



сг ол
1615
-
08-

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 6

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

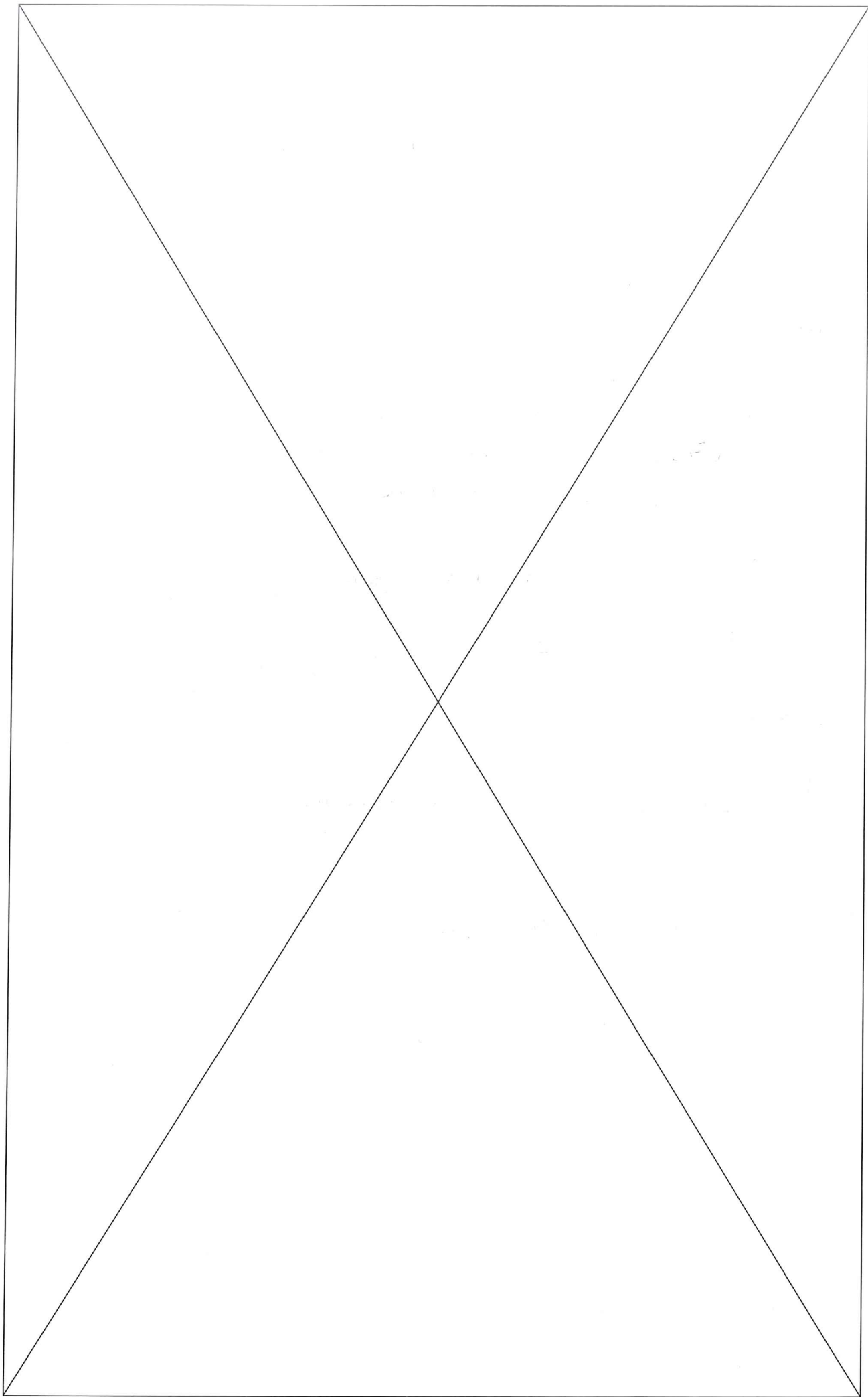
Олимпиада школьников «Олеги Взаровичи Тары»
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

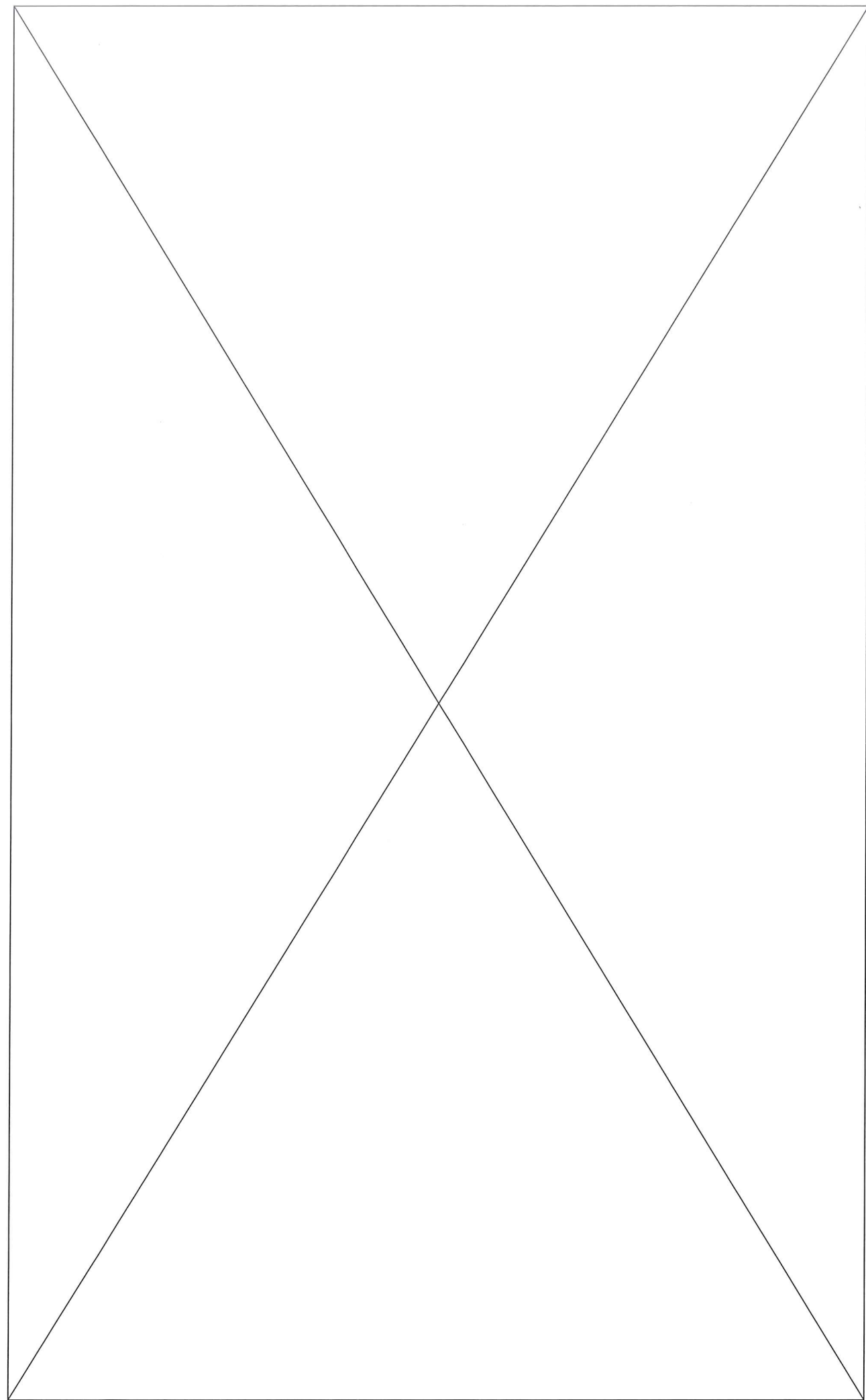
Петр Николаевич Брагинский
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
« 3 » апреля 2026 года

Подпись участника
Петр



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Черновик



$$F = \delta \cdot 2\pi R$$

$$\frac{2\delta}{R} = \frac{4\delta}{R}$$

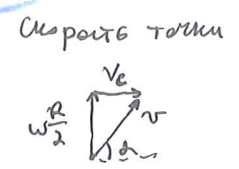
$$\frac{q}{\epsilon_0} = \frac{qB}{H}$$

$$BS = EP$$

$$B \cdot P = \mu_0 I$$

60-03-25-32
(139,3)

N1

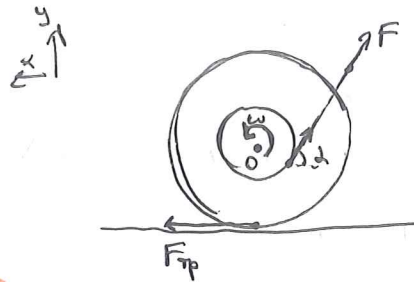


$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,9216} = \sqrt{0,0784}$$

$$v_c = v \cos \alpha$$

Ответ: $v_c = v \cos \alpha = v \cdot \cos(73,74^\circ)$ *не помню от*

Задача:



сила F будет приложена к трубе по касательной, и будет иметь проекцию вверх, значит будет разгружать трубу от веса
сила трения (F_{тр}) будет направлена против возможного движения (влево)

каждая не скользит, значит нет движения влево и $F_{тр} \leq \mu N$

взвешивание:

$$N + F \sin \alpha = Mg \quad N = Mg - F \sin \alpha$$

$$F_{тр} \leq \mu (Mg - F \sin \alpha)$$

$$F_{тр} \leq \mu (Mg - 0,96 \cdot \frac{3}{8} Mg) = \mu Mg \cdot \frac{2}{5}$$

или по о: $J\beta = \sum M_F$ без проскальзывания $a_x = a$

$$\frac{MR^2}{2} \cdot \frac{a_x}{R} = F \cdot r - F_{тр} \cdot R$$

$$\frac{MRa}{2} = F \cdot 0,48R - F_{тр} \cdot R \quad F_{тр} = Ma + F \cos \alpha$$

$$\frac{Ma}{2} = 0,48F - Ma - F \cos \alpha$$

$$\frac{3}{2}Ma = F(0,48 - \cos \alpha) \quad \frac{3}{2}Ma = F(\frac{r}{R} - \cos \alpha)$$

$$\frac{3}{2}Ma = \frac{5}{8}Mg(0,48 - \cos \alpha)$$

$$\alpha = \frac{5}{12}g(0,48 - \cos(73,74^\circ)) \quad \leftarrow \text{влево}$$

$$F_{тр} = \frac{5}{12}Mg(0,48 - \cos(73,74^\circ)) + \frac{5}{8}Mg \cos(73,74^\circ) = \frac{Mg}{5} + \frac{9}{24}Mg \cos(73,74^\circ)$$

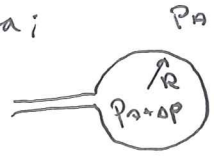
$$Mg(\frac{1}{5} + \frac{5}{24} \cos(73,74^\circ)) \leq \frac{2}{5} \mu Mg \quad \left| \mu \geq \frac{1}{2} + \frac{25}{48} \cos(73,74^\circ) \right|$$

59 (матрица)
 18
 4 5
 3 5 4
 2 4 19
 1 4 3
 19

$\frac{2\delta}{R} + \frac{2\delta}{R} = \frac{4\delta}{R}$
 $\Delta p = \frac{4\delta}{R}$

Ответ: $\Delta p = \frac{4\delta}{R}$

Задача:



пусть мысленно разобьем шар в концентрические тонкие оболочки

пусть в какой-то момент радиус $r < R$



разность давлений будет $\frac{4\delta}{r}$
на элементарную оболочку будет действовать сила $F_g = \Delta p \cdot dS$

Пусть мысленно разобьем шар на элементарные dr тонкие оболочки на элементарную оболочку совершается работа $dA = F dr = \Delta p dr \cdot dS$
работа всех таких же оболочек $dA = \int_S \Delta p dS = \Delta p \cdot 4\pi r^2 \cdot dr$

$dA = \frac{4\delta}{r} \cdot 4\pi r^2 \cdot dr = 16\pi\delta r dr$

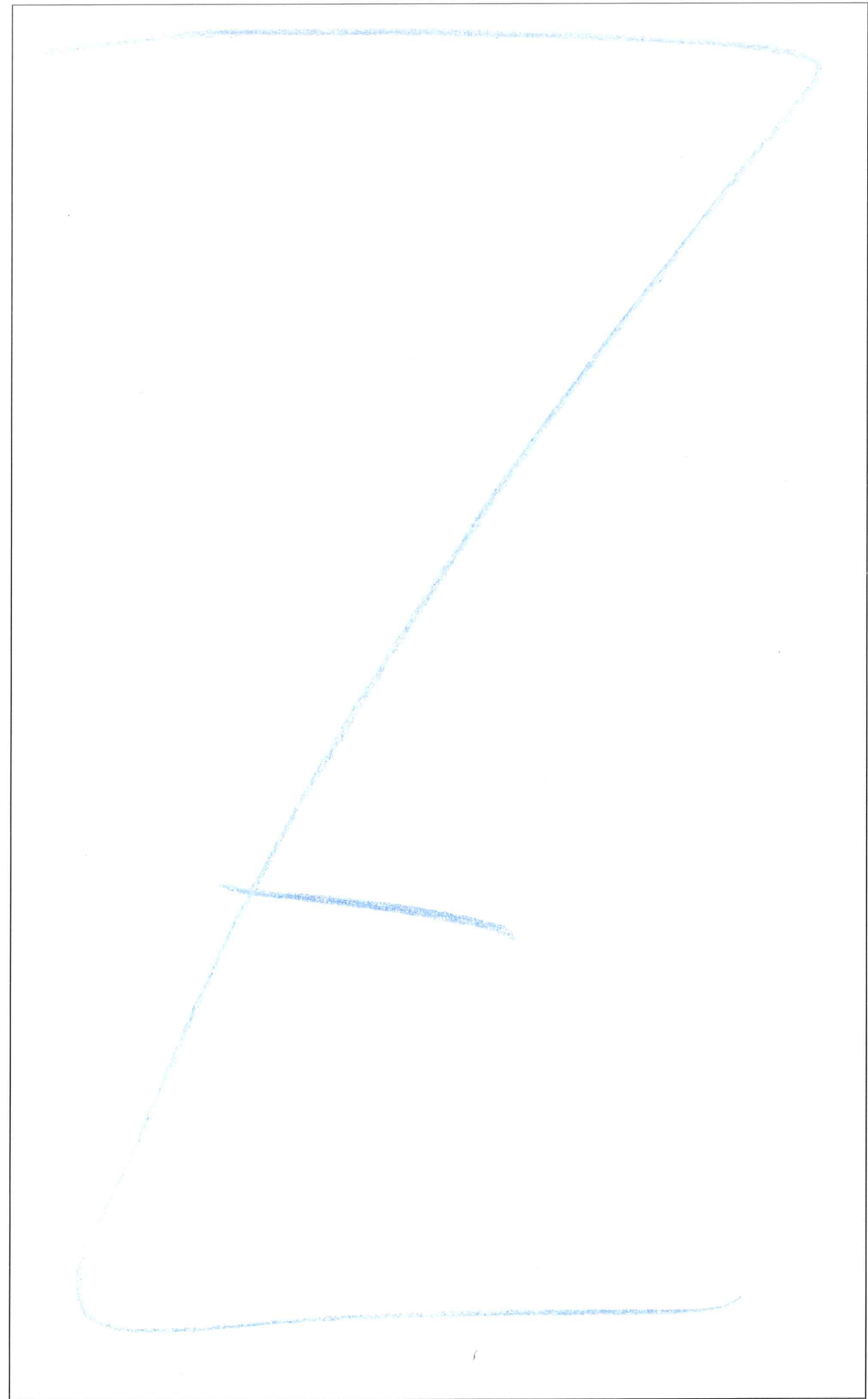
$A = \int_0^R dA = \int_0^R 16\pi\delta r dr = 16\pi\delta \frac{r^2}{2} \Big|_0^R = 8\pi\delta R^2$

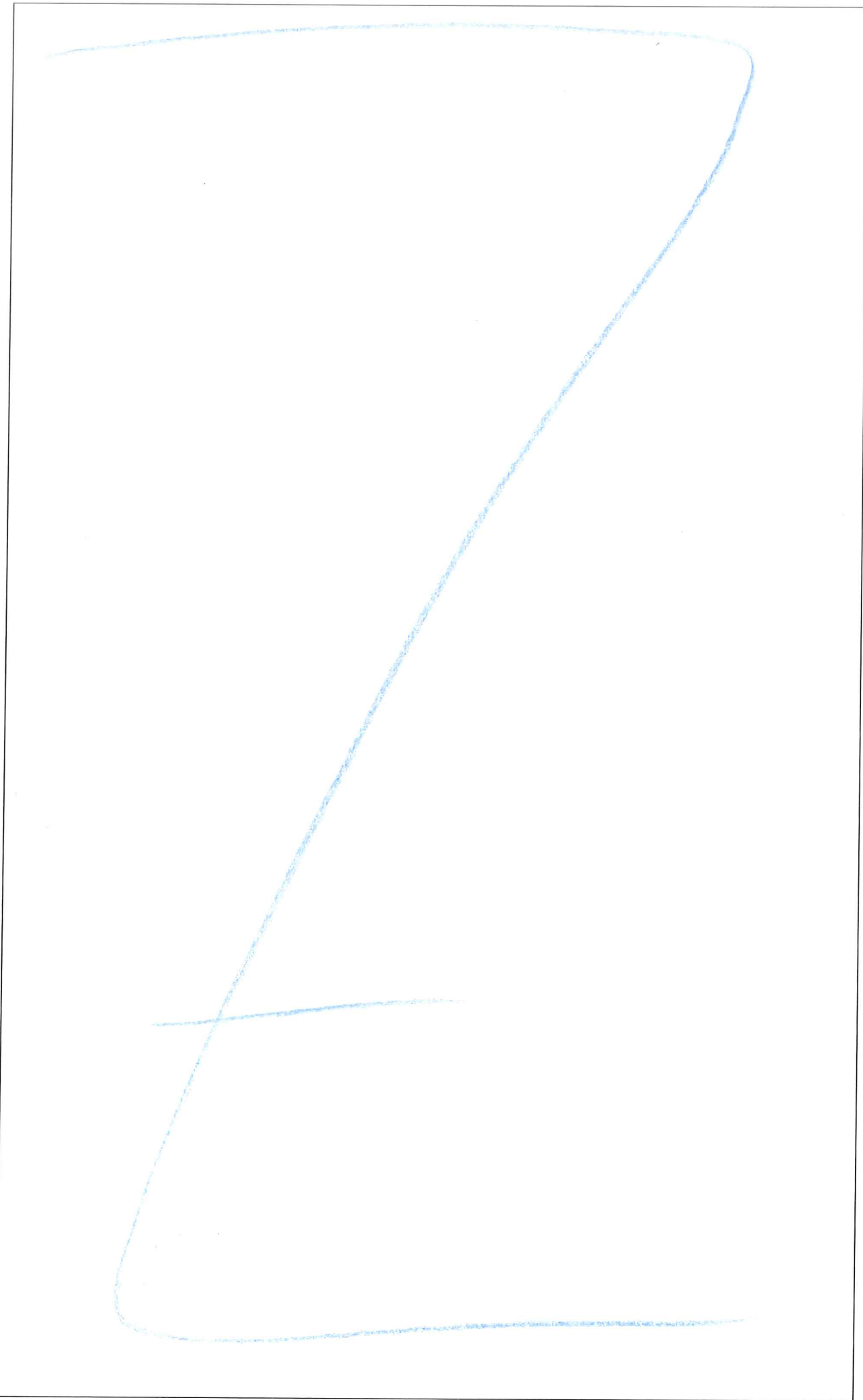
↑ работа, которую необходимо совершить, чтобы раздуть шар

~~Итого~~

$A = 8\pi \cdot 0,04 \cdot 0,04^2 = 0,00064 \cdot 8\pi \approx 0,001608 \text{ Дж}$

$$\begin{array}{r} 572 \\ 314 \\ \hline 2048 \\ 512 \\ \hline 1536 \\ \hline 1607,68 \end{array}$$





60-03-25-32
(139.3)

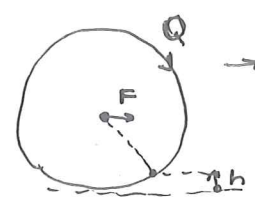
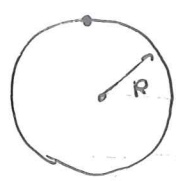


$$dB = \frac{\mu_0 I dl}{4\pi r^2} = \frac{\mu_0 I \cdot dl}{4\pi a^2}$$

$$B = \int dB = \frac{\mu_0 I \cdot 2\pi a}{4\pi a^2} = \frac{\mu_0 I}{2a}$$

Ответ: $\frac{\mu_0 I}{2a}$ \oplus

Задача:



$$I = \frac{Q}{dt}$$

Ответ: $kgR = \frac{kv^2}{2}$
 $v = \sqrt{2gR}$
 +1

на миним. будет действовать сила Лоренца в этот момент

$$F_n = qvB = q\sqrt{2gR} \cdot \frac{\mu_0 I}{2R} = q\sqrt{\frac{g}{2R}} \mu_0 \cdot \frac{Q}{dt}$$

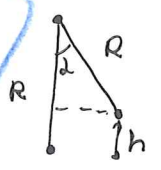
За эти же моменты можно считать, что миним. не успеет сформироваться и находится в центре кольца. За время dt под действием силы F_n миним. получит импульс $dp = F_n \cdot dt$ вправо, в результате что и отклонится

$$F_n = qvB$$

$$dp = m dv = F_n dt = m(v_x - 0)$$

~~или~~ $m v_x = qvB \cdot dt$? Q -не боится?

Рассмотрим дальнейшее движение миним.



$$R - R \cos \alpha = h \quad R(1 - \cos \alpha) = h$$

$$\cos \alpha = 1 - \frac{h}{R}$$

$$x = R \sin \alpha = R \cdot \sqrt{1 - (1 - \frac{h}{R})^2} = R \sqrt{2\frac{h}{R} - \frac{h^2}{R^2}} \approx \sqrt{2hR}$$

$$\sqrt{2hR} = v_x \cdot t_n$$

$$v t_n + \frac{g t_n^2}{2} = R - h$$

Время падения со скоростью

$$\frac{g T^2}{2} = 2R \quad T = \sqrt{\frac{4R}{g}} \quad \frac{g t_n^2}{2} = R \quad t_n = \sqrt{\frac{2R}{g}}$$

$$\frac{g t^2}{2} = 2R - h$$

$$t = \sqrt{\frac{4R - 2h}{g}}$$

время падения до высоты

\Rightarrow все среднее $t_n = t - t_1$

$$t_n = \sqrt{\frac{4R - 2h}{g}} - \sqrt{\frac{2R}{g}} = \frac{\sqrt{4R - 2h} - \sqrt{2R}}{\sqrt{g}} = \sqrt{\frac{2}{g}} (\sqrt{2R - h} - \sqrt{R})$$

$$\sqrt{2hR} = v_x \cdot \sqrt{\frac{2}{g}} (\sqrt{2R-h} - \sqrt{R})$$



Угловая скорость $\omega = \frac{v}{r}$

$$v_x = \frac{\sqrt{ghR}}{\sqrt{2R-h} - \sqrt{R}}$$

$$v_x = \frac{qvBdt}{m} = n r B d t$$

$$n B d t \cdot \sqrt{2gR} = \frac{\sqrt{ghR}}{\sqrt{2R-h} - \sqrt{R}}$$

или не учитывать $\frac{h^2}{R^2}$, то $n B d t \sqrt{2gR} = \frac{\sqrt{ghR - \frac{gh^2}{2}}}{\sqrt{2R-h} - \sqrt{R}}$

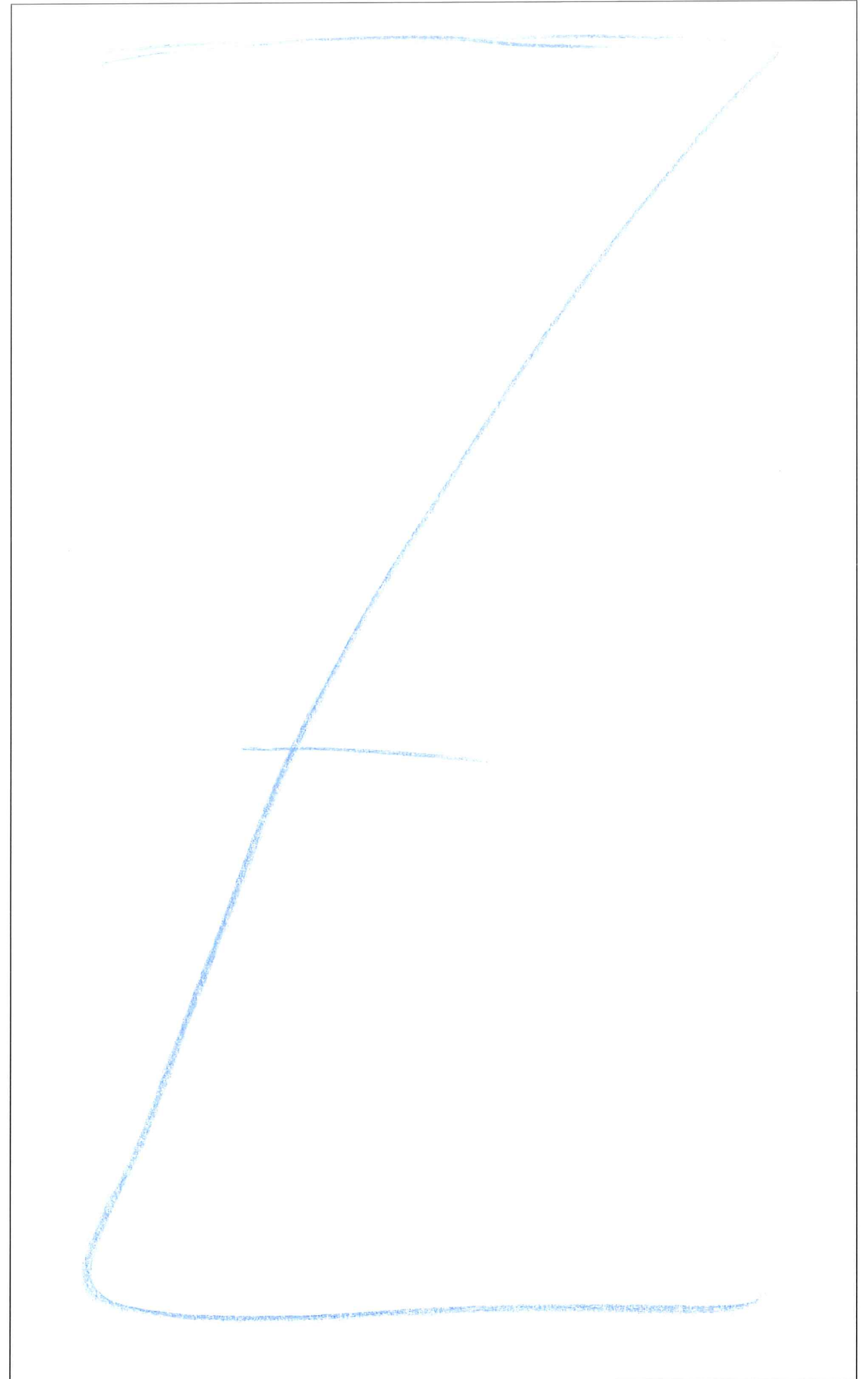
$$B d t = \frac{\mu_0 I}{2R} d t = \frac{\mu_0 Q}{2R} \frac{d t}{d t} = \frac{\mu_0 Q}{2R}$$

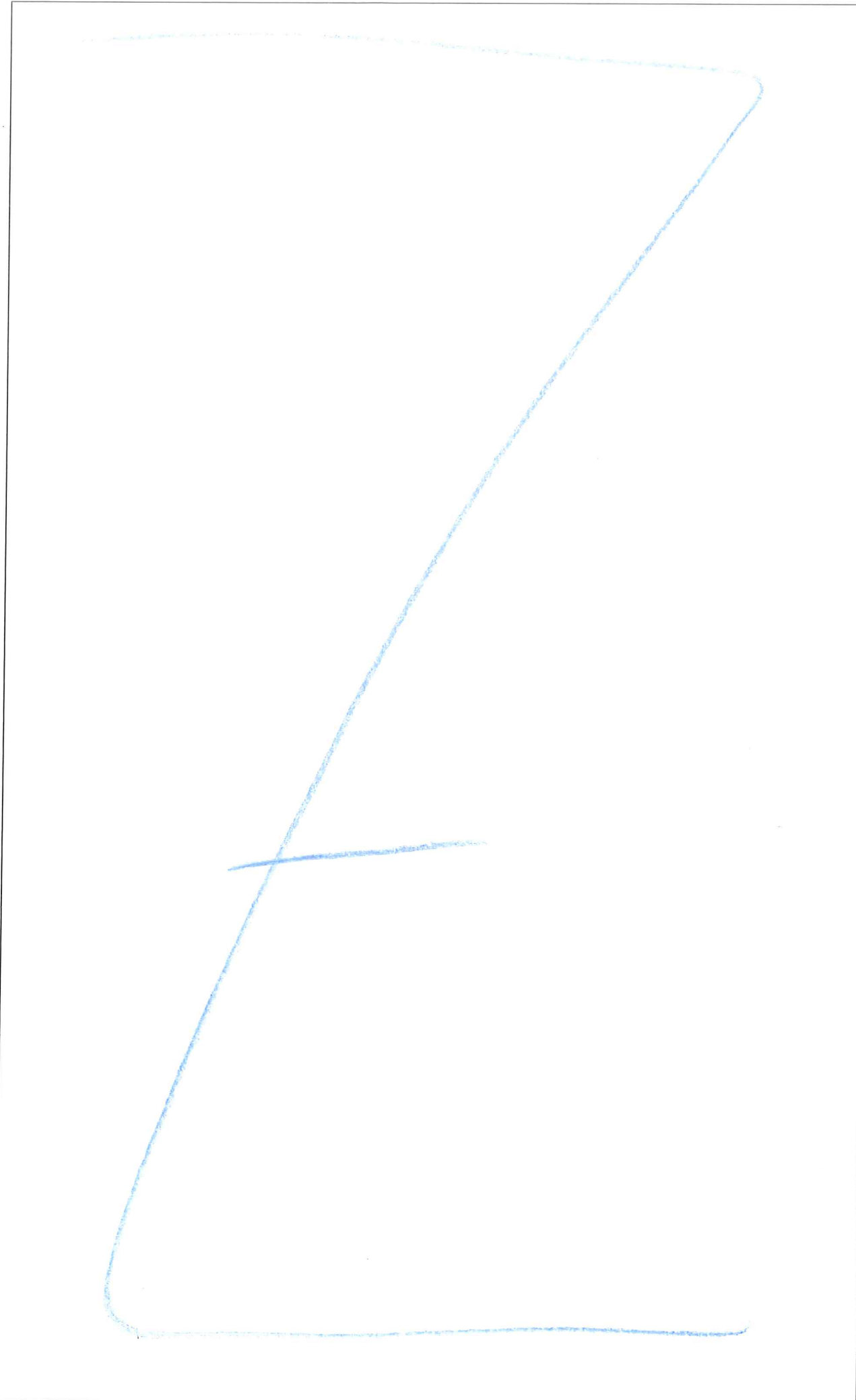
$$n \cdot \frac{\mu_0 Q}{2R} \cdot \sqrt{2gR} = \frac{\sqrt{ghR - \frac{gh^2}{2}}}{\sqrt{2R-h} - \sqrt{R}}$$

$$n = \frac{2R}{\mu_0 Q \sqrt{2gR}} \cdot \frac{\sqrt{ghR - \frac{gh^2}{2}}}{\sqrt{2R-h} - \sqrt{R}}$$

$$n \approx \frac{2R}{\mu_0 Q \sqrt{2gR}} \cdot \frac{\sqrt{ghR}}{\sqrt{2R-h} - \sqrt{R}} = \frac{R \sqrt{2h}}{\mu_0 Q} \cdot \frac{1}{\sqrt{2R-h} - \sqrt{R}} = \frac{\sqrt{2hR}}{\mu_0 Q (\sqrt{2 - \frac{h}{R}} - 1)}$$

~~результат~~ $n \approx \frac{\sqrt{2 \cdot 0,02 \cdot 0,628}}{\mu_0 \cdot 244 \cdot 10^{-7} (\sqrt{2 - \frac{2}{0,02}} - 1)}$ $\frac{h}{R}$ $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-9}$





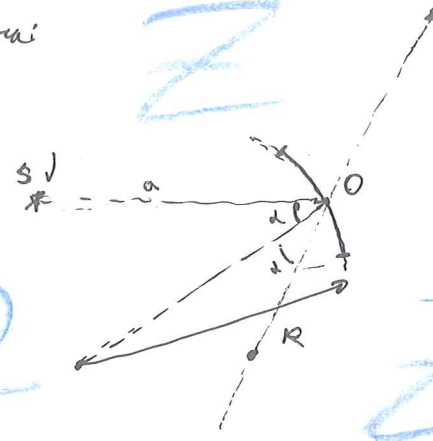
60-03-25-32
(139,5)

№4

Ответ: Когда свет распространяется перпендикулярно и равномерно во все стороны

Все размеры и размеры элементов $\Rightarrow \lambda$ (длины волны света)

Задача:



$$v = \frac{c}{T} \quad c \cdot T = \lambda$$

$$c = \frac{\lambda}{T} = \lambda v$$

$$\lambda = \frac{c}{v}$$

$$\lambda = \frac{340}{800} = \frac{17}{400} = 0,0425 \text{ м}$$

$$= 4,25 \text{ см}$$

расстояние между соседними гребнями волн

а - расстояние до S

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

$$\frac{1}{b} = \frac{2}{R} - \frac{2}{\sqrt{3}a} = \frac{2\sqrt{3}a - 2R}{\sqrt{3}aR}$$

$$b = \frac{\sqrt{3}aR}{2(\sqrt{3}a - R)}$$

$$x = \frac{b}{\cos \alpha} = \frac{aR}{\sqrt{3}a - R}$$

$$y = \frac{\sqrt{3}aR}{4(\sqrt{3}a - R)}$$

при $a \rightarrow \infty$

$$b = \frac{R}{2} \quad x = \frac{R/2}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{R}{\sqrt{3}}$$

для сравнения с длиной волны



сравняется с длиной волны

$$r \cos 60^\circ + r = \frac{3}{2}r = \Delta$$

разность хода волн

(от источника S и отраженный волна от стенки)

Когда амплитуда будет максимальной $\Delta = 2\lambda \cdot \frac{m}{2} = \lambda m$

$m \in \mathbb{Z}$

$$\frac{3}{2}r = \lambda m$$

$$r = \frac{2}{3} \lambda m = \frac{8,5}{3} m \text{ см} \approx 2,8 \text{ см}$$

