

+лист 16: 12 Ал



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

Вариант 3

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

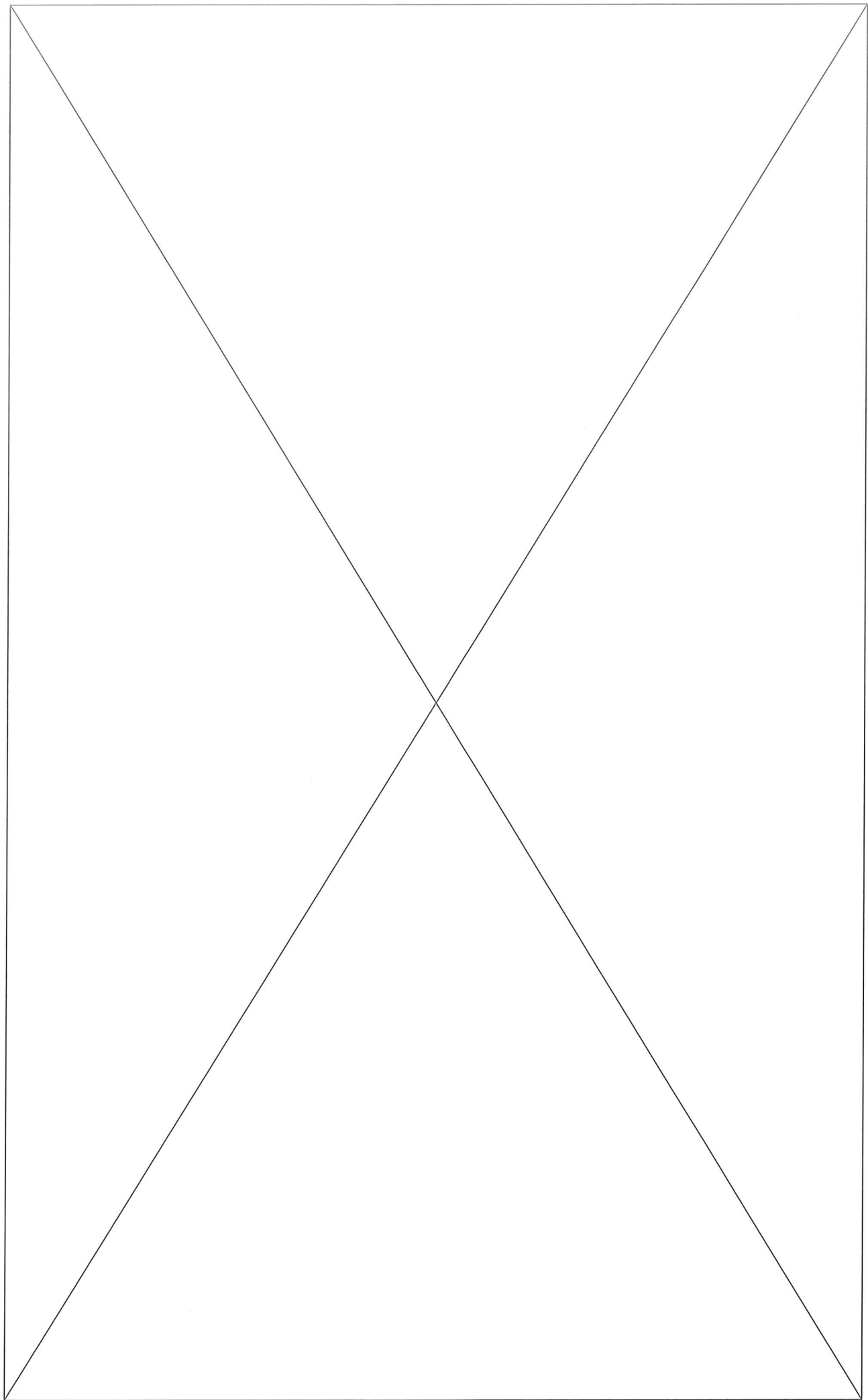
Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

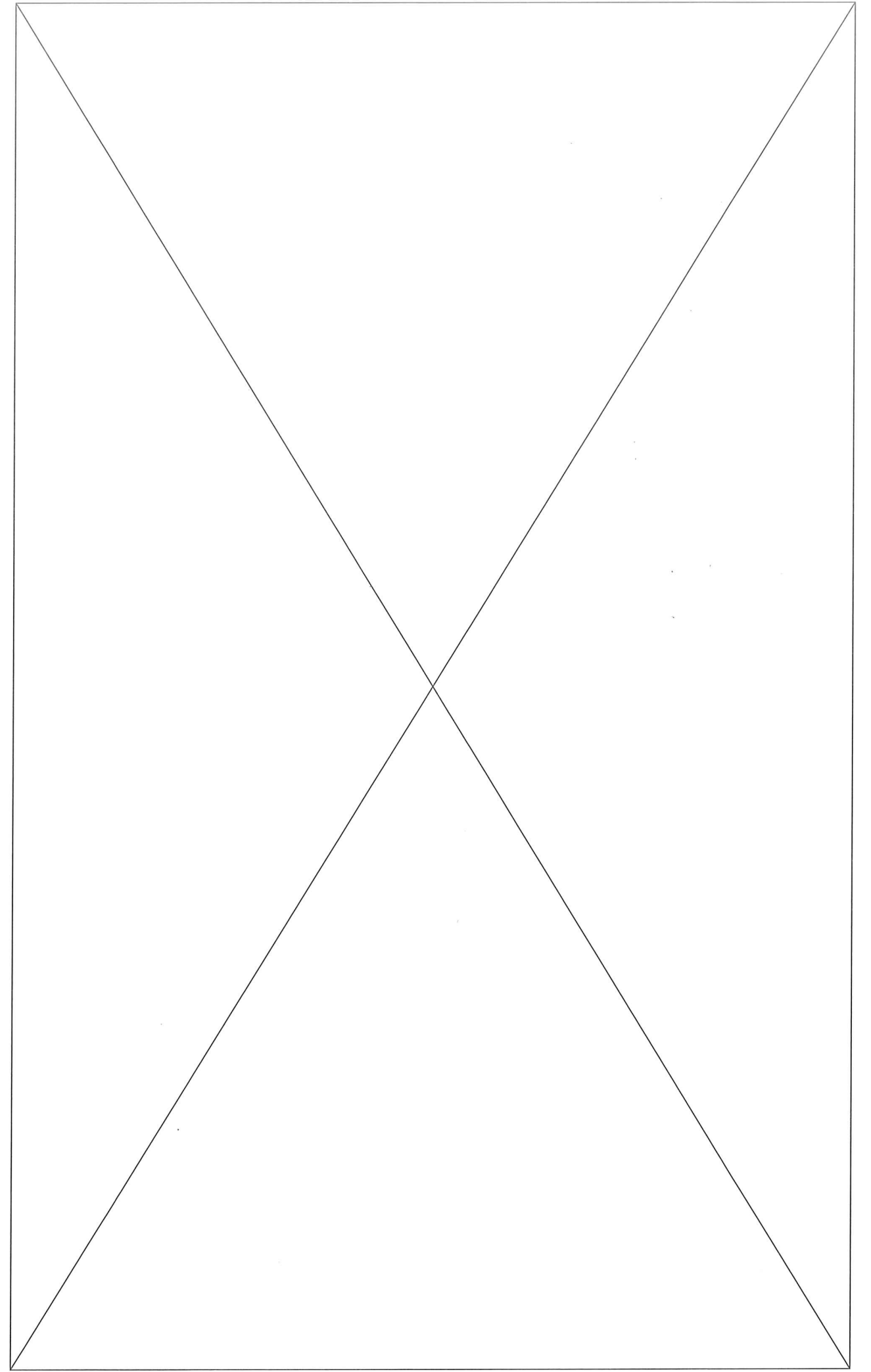
Масловой Алёны Дмитриевны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«13» февраля 2026 года

Подпись участника
[Signature]



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Черный

$p_0 + p_n = p$
 $\Delta m \Delta k = Q$
 $p_n \cdot V = 2RT$
 $Q = 0$

мг. угон

$A_n = p_0 \cdot V$

$p_0 + \rho \cdot p_{нас} = p$

$p_{нас} = \Delta p R T$

$V p_{нас} = \frac{\Delta m \Delta k}{\mu} R T = \frac{\Delta m \Delta k}{\mu} R T$

$p_{нас} = \frac{\Delta m \Delta k}{\mu} \cdot \frac{R T}{V} = \frac{1 \cdot 3,3 \cdot 10^5}{2,3 \cdot 10^6} \cdot \frac{8,3 \cdot 273}{18 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^1}$

$= \frac{33}{23} \cdot \frac{83 \cdot 273}{18 \cdot 3} \cdot \frac{10^4}{10^4} = \frac{11 \cdot 83 \cdot 273}{23 \cdot 18} = \frac{913 \cdot 91}{23 \cdot 6}$

$\frac{223}{03} \overline{) 3}$
 $\frac{27}{03} \overline{) 91}$

$\frac{23}{13} \overline{) 7}$
 $\frac{21}{13} \overline{) 13}$

$\frac{138}{8217} \overline{) 83083}$
 $\frac{138}{8217} \overline{) 602,05}$

$\frac{106}{105} \overline{) 10^{-1}}$

50-12-37-48 (3.5)

1.5.3. мистовик

$z = 0,51 c$
 $z_1 = 2 c$
 $z_2 = 1 c$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 $\alpha = 30^\circ, \sin \alpha = \frac{1}{2}$

$\# \text{ЗК, Ох: } mg \sin \alpha = m a$
 $a = g \sin \alpha$ - движение равноускоренно.

Безмассовый АВ
 Пусть расстояние между породами равно L м.
 v_1 - м/с - скорость бруска в момент начала переключения порода P_1 ,
 v_2 - м/с - скорость бруска в момент начала переключения порода P_2 .

$L = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g \sin \alpha}; \quad (1)$

$v_2 = v_1 + g \sin \alpha z; \quad (2)$

$L = v_1 z_1 + \frac{g \sin \alpha}{2} z_1^2; \quad (3)$

$L = v_2 z_2 + \frac{g \sin \alpha}{2} z_2^2; \quad (4)$

50-12-37-48 (3.5)

числовик

(2) → (a):

$$b = (v_1 + gshkL) r_2 + \frac{gshkL}{2} r_2^2 \quad (5)$$

(3): $b = v_1 r_1 + \frac{gshkL}{2} r_1^2$

(3) → $b - \frac{gshkL}{2} r_1^2 = v_1 r_1$

$$v_1 = \frac{1}{r_1} (b - \frac{gshkL}{2} r_1^2) = \left(\frac{b}{r_1} - \frac{gshkL}{2} r_1 \right)$$

$v_1 \rightarrow (5)$:

$$b = \left(\frac{b}{r_1} - \frac{gshkL}{2} r_1 \right) r_2 + gshkL r_1 r_2 + \frac{gshkL}{2} r_2^2$$

$$b - b \frac{r_2}{r_1} = -\frac{gshkL}{2} r_1 r_2 + gshkL r_1 r_2 + \frac{gshkL}{2} r_2^2$$

$$b \left(\frac{r_1 - r_2}{r_1} \right) = gshkL \left(-\frac{r_1 r_2}{2} + \frac{2r_1 r_2}{2} + \frac{r_2^2}{2} \right)$$

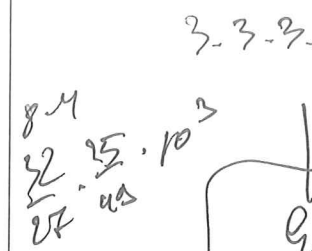
$$b \cdot \frac{r_1 - r_2}{r_1} = gshkL \frac{r_2}{2} (-r_1 + 2r_1 + r_2)$$

$$b = \frac{gshkL r_2 r_1}{2(r_1 - r_2)} (r_2 + 2r_1 - r_1) =$$

$$= \frac{10 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 1}{2(2-1)} \cdot (1 + 2 \cdot 0,51 - 2) = 5 \cdot 0,02 = 0,1 \mu$$

Ответ: 0,1μ

числовик



$P = P_{max} \text{ когда } r = R$

$$E_1 = Bvd$$

$$P = \frac{E_1^2}{4R^2} \cdot R = \frac{E_1^2}{4R}$$

$P_m = I^2 R = \left(\frac{E_1}{2R} \right)^2 \cdot R = \frac{E_1^2}{4R^2} \cdot R$

$P_m = \frac{E_1^2}{4R} \Rightarrow (Bvd)^2 = 4R P_m$

$v = \frac{1}{Bd} \sqrt{4R P_m} = \frac{2}{Bd} \sqrt{R P_m}$

$v = \frac{2}{1,40 \cdot 10^{-2}} \sqrt{0,4 \cdot 10^{-3}} = 10 \text{ м/с}$

$P = I^2 R = \left(\frac{E}{r+R} \right)^2 \cdot R$

черновик
 $P = \frac{U^2}{(r+R)^2} \cdot R$ ~~идея~~

$\cos \varphi + 2 \neq 2 \cos \varphi$

$f(R) = \frac{(v+R)^2}{R} - \min$

$v^2 + 2vR + R^2 = \frac{v^2}{R} + 2v + R^2$

$f'(R) = v^2 \cdot (-1) \cdot \frac{1}{R^2} + 0 + 2R = 0$

$2R - \frac{v^2}{R^2} = 0$

$P(R) = \varepsilon^2 \frac{R}{(r+R)^2}$; $P'(R) = \varepsilon^2 \left[\frac{1 \cdot (r+R)^2 - R \cdot (2(r+R) \cdot 1)}{(r+R)^4} \right]$

$P'(R) = \varepsilon^2 \frac{(r+R) - 2R}{(r+R)^3} = 0$

$\frac{r-R}{(r+R)^3} = 0$ $r=R$

$f = \frac{F}{FS} = \frac{1}{2}$

$d = \frac{FS}{f-F} = \frac{F \cos \alpha}{F(\cos \alpha - 1)}$

$P(R) = \frac{\varepsilon^2 R}{(r+R)^2} = \varepsilon^2 R (-2) \cdot (r+R)^{-3} \cdot 1$

$(r+R)^{-2} = (-2)(r+R)^{-3} \cdot 1$

$f = F \cos \alpha$

$\frac{1}{f} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$

$\frac{1}{f} - \frac{1}{f} = \frac{1}{d}$

50-12-37-48
(3.5)

3.3.3. черновик

$\vec{F}_n \oplus, \vec{F}_n = q \vec{v} \times \vec{B}$

$|\mathcal{E}_i| = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{B d v}{dt} = B d v$

Максимальная мощность дуги выделится на резисторе при $r=R$

$I = \frac{\mathcal{E}_i}{r+R} = \frac{\mathcal{E}_i}{2R}$

$P_m = I^2 R = \left(\frac{\mathcal{E}_i}{2R}\right)^2 \cdot R = \frac{\mathcal{E}_i^2}{4R}$

$4R P_m = (B d v)^2$

$v = \frac{1}{B d} \sqrt{4R P_m} = \frac{2}{B d} \sqrt{R P_m}$

$= \frac{2}{1.40 \cdot 10^{-2}} \cdot \sqrt{0.4 \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot \sqrt{4 \cdot 10^{-4}} = 10^{-1} = 0.1 \text{ м/с}$

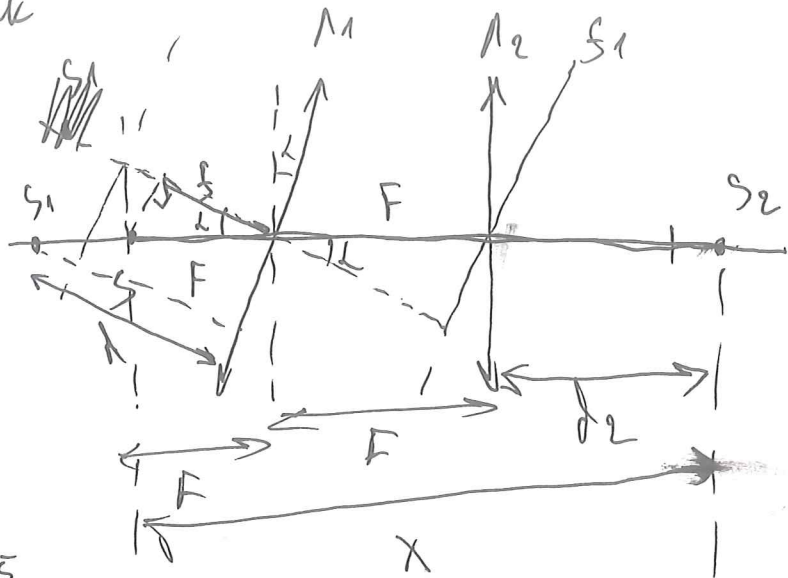
Ответ: 0,1 м/с

Ч. 10. 3. источник

$F = 7,5 \text{ см}$

$x = 23,5 \text{ см}$

$\alpha = ?$



$3F = 3 \cdot 7,5 = 21 + 0,5 \cdot 3 = 21 + 1,5 = 22,5 < 23,5$

$3F < x$

И. источник света находится в фокусе первой линзы, после преломления в ней пучок лучей будет параллельным. Расстояние от источника света до линзы M_1 после поворота на угол α равно

$f = F \cos \alpha$

р-на тонкой линзы:

(1) $\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{f}$

$\frac{1}{d} = \frac{f-F}{Ff} \Rightarrow d = \frac{F^2 \cos \alpha}{F(\cos \alpha - 1)} < 0$

-изображение мнимое.

$d = \frac{F \cos \alpha}{\cos \alpha - 1}$ (источник S в фокусе M_1)

чертовщина

$\frac{1}{d_2} = \frac{1}{F} \cdot \frac{\cos^2 \alpha - 2 \cos \alpha + 1}{\cos^2 \alpha - \cos \alpha + 1} \quad 15(8-5 \cos \alpha) = 47(3-2 \cos \alpha)$

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

$\frac{1}{d_2} = 2 + \frac{\cos^2 \alpha - \cos \alpha + 1}{\cos^2 \alpha - 2 \cos \alpha + 1}$

$\frac{1}{d_2} = \frac{2 \cos^2 \alpha - 4 \cos \alpha + 4 + \cos^2 \alpha - \cos \alpha + 1}{\cos^2 \alpha - 2 \cos \alpha + 1}$

$\frac{1}{d_2} = \frac{3 \cos^2 \alpha - 5 \cos \alpha + 5}{\cos^2 \alpha - 2 \cos \alpha + 1}$

$47y^2 - 94y + 94 = 45y^2 - 75y + 75$

$2y^2 - 19y + 19 = 0$

$\frac{1}{d+d} + \frac{1}{d_2} = \frac{1}{F}$

$\frac{1}{d_2} = \frac{1}{F} \cdot \frac{F+d}{d+F} = \frac{F+d+F}{(F+d)F}$

$d_2 = \frac{(F+d)F}{2F+d} = \frac{(F + \frac{F}{\cos \alpha})F}{2F + \frac{F}{\cos \alpha}} = \frac{F(1 + \frac{1}{\cos \alpha})}{2 + \frac{1}{\cos \alpha}}$

$d_2 = F \frac{2 - \cos \alpha}{3 - 2 \cos \alpha}$

меридиан

$600 \cdot 0.1 \cdot 10^{-9}$
 $26 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-10}$
 26 см



$$\frac{E}{E'} = E - E'$$

$$E' = E \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}}$$

$$m \frac{v^2}{2} + \frac{1}{2} m v^2 = \text{const}$$

$$m \frac{2x}{2} + m \frac{kx^2}{2} = \text{const}$$

$$mx + kx = 0$$

$$x = -\frac{k}{m} x = -A$$

$$\frac{K \cdot M}{C^2 \cdot \rho \cdot B^2} = \frac{K \cdot M \cdot c}{C^2 \cdot \rho \cdot B^2}$$

$$F dx = A W =$$

$$F = \frac{\epsilon_0 k^2}{2} l d \frac{h-1}{2}$$

$$W_0 = W_1 + K_1$$

$$\Delta W = W_1 - W_0$$

$$\Delta W + K_1 = 0$$

$$\frac{\epsilon_0 E^2}{2} l d \frac{h-1}{2} x + \frac{m v^2}{2} = 0$$

$$\frac{\epsilon_0 E^2}{2} l d dx \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}}$$

$$\frac{\epsilon_0 E^2}{2} l d dx \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Z

50-2-37-48
(0.5)

~~Формула корректна только для λ_2 микроволн~~

~~$$\frac{1}{d_1 \cos L + F} + \frac{1}{d_2} = \frac{1}{F} \quad (2)$$~~

d_2 - расстояние от λ_2 до S_2 , где S_2 - изображение S_1 в зеркале λ_2

~~$$x = 2F + d_2 \quad (3)$$~~

~~$$\frac{1}{d_2} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d_1 \cos L + F}$$~~
~~$$= \frac{1}{F} - \frac{1}{F \frac{\cos L}{1 - \cos L} + F} = \frac{1}{F} \left(1 - \frac{1}{\frac{\cos L}{1 - \cos L} + 1}\right) =$$~~
~~$$= \frac{1}{F} \left(1 - \frac{1 - \cos L}{\cos^2 L + 1 - \cos L}\right) = \frac{1}{F} \frac{(\cos^2 L + 1 - \cos L) - (1 - \cos L)}{\cos^2 L - \cos L + 1}$$~~

~~$$\frac{1}{d_2} = \frac{1}{F} \frac{\cos^2 L}{\cos^2 L - \cos L + 1} \quad (5)$$~~

~~$$(5) \rightarrow d_2 = F \frac{\cos^2 L - \cos L + 1}{\cos^2 L} \rightarrow (4);$$~~

~~$$x = 2F + F \frac{\cos^2 L - \cos L + 1}{\cos^2 L}$$~~

~~$$\frac{x}{F} = 2 + \frac{\cos^2 L - \cos L + 1}{\cos^2 L} = \frac{2\cos^2 L + \cos^2 L - \cos L + 1}{\cos^2 L}$$~~

~~$$\frac{x}{F} = \frac{3\cos^2 L - \cos L + 1}{\cos^2 L}$$~~

Z

Z

Z

~~числовик~~

~~$$\frac{3\cos^2 L - \cos L + 1}{\cos^2 L} - \frac{x}{F} = 0$$~~

~~$$\frac{3\cos^2 L - \cos L + 1 - \frac{x}{F} \cdot \cos^2 L}{\cos^2 L} = 0$$~~

~~$$\frac{x}{F} = \frac{23,5}{7,5} = \frac{235}{75} = \frac{47}{15}$$~~

~~$$\frac{(3 - \frac{47}{15}) \cos^2 L - \cos L + 1}{\cos^2 L} = 0$$~~

~~$$\frac{-2\cos^2 L - 15\cos L + 15}{\cos^2 L} = 0$$~~

ρ -м токман мурга про Λ_2

(4): $\frac{1}{f_2} + \frac{1}{k_2} = \frac{1}{F}$; f_2 - расстояние от S_1 до центра S_2

$$f_2 \approx \frac{|d|}{\cos L} + F = \frac{F}{1 - \cos L} + F = F \left(\frac{1}{1 - \cos L} + 1 \right)$$

$$(4) \rightarrow \frac{1}{d_2} = \frac{1}{F} - \frac{1}{f_2} = \frac{f_2 - F}{F f_2}$$

$$d_2 = \frac{F f_2}{f_2 - F} = \frac{F^2 \left(\frac{1}{1 - \cos L} + 1 \right)}{F \left(\frac{1}{1 - \cos L} + 1 - 1 \right)}$$

$$= F \frac{1 + 1 - \cos L}{1} = F(2 - \cos L), \quad (5)$$

числовик

(5) \rightarrow (3): $\lambda = 2F + F(2 - \cos L)$

$$\lambda = 4F - F \cos L$$

$$F \cos L = 4F - \lambda \Rightarrow \cos L = \frac{4F - \lambda}{F}$$

$$\cos L = 4 - \frac{\lambda}{F} = 4 - \frac{23,5}{7,5} = 4 - \frac{47}{15} =$$

$$= 4 - \frac{45}{15} - \frac{2}{15} = 1 - \frac{2}{15} = \frac{13}{15}$$

$$\lambda = \arccos \left(\frac{13}{15} \right)$$

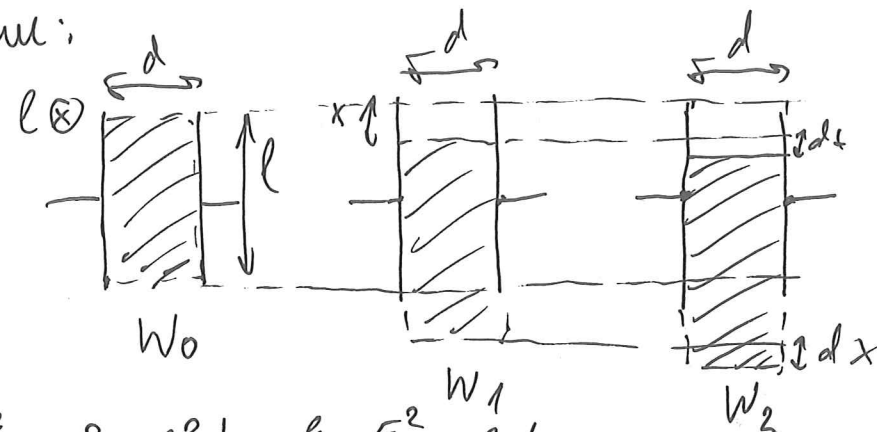
208

Ответ: $\arccos \frac{13}{15}$

5.2.3. μ :

$$E_0 = \frac{U_0}{d}$$

$$E = \frac{\epsilon E_0}{\epsilon}$$



$$W_0 = \frac{\epsilon_0 \epsilon}{2} E^2 \cdot l^2 d = \frac{\epsilon_0 \epsilon}{2} \frac{U_0^2}{\epsilon} l^2 d$$

- энергия, когда диэлектрик полностью в конденсаторе.

$$W_1 = \frac{\epsilon_0 \epsilon}{2} E_0^2 \cdot l dx + \frac{\epsilon_0 \epsilon}{2} E^2 \cdot l d (l - x) =$$

$$= \frac{\epsilon_0 \epsilon U_0^2}{2} l dx + \frac{\epsilon_0 \epsilon U_0^2}{2} l^2 d - \frac{\epsilon_0 \epsilon U_0^2}{2} l dx$$

- энергия, когда диэлектрик выдвинут на x из конденсатора.

50-12-37-48
(3.5)

исходник
продолжение задачи 5.2.3.

$$W_2 = \frac{\epsilon_0}{2} E^2 l d (x+dx) + \frac{\epsilon_0 \epsilon}{2} E^2 l d (l-x-dx) =$$

$$= \frac{\epsilon_0 E_0^2}{2} l d (x+dx) + \frac{\epsilon_0 E_0^2}{2 \epsilon} l d (l - (x+dx))$$

пусть $\left[\frac{\epsilon_0 E_0^2}{2} l d = L \right]$

$$W_0 = \frac{L}{\epsilon} l;$$

$$W_1 = dx + \frac{L}{\epsilon} l - \frac{L}{\epsilon} dx$$

$$W_2 = L(x+dx) + \frac{L}{\epsilon} (l - (x+dx))$$

$$F dx = \Delta W_{12} = W_2 - W_1$$

$$F dx = L(x+dx) + \frac{L}{\epsilon} l - \frac{L}{\epsilon} (x+dx) -$$

$$- dx - \frac{L}{\epsilon} l + \frac{L}{\epsilon} x$$

$$F dx = dx - \frac{L}{\epsilon} dx$$

$$F = L \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) = L \frac{\epsilon-1}{\epsilon}$$

F - внешняя сила, приложенная
к диэлектрику, свой перемещение
(со на dx, =>

=> сила, которая действует на
возвращают диэлектрик со стороны
концентрация равна по модулю F
и направлена противоположно,
т.е. на рисунке вверх (к конденсатору)

$$F = kx \Rightarrow k = \frac{F}{x} = \frac{L(\epsilon-1)}{x \epsilon}$$

микровик
 $T = \frac{2\pi}{\omega_0} \Rightarrow \omega_0 = \frac{2\pi}{T}$ - частота
 зарядки конденсатора.

УФК $kx + m\ddot{x} = 0$
 $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$

$$\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = \frac{k}{x} \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \cdot \frac{1}{m} = \frac{\epsilon_0 \epsilon_0^2 d (\frac{\epsilon-1}{\epsilon} \frac{1}{m})}{x}$$

$$\frac{4\pi^2}{T^2} \cdot \frac{2\epsilon m x}{\epsilon_0 d (\epsilon-1)} = \epsilon_0^2 d \left(= \frac{\omega_0^2}{d^2} l \right)$$

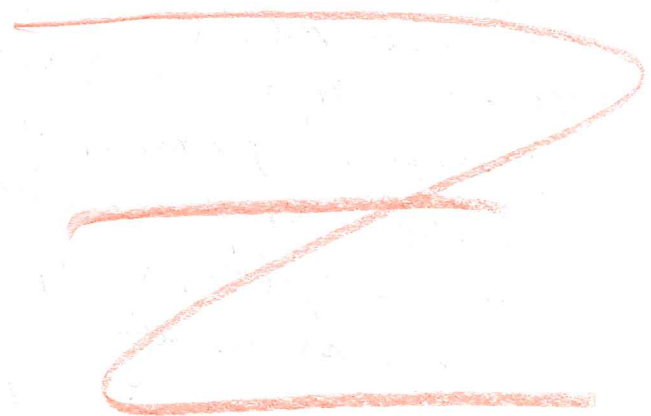
$$\Rightarrow l = \frac{4\pi^2}{T^2} \frac{2\epsilon m x}{\epsilon_0 d (\epsilon-1)} \cdot \frac{d^2}{\omega_0^2} = \frac{8\pi^2 \epsilon m d x}{T^2 \epsilon_0 (\epsilon-1) \omega_0^2}$$

$$= 8 \left(\frac{\pi}{T}\right)^2 \cdot \frac{4 \cdot 10^{-2} \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-4}}{9 \cdot 10^{-12} (4-1) \cdot 100^2} = \frac{32}{27} \cdot \left(\frac{\pi}{T}\right)^2 \cdot \frac{10^{-5} \cdot 10^{-4}}{10^{-8}}$$

$$= \frac{32}{27} \left(\frac{\pi}{T}\right)^2 \cdot 10^{\frac{3-1}{10}} \cdot \frac{8 \cdot 100}{27 \cdot 49} \cdot 10^{\frac{3}{10}} \cdot \frac{16}{27} \cdot 10^{\frac{3}{10}} = 0,6 \cdot 10^{-1} = 0,06 \text{ м} = 6 \text{ см}$$

$$\frac{314}{495} = \frac{\pi}{T} \approx \frac{5}{7}$$

Ответ: 6 см



2.3.3.
 микровик
 $V = 30 \text{ м}^3$
 $T = 273 \text{ К}$
 $\Delta m = 1 \text{ кг}$
 $\lambda_k = 3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
 $\rho_n = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
 $\mu = 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$
 $R = 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

при $t = 0^\circ\text{C}$

Газо затронутое на испарение воды равно тепло, выделяющейся при кристаллизации воды.

$$\Delta m \cdot \lambda_k = \Delta m_n \cdot \rho_n$$

$$\Delta m_n = \Delta m \frac{\lambda_k}{\rho_n}$$

- масса испарившейся воды.

$$\rho_n \cdot V = \frac{\Delta m_n}{\mu} R T$$

$$\rho_{нас} V = \frac{\Delta m_n}{\mu} R T$$

при установлении равновесия влажность воздуха будет равна 1. ($\varphi = 1$).

$$\rho_{нас} = \Delta m_n \frac{R T}{\mu V} = \Delta m \frac{\lambda_k}{\rho_n} \cdot \frac{R T}{\mu V}$$

$$= 1 \cdot \frac{3,3 \cdot 10^5}{2,3 \cdot 10^6} \cdot \frac{8,3 \cdot 273}{18 \cdot 10^{-3} \cdot 30} = \frac{11}{23} \cdot \frac{10^5 \cdot 8,3 \cdot 10^{-1} \cdot 91 \cdot 8}{10^6 \cdot 6 \cdot 8 \cdot 10^{-3}} = \frac{11 \cdot 83 \cdot 91 \cdot 10^4}{23 \cdot 6 \cdot 10^4} = \frac{913 \cdot 91}{138} = \frac{83083}{138} \text{ Па} \approx 602,05 \text{ Па}$$

Ответ: 602 Па

