристаллизуется. Пусть m -
 масса испарившейся воды, тогда:

$$\Delta m \cdot \lambda_k = m \cdot r_n \Rightarrow m = \frac{\Delta m \cdot \lambda_k}{r_n}$$

Д.к. в помещении установилось равновесие, значит
 воденый пар в нем стал насыщенным, тогда нам нужно
 посчитать давление, создаваемое массой m воденый пар:

$$P_{нас} \cdot V = \frac{m}{\mu} \cdot R \cdot T$$

$$P_{нас} = \frac{m R T}{\mu V} = \frac{\Delta m \cdot \lambda_k \cdot R \cdot T}{\mu V \cdot r_n} =$$

$$= \frac{1 \cdot 3,3 \cdot 10^5 \cdot 8,3 \cdot 273}{18 \cdot 10^{-3} \cdot 30 \cdot 2,3 \cdot 10^6} = \frac{3,3 \cdot 8,3 \cdot 273}{18 \cdot 30 \cdot 2,3} \cdot 10^2 \text{ Па}$$

$$= \frac{1,1 \cdot 8,3 \cdot 91}{6 \cdot 10 \cdot 2,3} \cdot 10^2 \text{ Па} = \frac{830,83}{138} \cdot 10 \text{ Па} = \frac{8308,3}{138} \text{ Па} \approx 602 \text{ Па}$$

$$\begin{array}{r} 91 \\ \times 8,3 \\ \hline 273 \\ + 428 \\ \hline 755,3 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8308,3 \\ / 138 \\ \hline 283 \\ \underline{276} \\ 70 \end{array}$$

Ответ: 602 Па

Чистовик

№3



На расстоянии d в полойке движется

сила Лоренца $F = q v B$

Напряженность поля между пластинами: $E = \frac{F}{q}$

$$E = \frac{U}{d} = \frac{F}{q} = \frac{q v B}{q} = v B$$

$$U = v B d \text{ - напряжение между пластинами}$$

Мощность на резисторе равна $P = UI = I^2 R$

Пусть сопротивление полойки между пластинами r ,

$$\text{тогда } I = \frac{U}{R+r}$$

$$\text{Тогда } P = \frac{U^2 R}{(R+r)^2}$$

Мощность максимальна при данных условиях \rightarrow

\rightarrow Р Дифференциал мощности по сопротивлению равен 0

$$\frac{dP}{dR} = \frac{U^2 (R+r)^2 - 2(R+r)U^2 R}{(R+r)^4} = 0$$

$$U^2 (R+r) (R+r - 2R) = 0$$

$$r = R$$

То есть чтобы мощность, выделенная на резисторе была
 максимальной $r = R$

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

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

$$v = \frac{2 \cdot \sqrt{0,4 \cdot 1 \cdot 10^{-3}}}{1 \cdot 0,4} = \frac{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{10^{-4}}}{0,4} = \frac{4}{0,4 \cdot 10^2} = \frac{1}{10} = 0,1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: 0,1 м/с