0 813214 880005

81-32-14-88
(139,2)

выход 15^{22}
вернулся 15^{25}

+ 2 доп лист

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

сдал 16 — 14

Вариант 06

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Покори Воробьёвы Горы!"
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Уривского Арсения Алексеевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«03» апреля 2026 года

Подпись участника

Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Чистовик

Задача.

$\nu = 8$ кГц; $c = 340$ м/с; $R = 30$ м;
$h \approx l \approx 1{,}5$ м; $\alpha = 30^\circ$; микрофон принимает звук с max амплитудой. $\rho = ?$

Решение.

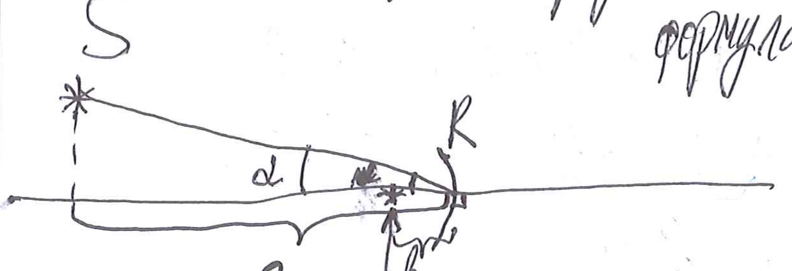
λ — длина волны; $c = \lambda\nu \Rightarrow \lambda = \frac{c}{\nu} \approx 4{,}25$ см

$\lambda << h$; $\lambda << l$. Рассм. ~~аналогичную~~ вспомогательную задачу:

S * ← точечный ист. света

часть сферического зеркала. (R)

формула сферич. зеркала;



$$\frac{2}{R} = \frac{1}{b} + \frac{1}{a}$$

S' — изобр. источника

$a >> R; \Rightarrow \frac{2}{R} \approx \frac{1}{b}$

$\Rightarrow b \approx \frac{R}{2} \approx 15$ м

(Для цилиндрич. зеркала изображение будет там же, ведь их радиусы в одном из сечений совпадают). Вернёмся к задаче:

Найдём „изображение" источника волн в таком „зеркале" (Так можно делать, т.к. по усл. поглощением можно пренебречь $\Rightarrow$ отражённые волны присутствуют).

Продолжение см. на след. листе.

81-32-14-88
(139.2)

	1	2	3	4	Σ
+	5	5	5	5	20
3	20	10	11	11	52

72

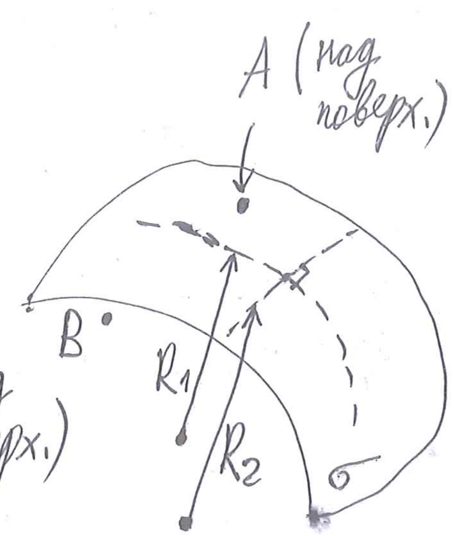
Чистовик

Задание 2.

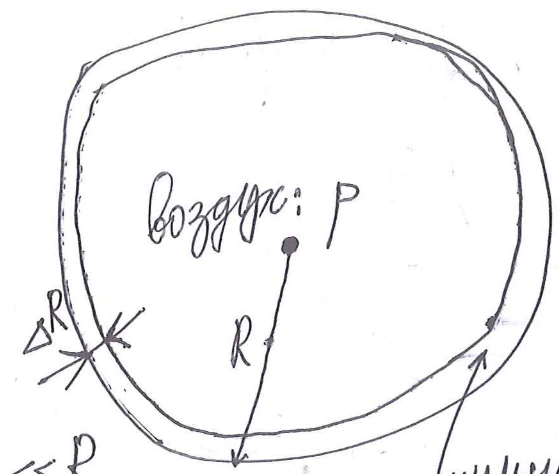
Вопрос:

для любой поверхности:
Перепад давл. по формуле Лапласа:

$$p_B - p_A = \sigma\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$



Теперь рассм. пузырь:



воздух: p_A

$\Delta R << R$.
(пузырь тонкостенный)

$$\left.\begin{aligned} p - p_m &= \frac{2\sigma}{R-\Delta R} \\ p_m - p_A &= \frac{2\sigma}{R} \end{aligned}\right| + \Rightarrow p - p_A = \frac{2\sigma}{R-\Delta R} + \frac{2\sigma}{R}.$$

$$\Delta R << R \Rightarrow \frac{2\sigma}{R-\Delta R} \approx \frac{2\sigma}{R}.$$

$$\Rightarrow \boxed{p - p_A = \frac{4\sigma}{R}}$$

Задача: $R = 4$ см; $\sigma = 0{,}04\ \frac{Н}{м}$; $p_A = 100$ кПа.
$A_{min} = ?$

Решение.

Промежуточный момент: радиус пузыря r;

чистовик

p_A давл. внутр.: $p(r) = p_A + \frac{4\sigma}{r}$ +

Площадь внутр. пов-ти ≈ ≈ Площади внешней пов-ти $= S$;

$S = 4\pi r^2$; Пусть радиус пузыря $\uparrow$ на dr;

$\Rightarrow \delta A_{атм} = -p_A S dr$; $\delta A = p(r)\cdot S \cdot dr$

$\delta A = \left(p_A + \frac{4\sigma}{r}\right)\cdot 4\pi r^2 \cdot dr.$

$A_{min} = \int \delta A = \int_0^R \left(p_A + \frac{4\sigma}{r}\right)\cdot 4\pi r^2 \cdot dr = 4\pi\cdot\left(p_A\cdot\frac{R^3}{3} + 4\sigma\cdot\frac{R^2}{2}\right)$

$$\boxed{A_{min} = p_A\cdot\frac{4}{3}\pi R^3 + 8\pi\sigma R^2}$$

$A_{min} \approx 100\,000\cdot\frac{4}{3}\pi\cdot\frac{4^3}{100^3}$ Дж $+ 8\pi\cdot\frac{4}{100}\cdot\frac{4^2}{100^2}$ Дж $=$

$= \frac{4^4\pi}{30}$ Дж $+ \frac{8\cdot 4^3\pi}{10^6}$ Дж $= \left(\frac{256\pi}{30} + \frac{512\pi}{10^6}\right)$ Дж $\approx$

$\approx$ ~~26,8~~ 26 Дж + 1,6 мДж $\approx$ 26 Дж.

Ответ: $A_{min} = p_A\cdot\frac{4}{3}\pi R^3 + 8\pi\sigma R^2 \approx 26$ Дж

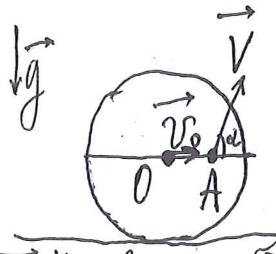
Задание 1.

Вопрос:

точка на серед. радиуса: V; $\alpha = \arcsin(0{,}96) \approx 73{,}74°$

$v_0 = ?$

Решение.



$\vec{v}_0 \parallel$ поверхности $\Rightarrow$

диск жёсткий; $\Rightarrow |OA| = const$;

$\Rightarrow \frac{d}{dt}(|OA|) = 0$; $\Rightarrow V\cos\alpha - v_0 = 0$;

$v_0 = V\cos\alpha = V\cdot\sqrt{\cos^2\alpha} = V\sqrt{1-\sin^2\alpha}$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

чистовик

$\mathrm{ctg}\,\Delta\varphi \approx 3{,}2 \Rightarrow \mathrm{tg}\,\varphi \approx \frac{1}{3{,}2} \approx 0{,}31.$

$\Delta\varphi = \mathrm{arctg}\,0{,}31 + \pi K, \quad K \in \mathbb{Z}$

Также подх. $-\Delta\varphi$; $\Rightarrow$

$\gamma\frac{\mu_0 Q}{2R} = \pm\,\mathrm{arctg}\,0{,}31 + \pi K.$

$$\boxed{\gamma = \frac{2R}{\mu_0 Q}\cdot\left(\pm\,\mathrm{arctg}\,0{,}31 + \pi K\right).}$$

в СИ: $\frac{2R}{\mu_0 Q} = \frac{2\cdot 0{,}628}{4\pi\cdot 10^{-7}\cdot Q} = \frac{2\cdot 628}{4\pi\cdot 10^{-4}\cdot 2{,}414} \approx \frac{2\cdot 200\pi\cdot 10^4}{4\pi\cdot 2\cdot 2{,}414} = \frac{2\cdot 10^6}{2\cdot 2{,}414} \approx \frac{10^6}{1+\sqrt{2}}$

~~$\mathrm{arcctg}\,\Delta\varphi = \mathrm{arctg}\frac{1}{\Delta\varphi}$~~

~~$\approx \frac{1}{\Delta\varphi}$~~

$\Delta\varphi \approx \mathrm{tg}\,\Delta\varphi \approx \frac{\sqrt{2}+1}{8}$; $\Rightarrow \gamma \approx \left(\frac{\sqrt{2}+1}{8} + \pi K\right)\frac{2R}{\mu_0 Q}$

Ответ: $\gamma = \frac{2R}{\mu_0 Q}\left(\pm\,\mathrm{arctg}\,0{,}31 + \pi K\right), K \in \mathbb{Z}$

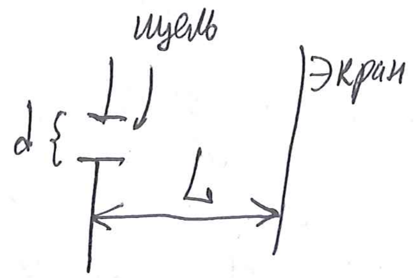
$\gamma \approx \left(\pm\frac{\sqrt{2}+1}{8} + \pi K\right)\cdot\frac{10^6}{\sqrt{2}+1}\frac{Кл}{Кг} \approx \pm 1{,}125\cdot 10^5 + \frac{\pi}{\sqrt{2}+1}\cdot 10^6 K \frac{Кл}{Кг}$

$\gamma \approx \pm 1{,}125\cdot 10^5\frac{Кл}{Кг} + \frac{10^6\pi}{\sqrt{2}+1}K\frac{Кл}{Кг}, \quad K \in \mathbb{Z}.$

Задание 4.

Вопрос:

При возможной дифракции (длина волны λ)



Дифракционный параметр: $p = \frac{d^2}{\lambda L}$. +

При $p \gg 1$ применимо приближ. геометр. оптики. (d — характерный ~~разм.~~ размер препятствия).

Геом. оптика получ. из волновой предельным переходом $\lambda \to 0$.

Чистовик

$$\operatorname{ctg}\Delta\varphi = \frac{-1 \pm \sqrt{1 - \frac{1}{R}\left(\frac{x^2}{4R} - (R-\Delta h)\right)}}{x}\cdot 2R$$

$$\operatorname{ctg}\Delta\varphi = \frac{1}{x}\left(-2R \pm \sqrt{4R^2 - 4R^2\left(\frac{x^2}{4R^2} - \frac{R-\Delta h}{R}\right)}\right)$$

$$\operatorname{ctg}\Delta\varphi = \frac{1}{x}\left(-2R \pm \sqrt{4R^2 - x^2 + 4R(R-\Delta h)}\right)$$

$$\operatorname{ctg}\Delta\varphi = \frac{-2R \pm \sqrt{8R^2 - 4R\Delta h - (2R-\Delta h)\Delta h}}{\sqrt{(2R-\Delta h)\Delta h}}$$

~~ctgΔφ~~ Выбрали Δφ так, что ~~...~~ $\operatorname{ctg}\Delta\varphi > 0$

Также для найденных Δφ ещё могут реализовываться $-\Delta\varphi$ (откл. влево, а не вправо), т.е. $\forall \gamma$: решением также явл-ся и $-\gamma$.

$$\boxed{\operatorname{ctg}\Delta\varphi = \frac{\sqrt{8R^2 - 6R\Delta h + (\Delta h)^2} - 2R}{\sqrt{2R\Delta h - (\Delta h)^2}}}$$

$$\Delta\varphi = \gamma \frac{\mu_0 Q}{2R}$$

$$\operatorname{ctg}\Delta\varphi = \frac{\sqrt{8\cdot 62{,}8^2 - 6\cdot 62{,}8\cdot 2 + 2^2} - 2\cdot 62{,}8}{\sqrt{2\cdot 62{,}8\cdot 2 - 2^2}} =$$

$$= \frac{2\sqrt{2}\cdot 62{,}8\cdot\sqrt{1 - \frac{2\cdot 6\cdot 62{,}8}{8\cdot 62{,}8^2} + \frac{2^2}{8\cdot 62{,}8^2}} - 2\cdot 62{,}8}{2\sqrt{62{,}8}\cdot\sqrt{1 - \frac{4}{4\cdot 62{,}8}}} \approx$$

$$\approx \frac{2\sqrt{2}\cdot 62{,}8\left(1 - \frac{6}{8\cdot 62{,}8}\right) - 2\cdot 62{,}8}{2\sqrt{62{,}8}\left(1 - \frac{1}{2\cdot 62{,}8}\right)} \approx \frac{2\cdot 62{,}8\cdot(\sqrt{2}-1)}{2\sqrt{62{,}8}} =$$

$$= \sqrt{62{,}8}(\sqrt{2}-1) \approx 8\cdot 0{,}4 \approx 3{,}2;\quad \operatorname{tg}\Delta\varphi \approx \frac{1}{\sqrt{62{,}8}}\cdot\frac{1}{\sqrt{2}-1} \approx \frac{\sqrt{2}+1}{8}$$

Чистовик

$$\boxed{v_0 = V\sqrt{1-\sin^2\alpha} = 0{,}28V}$$

$$\sqrt{1-0{,}96^2} = \sqrt{1-0{,}96}\cdot\sqrt{1+0{,}96} = \sqrt{\frac{4}{100}}\cdot\sqrt{\frac{196}{100}} = \frac{2\cdot 14}{10\cdot 10} = 0{,}28$$

Задача.

M; R; $r = 0{,}48r$; „крышки" рад. R однородные; трубка рад. r лёгкая;

$F = \frac{5}{8}Mg$; $\alpha = \arcsin(0{,}96) \approx 73{,}74°$;

катушка не скользит, нить сматывается без проскальз.:

в какую стор. и с каким ускор. а дви. ось — ?

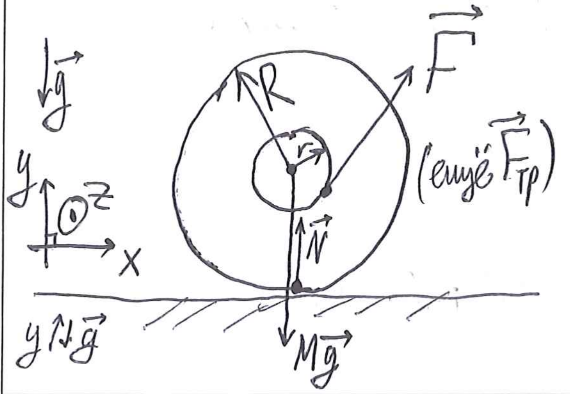
При каких μ (коэфф. трения) это возможно?

Решение.

Из условия следует, что масса распред. равномерно по площади катушки, $\Rightarrow$

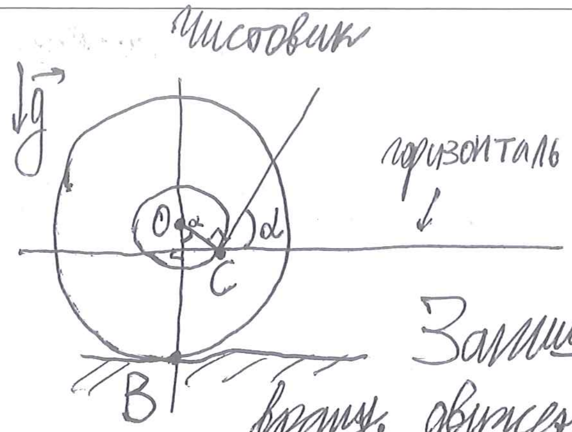
$J_0 = \frac{MR^2}{2}$ (момент инерции катушки отн. оси, $\perp$ катушке и прох. через её центр).

т. Гюйгенса — Штейнера: $J = J_0 + Md^2$, где d — расст. между осями. Расст. силы:



(Записал все силы, кроме силы трения покоя, т.к. пока не очевидно, куда она напр.)

Чистовик



Пусть B — точка поверхности, которая касается катушки.

Запишем осн. ур-ние динамики вращ. движения отн-но т. B:

$$\underbrace{\Sigma \vec{M}}_{\text{моменты сил}} = \frac{d\vec{L}}{dt}.$$

$\vec{L}$ — момент импульса.

$$\vec{L} = J_B \vec{\varepsilon} = (J_0 + MR^2)\vec{\varepsilon} = \frac{3MR^2}{2}\vec{\varepsilon}.$$

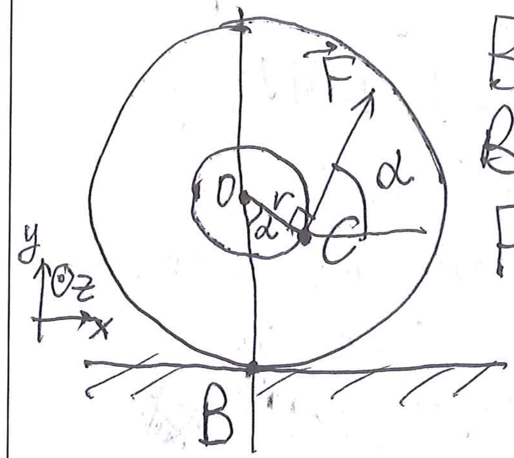
$\vec{\varepsilon}$ — угл. ускор. катушки; $|\vec{\varepsilon}| = \frac{a}{R}$.

$$\vec{M}_{mg} = \vec{M}_N = \vec{M}_{F_{тр}} = \vec{0}; \Rightarrow \Sigma \vec{M} = \vec{M}_F$$

$$\vec{M}_F = [\vec{BC} \times \vec{F}] = [(BC_x \vec{e}_x + BC_y \vec{e}_y) \times (F_x \vec{e}_x + F_y \vec{e}_y)]$$

$$\vec{M}_F = BC_x \cdot F_y \cdot \vec{e}_z - BC_y \cdot F_x \cdot \vec{e}_z$$

$$\vec{M}_F = \vec{e}_z \cdot (BC_x \cdot F_y - BC_y \cdot F_x).$$



$$BC_x = OC \cdot \sin\alpha = r\sin\alpha$$

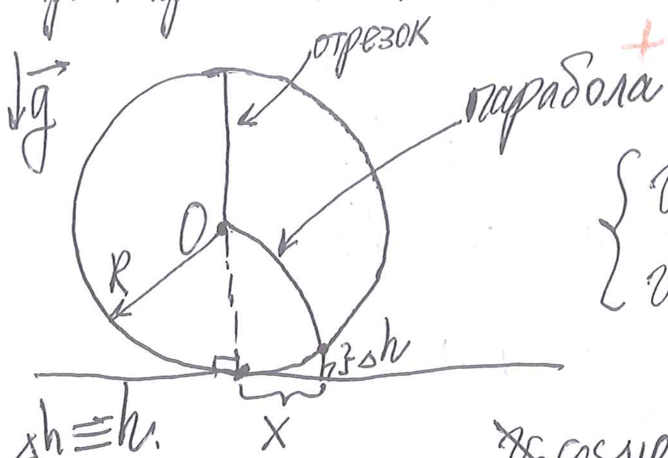
$$BC_y = BO - OC \cdot \cos\alpha = R - r\cos\alpha$$

$$F_x = F\cos\alpha; \quad F_y = F\sin\alpha.$$

$$\vec{M}_F = \vec{e}_z \cdot (r\sin\alpha \cdot F\sin\alpha - (R - r\cos\alpha)F\cos\alpha)$$

Чистовик

Траектория пылинки:



$\Delta h \equiv h.$

Пусть t — время движ. по параболе

Кинематика:

$$\begin{cases} v_0 \sin\Delta\varphi \cdot t = x \Rightarrow t = \frac{x}{v_0 \sin\Delta\varphi} \\ v_0 \cos\Delta\varphi \cdot t + \frac{gt^2}{2} = R - \Delta h \end{cases}$$

$$\Downarrow$$

$$\cancel{v_0}\cos\Delta\varphi \cdot \frac{x}{\cancel{v_0}\sin\Delta\varphi} + \frac{g}{2} \cdot \frac{x^2}{v_0^2 \sin^2\Delta\varphi} = R - \Delta h$$

$$\frac{x}{tg\Delta\varphi} + \frac{gx^2}{2v_0^2 \sin^2\Delta\varphi} = R - \Delta h$$

$$\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1 \Rightarrow 1 + ctg^2\alpha = \frac{1}{\sin^2\alpha}.$$

$$x \cdot ctg\Delta\varphi + \frac{gx^2}{2v_0^2}(1 + ctg^2\Delta\varphi) = R - \Delta h$$

$$\frac{gx^2}{2v_0^2} \cdot ctg^2\Delta\varphi + x \cdot ctg\Delta\varphi + \frac{gx^2}{2v_0^2} - (R - \Delta h) = 0$$

$$ctg\Delta\varphi = \frac{-x \pm \sqrt{x^2 - 4 \cdot \frac{gx^2}{2v_0^2}\left(\frac{gx^2}{2v_0^2} - (R - \Delta h)\right)}}{2 \cdot \frac{gx^2}{2v_0^2}}$$

$$v_0^2 = 2gR; \quad x^2 = (2R - \Delta h)\Delta h$$

$$ctg\Delta\varphi = \frac{-x \pm x \cdot \sqrt{1 - \frac{2g}{v_0^2}\left(\frac{gx^2}{2 \cdot v_0^2} - (R - \Delta h)\right)}}{\frac{gx}{v_0^2} \cdot x}$$

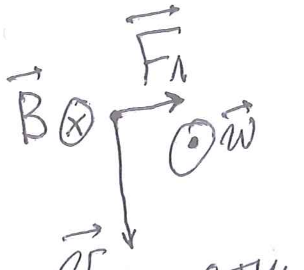
$$ctg\Delta\varphi = \frac{-1 \pm \sqrt{1 - \frac{2g}{2gR}\left(\frac{gx^2}{2 \cdot 2gR} - (R - \Delta h)\right)}}{\frac{gx}{2gR}}$$

чистовик

во время ~~пропускания~~ тока возникает магнитное поле, и на пылинку действует сила Лоренца:

$\vec F_л = q[\vec v \times \vec B]$. $A_{F_л} = 0$; $\Rightarrow$ она не изменяет модуль скорости.

$\tau = 3$ мс — очень маленькое время;



за время τ сила тяжести незначительно подействует на пылинку (в отличие от силы Лоренца)

$\Rightarrow$ будем считать, что за время τ (в течение всего импульса) модуль скорости пылинки оставался постоянным. (Если не пренебрегать, то надо анализировать циклоидальные кривые при дейст-ве в скрещ. полях)

$\Rightarrow$ 2ЗН: $\vec F_л = m\vec a$; (нормальное ускор.) $q[\vec v \times \vec B] = m[\vec\omega \times \vec v]$

$\Downarrow$

$qvB = mv\omega$; $\omega = \frac{qB}{m}$.

$\omega = \frac{d\varphi}{dt}$; где φ — угол между скоростью и фиксир. напр.

$B = \frac{\mu_0 I}{2R}$ (см. ответ на вопрос).

$I = \frac{dQ}{dt}$; $\Rightarrow$ $\frac{d\varphi}{dt} = \frac{q}{m}\cdot\frac{\mu_0}{2R}\cdot\frac{dQ}{dt}$ +

$\Rightarrow$ $d\varphi = \frac{q}{m}\cdot\frac{\mu_0}{2R}dQ$; интегрируя по всему промежутку: $\boxed{\Delta\varphi = \frac{q}{m}\cdot\frac{\mu_0}{2R}\cdot Q} = \gamma\cdot\frac{\mu_0 Q}{2R}$ +

до импульса:

после импульса:

Чистовик

$\vec M_F = \vec e_z \cdot RF\left(\frac{r}{R}\sin^2\alpha - \left(1 - \frac{r}{R}\cos\alpha\right)\cdot\cos\alpha\right)$

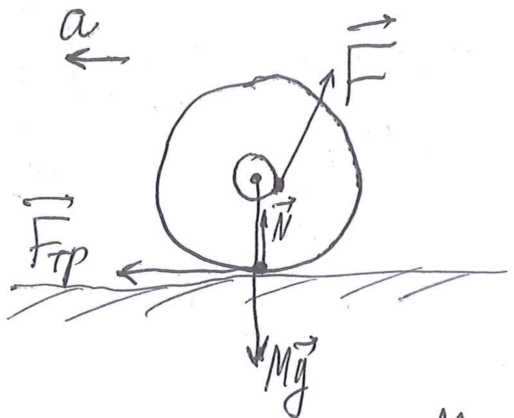
$\vec M_F = \vec e_z \cdot RF\left(\frac{r}{R}\sin^2\alpha - \cos\alpha + \frac{r}{R}\cos^2\alpha\right)$

$\vec M_F = \vec e_z \cdot RF \cdot \left(\frac{r}{R} - \cos\alpha\right)$

$\cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2\alpha} = \sqrt{0{,}04}\cdot\sqrt{1{,}96} = 0{,}28$; $\frac{r}{R} = 0{,}48$

$\Rightarrow$ $\vec M_F \uparrow\uparrow \vec e_z$, т.е. катушка раскруч. против часовой стрелки (↺), т.е. её ось двигается ПРОТИВ оси x, т.е. влево (←).

$\Rightarrow$ $\vec F_{тр}$ напр. влево;



$\Rightarrow$ $\vec M_F = \frac{3MR^2}{2}\vec\varepsilon$.

$\vec e_z \cdot RF\left(\frac{r}{R} - \cos\alpha\right) = \frac{3}{2}MRR\vec\varepsilon$

$\vec\varepsilon \uparrow\uparrow \vec e_z$.

$\cancel{R}F\left(\frac{r}{R} - \cos\alpha\right) = \frac{3}{2}M\cancel{R}R\frac{a}{\cancel{R}}$

$F\left(\frac{r}{R} - \cos\alpha\right) = \frac{3M}{2}a$; $\boxed{a = \left(\frac{2F\left(\frac{r}{R} - \cos\alpha\right)}{3M}\right)}$

$\vec a = -\vec e_x \cdot a$.

$a = \frac{2\cdot F\left(\frac{r}{R} - \cos\alpha\right)}{3M} = \frac{2\cdot\frac{5}{8}Mg(0{,}48-0{,}28)}{3M} = \frac{10}{3\cdot 8}g\cdot 0{,}2 =$

$= \frac{2g}{3\cdot 4\cdot 2} = \frac{g}{12}$; ✓ $\boxed{a = \frac{g}{12}}$ $\boxed{(\text{влево})}$

~~Втор~~ Второй з-н Ньютона: $M\vec g + \vec N + \vec F + \vec F_{тр} = M\vec a$

листовик

Ось y: $-Mg+N+F\sin\alpha=0 \Rightarrow N=Mg-F\sin\alpha$

Ось x: $-F\cos\alpha+F_{тр}=Ma \Rightarrow F_{тр}=F\cos\alpha+Ma$.

$F_{тр}$ – сила тр. покоя $\Rightarrow F_{тр}\le\mu N$.

$$(F\cos\alpha+Ma)\le\mu(Mg-F\sin\alpha)$$

$$\boxed{\mu\ge\frac{F\cos\alpha+Ma}{Mg-F\sin\alpha}}=\frac{\frac58Mg\cdot0{,}28+M\cdot\frac1{12}g}{Mg-\frac58Mg\cdot0{,}96}=$$

$$=\frac{\frac{0{,}28\cdot5}{8}+\frac1{12}}{1-\frac{5\cdot0{,}96}{8}}=\frac{\frac{1{,}4}{8}+\frac1{12}}{1-\frac{4{,}8}{8}}=\frac{\frac7{40}+\frac1{12}}{1-0{,}6}=$$

$$=\frac{\frac7{40}+\frac1{12}}{0{,}4}=\frac{120\left(\frac7{40}+\frac1{12}\right)}{120\cdot0{,}4}=\frac{7\cdot3+10}{48}=\frac{21+10}{48}=\boxed{\frac{31}{48}}$$

Ответ: $a=\frac1{12}g\approx0{,}083g$; влево; $\mu\ge\frac{31}{48}$

Задание 3.

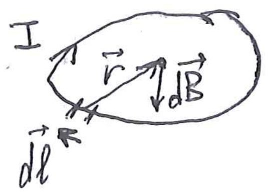
Вопрос: a; I; $B_0=?$ (в центре)

Решение.

$|\vec r|=a$

З-н Био-Савара-Лапласа:

$$d\vec B=\frac{\mu_0}{4\pi}I\frac{[d\vec l\times\vec r]}{r^3}.$$



$$dB=\frac{\mu_0}{4\pi}I\frac{dl\cdot r}{r^3}=$$

$$=\frac{\mu_0}{4\pi}I\frac{dl}{a^2};\quad d\vec B\uparrow\uparrow\vec B_0$$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

листовик

$$\vec B_0=\int d\vec B=\underbrace{\frac{\vec B_0}{B_0}}\cdot\frac{\mu_0}{4\pi}I\cdot\frac1{a^2}\cdot2\pi a=\frac{\vec B_0}{B_0}\cdot\frac{\mu_0 I}{2a}$$

единич. вектор, задающий направление

$$\Rightarrow\boxed{B_0=\frac{\mu_0 I}{2a}}$$

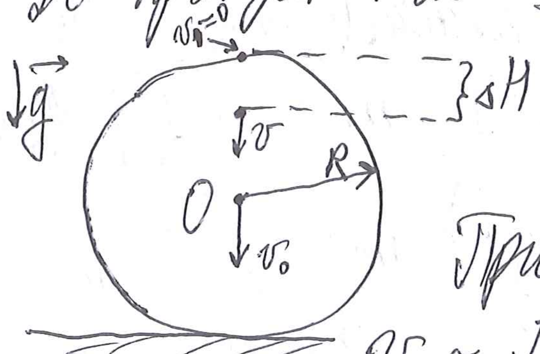
Задача.

$R=62{,}8$ см; $Q=2414$ мКл; $\tau=3$ мс;

$h=2$ см; $\gamma=?$ $\left(\frac{2}{m}\right)$

Решение. $\mu_0\approx4\pi\cdot10^{-7}\ \frac{Тл\cdot м}{А}$

До пропускания заряда:



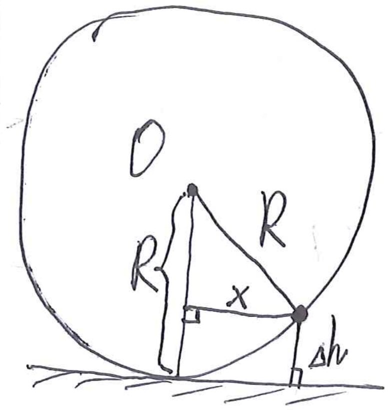
ЗСЭ: $mg\Delta H=\frac{mv^2}{2}$

$$\Rightarrow v=\sqrt{2g\Delta H}$$

При пролетании около центра

$$v_0\approx\sqrt{2gR}$$

Найдём коорд. точки, в которую приземлилась пылинка:



т. Пифагора: $R^2=x^2+(R-\Delta h)^2$.

$(x>0)$

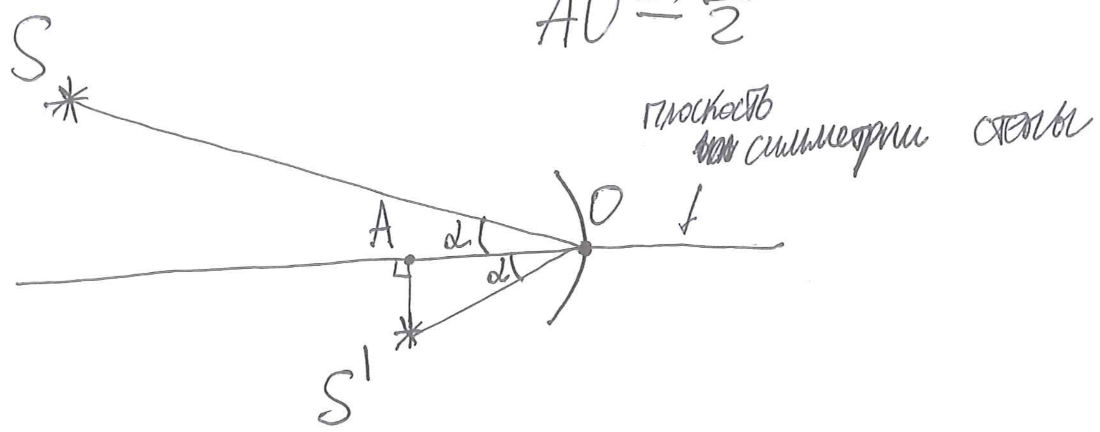
$$\Rightarrow x^2=(2R-\Delta h)\Delta h$$

$$x=\sqrt{2R\Delta h-(\Delta h)^2}$$

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

Задача 4 (продолжение.) Чистовик

$$AO = \frac{R}{2}$$



S; O; и S' $\in$ 1 плоскости, которая $\perp$ $\perp$ плоскости симметрии стены

~~$tg\alpha = \frac{AS'}{AO} = \frac{AS'}{}$~~ $\triangle AOS'$: $\cos\angle AOS = \frac{AO}{OS'}$.

$$\cos\alpha = \frac{R/2}{OS'} \Rightarrow OS' = \frac{R}{2\cos\alpha}$$

Таким образом, звуковые волны, отразившиеся от стены, пройдут через т. S' (на самом деле рядом с ней будет небольшая область, т.к. формула $\frac{1}{a}+\frac{1}{b}=\frac{2}{R}$ выведена в паракс. приближении, но $\alpha = 30°$ не всегда можно считать малым: $\frac{\pi}{6} \approx 0{,}52$; $\sin\frac{\pi}{6} = 0{,}50$)

$\Rightarrow$ в т. S' следует расп. микрофон.

$$\Rightarrow OS' = \rho; \quad \Rightarrow \rho = \frac{R}{2\cos\alpha} = \frac{30\text{ м}}{2\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}} = 10\sqrt{3}\text{ м} \approx 17{,}3\text{ м}$$

Ответ: $\rho = \frac{R}{2\cos\alpha} \approx 17{,}3$ м

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

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

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

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