

сдан 16-01
[Signature]

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

Вариант 06

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников _____
наименование олимпиады

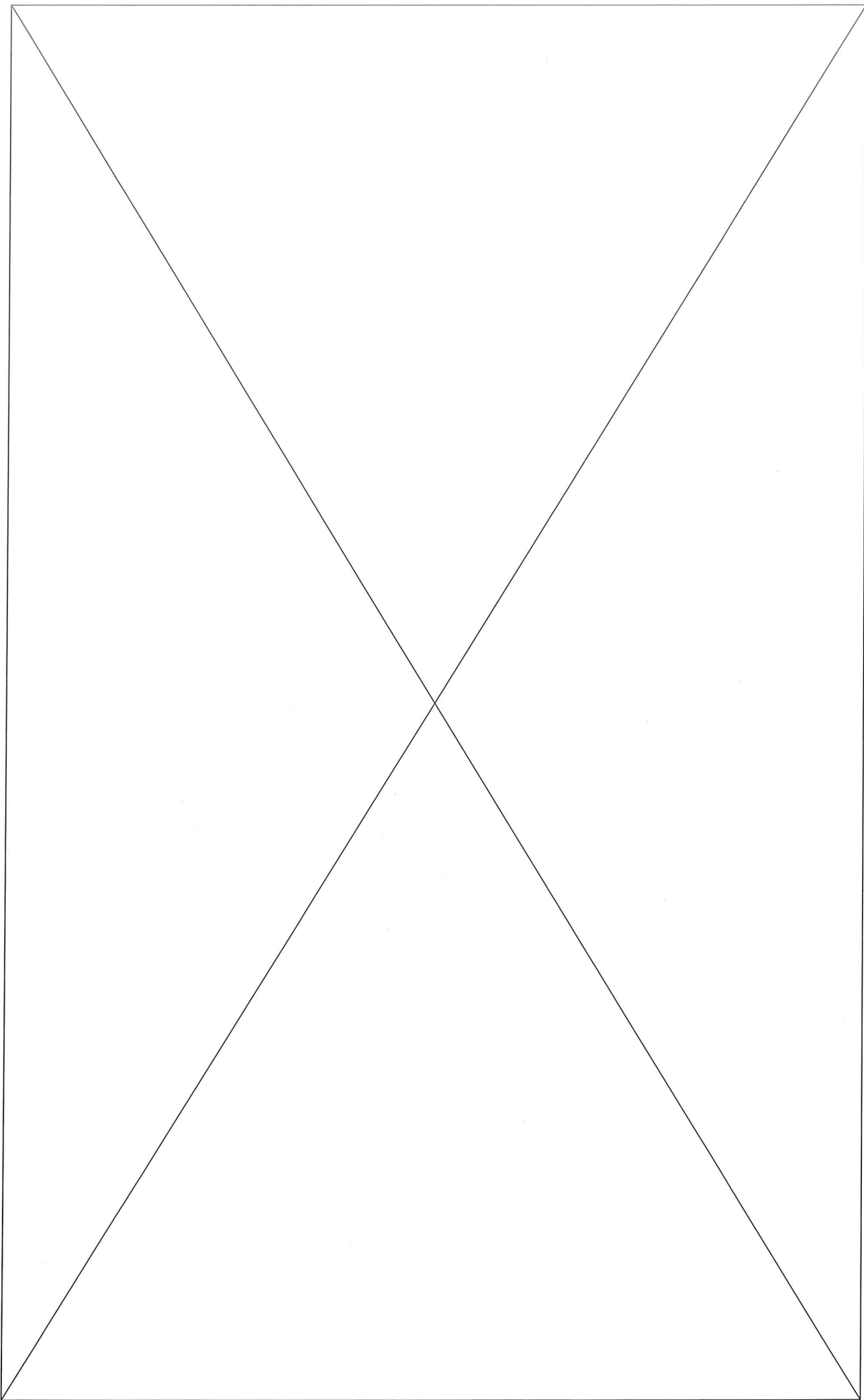
Покори Воробьевы Горы

по Физике
профиль олимпиады

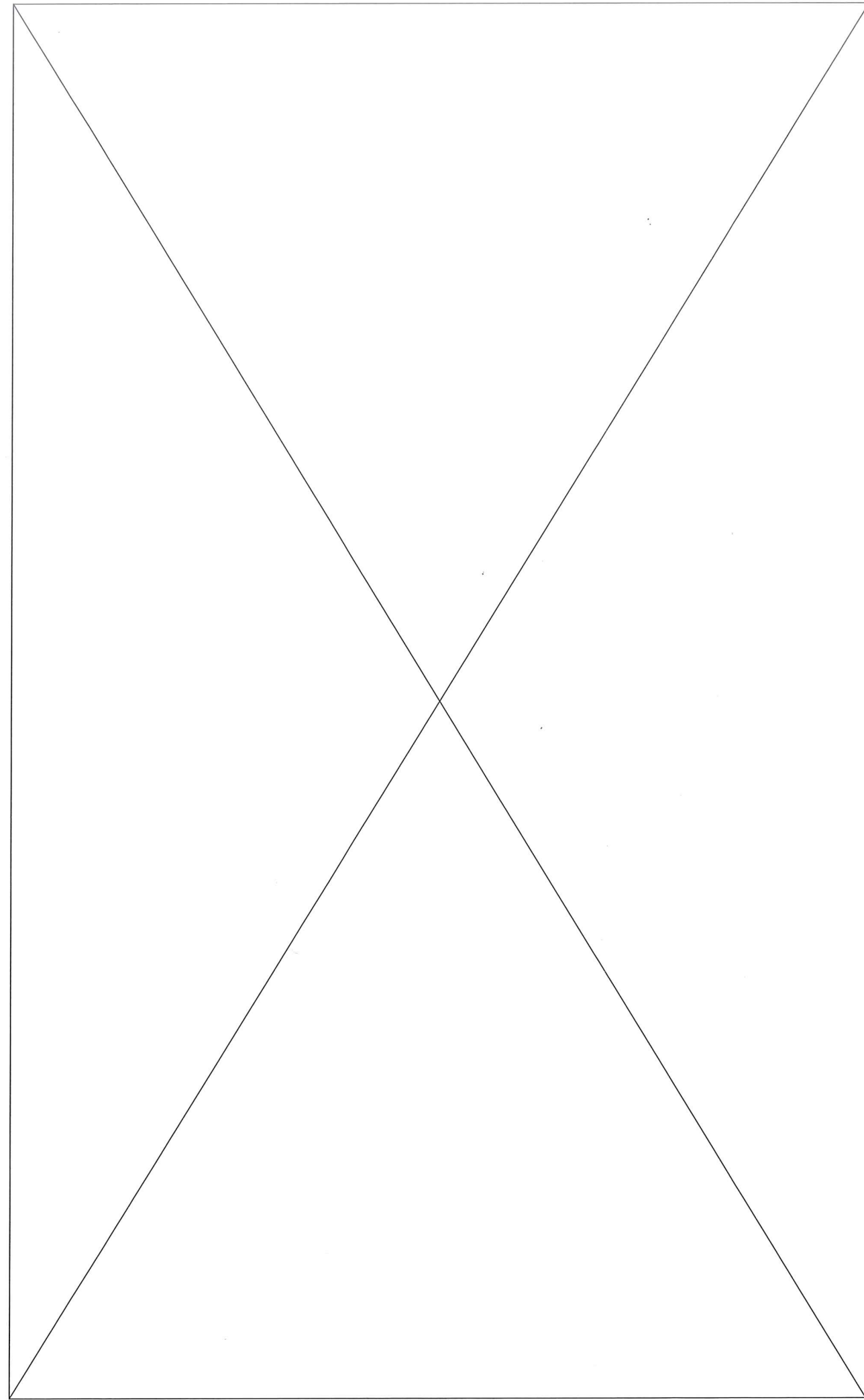
Чичкова Кирилл Алексеевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
« 3 » апреля 2026 года

Подпись участника
[Signature]

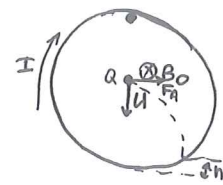


Выполнять задания на титульном листе запрещается!



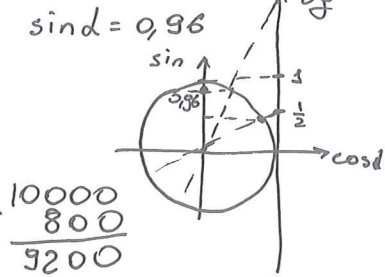
Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Черновик



$U = \omega R$

$\frac{96}{6} \cdot 96 \cdot (100-4)^2 = 100^2 - 800 + 16 = 10000 - 800 + 16 = 9216$



$\frac{10000}{800} = 12.5$
 $0,9216$
 $0,0784$

$I_0 = MR^2$
 $\omega = \frac{v}{R}$
 $\frac{m v^2}{2} + \frac{m v^2}{2} = I_0 \omega^2$
 $I_{нас} \omega^2 = \frac{I_0 \omega^2}{2}$
 $I_{нас} = 2I_0$

$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$

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

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

$\cos \alpha = \frac{2\sqrt{5}}{5}$

$\frac{4}{5} = 0,8$

$2 \cdot 8 = 16$

$\frac{350}{32} \cdot 4 = 43,75$

$\frac{32}{64} = 0,5$

$\frac{22}{44} = 0,5$

$\frac{28}{56} = 0,5$

$\frac{0,28}{0,28} = 1$

$7 \cdot 6 = 42$

$6 + 8 = 10 + 4$

$\frac{8}{8} = 1$

$\frac{16}{16} = 1$

$\frac{24}{24} = 1$

$c = \sqrt{\mu_0 \epsilon_0}$

$\epsilon_0 = 8,85$

$k = \frac{1}{4\pi \epsilon_0}$

$k = 3 \cdot 10^8$

$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi k}$

$\cdot 12$

$\frac{16}{10000} \cdot \frac{32}{100} = \frac{512}{1000000} = 512 \cdot 10^{-6}$

$\frac{3}{2} \gamma R T + A = 26S + \frac{3}{2} \gamma R T$

$A = 26S = 86 \pi R^2$

$\frac{16}{32} = 0,5$

$\frac{0,04}{0,04} = 1$

$\frac{16}{192} = 0,083$

$\frac{32}{32} = 1$

$\frac{512}{512} = 1$

94-87-80-60 (139,4)

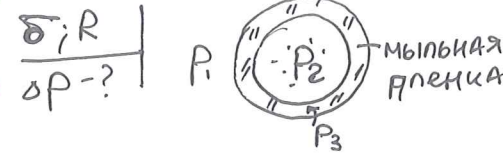
51

6	1	5	3	4
3	1	5	3	4
3	1	5	3	4
3	1	5	3	4
3	1	5	3	4

Чистовик

2

Вопрос:



По ф-ле Лапласа:

$P_3 - P_1 = \frac{2\sigma}{R}$
 $P_2 - P_3 = \frac{2\sigma}{R}$
 $\Delta P = P_2 - P_1 = \frac{4\sigma}{R}$

Ответ: $\Delta P = \frac{4\sigma}{R}$

Задача:

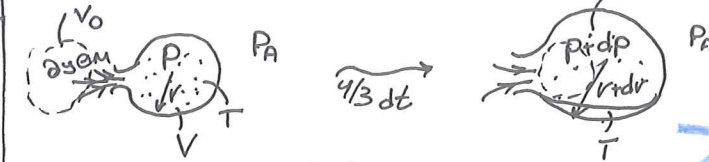
$A_{min} = ?$

$\sigma = 0,04 \frac{H}{M}$

$P_A = 100 \text{ кПа}$

$R = 4 \text{ см}$

произв. момент:



1) $P = P_A + \frac{4\sigma}{r}$

~~2) в начале: $P_A V_0 = \gamma R T$~~

2) в начале: $P_A V_0 = \gamma R T$
в конце: $P_B V_0 = \gamma R T$
 $\rightarrow P_A V_0 = (P_A + \frac{4\sigma}{R}) \cdot \frac{4}{3} \pi R^3$
 $V_0 = \frac{4\pi R^3 (P_A + \frac{4\sigma}{R})}{3P_A}$ - нач-во объема воздуха который хотим закачать в шар.

3) $A_r = -P_A V_0 + \int_0^R (P_A + \frac{4\sigma}{r}) \cdot 4\pi r^2 dr$
 $A_r = (P_A \cdot \frac{R}{3} + 26) R^3 \cdot 4\pi - P_A V_0 = \frac{4}{3} \pi R^3 P_A + 86 R^3 \pi - \frac{4}{3} \pi R^3 (P_A + \frac{4\sigma}{R})$

$A_r = 86 \pi R^2 - \frac{16}{3} \sigma \pi R^2 = \frac{8}{3} \sigma \pi R^2$

4) $A_{min} = \frac{8}{3} \sigma \pi R^2$
 $A_{min} \approx \frac{8}{3} \cdot 0,04 \cdot 3,14 \cdot 0,04^2 \text{ Дж}$
 $A_{min} \approx 8 \cdot 0,04 \cdot 0,0016 = 0,32 \cdot 0,0016 = 512 \cdot 10^{-6} \text{ Дж} = 512 \text{ мкДж}$

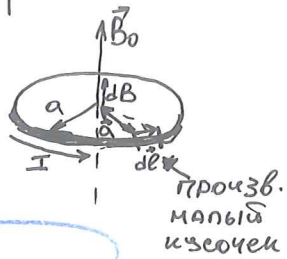
Ответ: $A_{min} = 512 \text{ мкДж}$

3

Черновик

Вопрос:

$B_0 = ?$
 $I; a$



$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I [dl \vec{e}_1; \vec{a}]}{a^3}$$

$$\vec{B}_0 = \int d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I}{a^3} \int [dl \vec{e}_1; \vec{a}]$$

$$B_0 = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I}{a^3} \cdot 2\pi a \cdot a$$

$$B_0 = \frac{\mu_0}{2} \cdot \frac{I}{a}$$

Ответ: $B_0 = \frac{\mu_0 I}{2a}$ (+)

Задача:

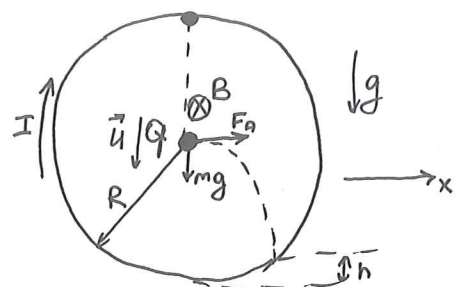
$\gamma = \frac{q}{m} = ?$

$R = 62,8 \text{ см}$

$Q = 2414 \text{ нКл}$

$\Sigma = 3 \text{ мс}$

$h = 2 \text{ см}$



1) ЗСЭ: $U = \sqrt{2gR}$ (+) — скорость, когда проходит центр кольца

2) Рассм. прохождение центра при "вип. поля"

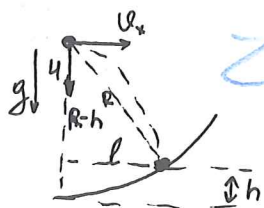
ЗУИ: $x: dp_x = F_A \cdot dt$

$$m dU_x = qU \cdot dt + F_{\text{отр}}, \quad B = \frac{\mu_0 I}{2R}, \quad I = \frac{dQ}{dt}$$

$$m dU_x = qU \cdot dQ \cdot \frac{\mu_0}{2R}$$

$$U_x = \gamma U \cdot Q \cdot \frac{\mu_0}{2R} \text{ причем так } \Sigma = 3 \text{ мс, то по верт. не сдвинулось + и поэтому } B = \frac{\mu_0 I}{2R}$$

3) Рассм. полет частицы



$$U_x = \text{const}$$

$$l = \sqrt{R^2 - (R-h)^2} = \sqrt{2Rh - h^2}$$

$$l = U_x \cdot t_0, \quad t_0 - \text{время падения частицы}$$

$$R-h = U_x t_0 + \frac{gt_0^2}{2}$$

4) Получим:

$$\begin{cases} \sqrt{2Rh - h^2} = \frac{\mu_0}{2R} \cdot \gamma Q \cdot U_x \cdot t_0 \rightarrow t_0 = \frac{l}{U_x} \\ R-h = U_x t_0 + \frac{gt_0^2}{2} \\ U = \sqrt{2gR} \end{cases} \rightarrow R-h = \frac{4l}{U_x} + \frac{gl^2}{2U_x^2}$$

Черновик

$R = 62,8 \text{ см}$

$Q = 2414 \text{ нКл}$

$h = 2 \text{ см}$

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$

$$\gamma = \frac{R \sqrt{2Rh - h^2}}{\mu_0 Q \sqrt{2gR}} \cdot \frac{\sqrt{2gR} + \sqrt{4gR - 2gh}}{R-h}$$

$$\gamma = 0,628 \cdot \sqrt{2 \cdot 0,628 \cdot 0,02 - 0,02}$$

3 (продолжение)

Чисто вич

$$5) R-h = \frac{4l}{v_x} + \frac{gl^2}{2v_x^2}$$

$$2(R-h)v_x^2 = 4lv_x + gl^2$$

$$2(R-h)v_x^2 - 4lv_x - gl^2 = 0$$

$$v_x = \frac{24l \pm \sqrt{44l^2 + 4 \cdot gl^2 \cdot 2(R-h)}}{4(R-h)}, v_x > 0$$

$$v_x = \frac{4l + \sqrt{4l^2 + 2gl^2(R-h)}}{2(R-h)}$$

$$v_x = \frac{4l + l \cdot \sqrt{4 + 2g(R-h)}}{2(R-h)} = \frac{M_0}{2R} \cdot \gamma \cdot 4 \cdot Q$$

$$\gamma = \frac{R}{M_0 4Q} \cdot \frac{4l + l \sqrt{4 + 2g(R-h)}}{R-h}$$

$$\gamma = \frac{R}{M_0 Q \cdot \sqrt{2gR}} \cdot \frac{\sqrt{2gR} + \sqrt{2gR + 2gR - 2gh}}{R-h} \cdot \sqrt{2Rh - h^2}$$

$$\gamma = \frac{R \sqrt{2Rh - h^2}}{M_0 Q \sqrt{2gR}} \cdot \frac{\sqrt{2gR} + \sqrt{4gR - 2gh}}{R-h}$$

$$\gamma \approx 3,2 \frac{\text{мкн}}{\text{кг}}$$

Ответ: $\gamma = 3,2 \frac{\text{мкн}}{\text{кг}}$

без записи

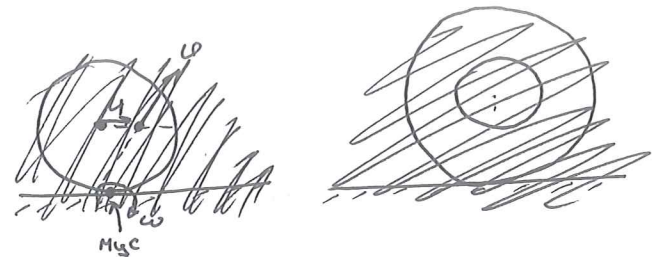
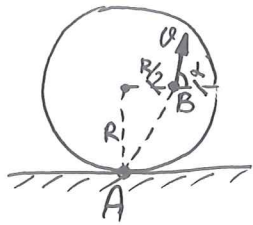
Чистович

11

Вопрос:

U-?

$U; \alpha = \arcsin(0,96) = 73,74^\circ$



- 1) т.к. колесо движется без пр-я, то $U_A = 0$, т.е. т.А - МЦС
- 2) Но если т.А МЦС, то $U \perp AB$, что противоречит усл-ю задачи \oplus .

Задача:

$\vec{a}; \mu$ -?

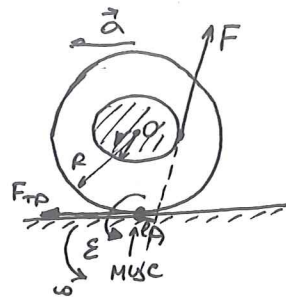
M; R

$r = 0,48R$

$F = \frac{5}{8}Mg$

$\alpha \approx 73,74^\circ$

$\sin \alpha = 0,96$

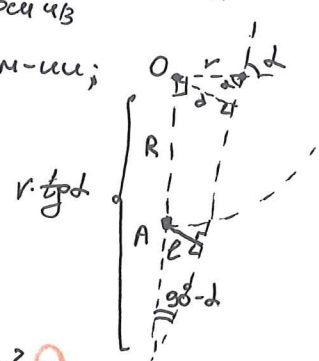


1) ОУ ДВД:

отн-но т.О: $I_0 \cdot \epsilon = F \cdot v - F_{тр} \cdot R$ \oplus

отн-но т.А: $I_A \cdot \epsilon = F \cdot l$ \oplus

2) Из геом-ии;



$d = r \cdot \sin \alpha$

$\frac{d}{l} = \frac{r \cdot \sin \alpha}{r \cdot \sin \alpha - R}$

$l = \frac{r \cdot \sin \alpha (r \cdot \sin \alpha - R)}{r \cdot \sin \alpha}$ \oplus

3) $I_0 = MR^2 \oplus$

$I_A = I_0 + MR^2 = 2MR^2$

4) Получим: $2MR^2 \cdot \epsilon = F \cdot l$

$\epsilon R = a = \frac{F \cdot l}{2MR} = \frac{5}{8} \cdot \frac{Mg}{2MR} \cdot \frac{r \sin \alpha \cdot (r \sin \alpha - R \cos \alpha)}{r \sin \alpha}$

$a = \frac{5}{16} \cdot \frac{g}{R} \cdot (r \sin \alpha - R \cos \alpha)$

$a = \frac{5}{16} (0,48 \cdot \sin \alpha - \cos \alpha) g$ влево

(узел сдвигания θ). \oplus

21 (продолжение)

Чисто виа

$$5) F_{\text{тр}} = \frac{I_0 \varepsilon + Fr}{R} \leq \mu N, \quad N = Mg$$

$$Mg \mu \geq F \cdot \frac{r}{R} - Mg \cdot a$$

$$Mg \mu \geq \frac{5}{8} Mg \cdot \frac{r}{R} - Mg \cdot K, \quad \text{где } K = \frac{5}{16} (0,48 \cdot \sin d - \cos d)$$

$$\mu \geq \frac{5}{8} \cdot 0,48 - \frac{5}{16} \cdot 0,48 \cdot 0,96 - \sqrt{1 - 0,96^2}$$

$$\mu \geq \frac{5}{8} \cdot 0,48 \left(1 - \frac{1}{2} \cdot 0,96 \right) - \sqrt{0,0784}$$

$$\mu \geq \frac{5 \cdot 48}{8 \cdot 100} \left(1 - \frac{96}{200} \right) - \frac{\sqrt{0,0784}}{0,28}$$

$$\mu \geq \frac{7}{20} \cdot \frac{104}{100} - \frac{28}{100}$$

$$\mu \geq \frac{7 \cdot 52}{10 \cdot 100} - \frac{28}{100}$$

$$\mu \geq \frac{7 \cdot 26}{500} - \frac{28 \cdot 5}{500}$$

$$\mu \geq \frac{42}{500} = \frac{84}{1000}$$

$$\boxed{\mu \geq 0,084}$$

$$6) a = \frac{5}{16} \cdot \left(\frac{48}{100} \cdot \frac{96}{100} - \frac{28}{100} \right) \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} =$$

$$= \frac{5}{16 \cdot 100} \cdot \left(\frac{48 \cdot 48 \cdot 2 - 2800}{100} \right) \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} =$$

$$= \frac{1}{16 \cdot 2} \cdot \frac{48 \cdot 48 - 1400}{100} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} =$$

$$= \frac{1}{16 \cdot 2} \cdot \frac{24 \cdot 48 - 700}{25} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} =$$

$$= \frac{1}{16} \cdot \frac{24 \cdot 24 - 350}{25} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} =$$

$$= \frac{1}{16} \cdot \frac{576 - 350}{25} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = \frac{226}{16 \cdot 25} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\boxed{a = \frac{114}{8 \cdot 25} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = \frac{57}{4 \cdot 25} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = \frac{57}{100} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 0,57 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}$$

Ответ: $a = 0,57 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ влево

$$\mu \geq 0,084$$

Чистовик

№4

Вопрос:

Можно описывать усл-ва распространения света в рамках геом. оптики, если $\lambda \ll d$, где λ - длина волны, а d - размер предмета или отверстий.

ЗАДАЧА:

l - ?

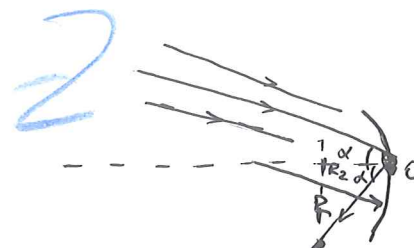
$\lambda = 8 \mu\text{m}$

$R = 30 \text{ м}$

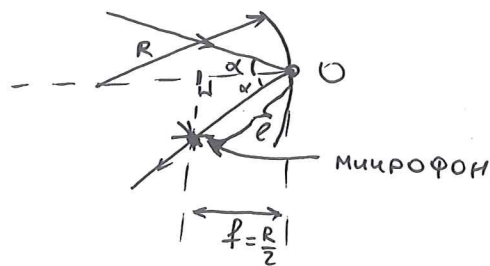
$\alpha = 30^\circ$

$c \approx 340 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

1) т.к. усл. дано, то примерно || пучок колеб-ся звука идет, к сфер. пов-ти



2) По ф-ле сфер. зеркала $\frac{1}{\infty} + \frac{1}{f} = \frac{2}{R}$
 $f = \frac{R}{2}$



3) Из геом-ии: $l = \frac{f}{\cos \alpha} = \frac{R}{2 \cos \alpha}$

$l = \frac{30 \text{ м}}{2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = 10\sqrt{3} \text{ м}$

Ответ: $l = 10\sqrt{3} \text{ м}$

