



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 3

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов" всероссийская
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады
Зотова Зинаида Константиновна

фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«9» февраля 2024 года

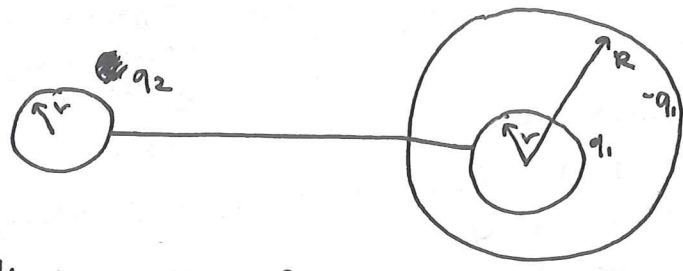
Подпись участника
З. Зотова

68-29-65-90
(5.6)

Именован
Э.3.10.3.

1	2	3	4	5	Σ
8	0	20	20	20	48
Кузнецов	Кисель	Кисель	Зушич	Василь	

1) Вращающийся стержень во ~~вакууме~~ **вакуум** состоит из **вакуум** проводящая \Rightarrow внутри нет поля; срезан заземлен \Rightarrow потенциал среза = 0; заряд сосредоточен \Rightarrow потенциал на их поверхности одинаков.



а) Из того, что внутри среза нет поля, и Тл. Гаусса следует, что заряд на внутренней поверхности среза = $-q_1$.

б) Выбираем Тл. о сферичности: заряд на поверхности равномерно распределен, заряд на внутренней пов-сти среза также равномерно распределен, а на внешней пов-сти среза заряд нет.

Действительно, тогда, во-первых, внутри среза нет поля, потенциал на её пов-сти = $\frac{kq_1}{R} - \frac{kq_1}{r} = 0 \Rightarrow$ зарядное распределение зарядов верно.
Потенциал на "справа" также = $\frac{kq_1}{r} - \frac{kq_1}{R} = kq_1 \cdot (\frac{1}{r} - \frac{1}{R})$.
Потенциал на "слева" = $\frac{kq_2}{r}$.

Приравняем: $kq_1 \cdot (\frac{1}{r} - \frac{1}{R}) = \frac{kq_2}{r} \Rightarrow q_2 = q_1 \cdot (1 - \frac{r}{R}) = 6 \cdot 10^{-10} \cdot (1 - \frac{2}{3}) = 6 \cdot 10^{-10} \cdot \frac{1}{3} = 2 \cdot 10^{-10} \text{ Кл.}$

2) Заметим, что суммарный заряд шара $\neq 0$. Это и понятно: изначально шара не были заряжены.

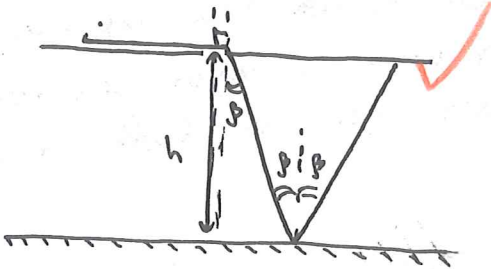
Ответ: $q_2 = q_1 \cdot (1 - \frac{r}{R}) = 2 \cdot 10^{-10} \text{ Кл.}$

Именован

§4.10.3

1) Свет рассеиваемый \Rightarrow дифракционная решетка во всех направлениях.

2)



Рассеивание света "ушинами" "узкой" лучи (того, что "уши" дальнее от поверхности и отраженный лучи у поверхности освещены).

2) В устье "воздух-жидкость" малый луч падает под углом 90° (в этом случае он отражается).

Угол отражения от поверхности сильнее всего.
 $n_1 \cdot \sin \alpha = n_2 \cdot \sin \beta \Rightarrow 1 \cdot 1 = n \cdot \sin \beta \Rightarrow \sin \beta = \frac{1}{n}$ (n - показатель преломления жидкости).

3) Угол падения = углу отражения \Rightarrow от зеркала луч отражается под углом β .

6) Доходя до экрана, луч не сфокусируется.

1) Так видно из геометрии, $R = 2h \cdot \tan \beta$
 $\tan \beta = \frac{\sin \beta}{\cos \beta}$, $\cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \sqrt{1 - \frac{1}{n^2}} = \frac{\sqrt{n^2 - 1}}{n} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \tan \beta = \frac{1 \cdot h}{h \cdot \frac{\sqrt{n^2 - 1}}{n}} = \frac{1}{\sqrt{n^2 - 1}} \Rightarrow R = \frac{2h}{\sqrt{n^2 - 1}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \delta = \frac{2 \cdot 4}{\sqrt{n^2 - 1}} \Rightarrow \sqrt{n^2 - 1} = 1 \Rightarrow n^2 - 1 = 1 \Rightarrow n^2 = 2 \Rightarrow n = \sqrt{2} \approx 1,4$$

Ответ: $n = \sqrt{2} \approx 1,4$ ✓

205

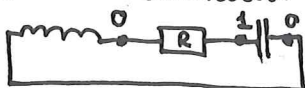
§5.4.3.

1) Конденсаторы замкнуты \Rightarrow в катушке одного витка их можно считать почти что индуктивностью $\Rightarrow T = 2\pi \cdot \sqrt{LC}$.

2) Решить, выразив энергию на резисторе в катушке одного витка, это можно найти как

$$Q = R I_{\text{эф}}^2 \cdot T = R \cdot \frac{I_{\text{мах}}^2}{2} \cdot T = R I_{\text{мах}}^2 \cdot \frac{2\pi \cdot \sqrt{LC}}{2} = R I_{\text{мах}}^2 \cdot \pi \cdot \sqrt{LC}$$

3) Отсюда только найти это $I_{\text{мах}}$ в катушке одного витка. Этим условием задачи:
 Если ток максимальный, катушка



Исходные

жестко на катушке = 0 $\Rightarrow I_{max} = \frac{U}{R}$.

$$1) \text{ Стало } Q_{max}, Q = R\pi \cdot \sqrt{LC} \cdot \frac{U^2}{R^2} = \frac{U^2 \pi}{R} \cdot \sqrt{LC} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 31,4 \cdot 10^{-3} = \frac{1 \cdot 3,14}{0,4} \cdot \sqrt{L \cdot 40 \cdot 10^{-6}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 31,4 \cdot 10^{-3} = \frac{3,14}{0,4} \cdot \sqrt{40 \cdot L} \cdot 10^{-3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 10 = \frac{1}{0,4} \cdot \sqrt{40L} \Rightarrow 4 = \sqrt{40L} \Rightarrow 16 = 40L \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L = \frac{16}{40} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ Гн}$$

Ответ: $L = 0,4 \text{ Гн}$.

2.5.3

1) Давление смеси газов в сосуде = сумме давлений

2) Давление смеси газов в сосуде = сумме давлений газов внутри сосуда и на границе жидкости и смеси газов (иначе $\rho g h$ не было учитывалось).

3) Стало быть, в первом случае давление смеси = $p_0 = 10^5 \text{ Па}$, а во втором - $p_0 + \rho g h = 10^5 + 1000 \cdot 10 \cdot 0,45 = 10^5 + 45 \cdot 10^2 = 1000 \cdot 10^2 + 45 \cdot 10^2 = 1045 \cdot 10^2 \text{ Па}$.

4) По закону Дальтона давление смеси газов = сумме парциальных давлений газа и сухого воздуха. Парциальные давления газа в обоих случаях одно и то же - $14,5 \text{ кПа} \Rightarrow$

\Rightarrow давление сухого воздуха в первом случае $p_1 = 10^5 - 14,5 \cdot 10^3 = 100 \cdot 10^3 - 14,5 \cdot 10^3 = 85,5 \cdot 10^3 \text{ Па}$,

а во втором - $p_2 = 104,5 \cdot 10^3 - 14,5 \cdot 10^3 = 90 \cdot 10^3 \text{ Па}$.

5) Пусть O - количество сухого воздуха, а T - температура смеси, при которой всё это происходит. Уравнение состояния сухого воздуха в первом случае: $p_1 \cdot V = \nu R T$ - уравнение идеального газа.

Именован.

Это второе уравнение - $P_2 \cdot S \cdot (\frac{l}{2} + h) = URT \Rightarrow$

$\Rightarrow P_1 \cdot l = P_2 \cdot (\frac{l}{2} + h) \Rightarrow P_1 \cdot l = P_2 \cdot \frac{l}{2} + P_2 \cdot h \Rightarrow$

$\Rightarrow 85,5 \cdot 10^3 \cdot l = 90 \cdot 10^3 \cdot \frac{l}{2} + 90 \cdot 10^3 \cdot h \Rightarrow 85,5l = 45l + 90 \cdot 0,45 = 45l + 40,5 \Rightarrow 40,5l = 40,5 \Rightarrow l = 1 \text{ м}$

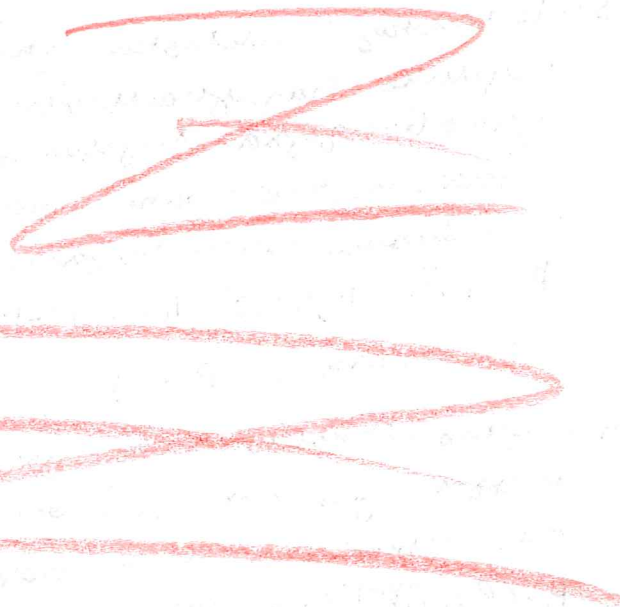
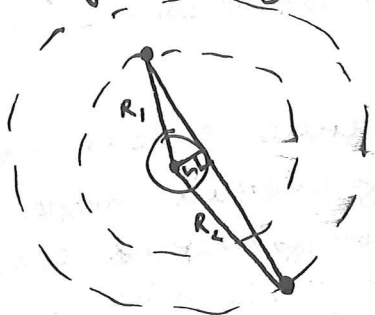
Ответ: $l = 1 \text{ м}$

§ 1.4.3. условие

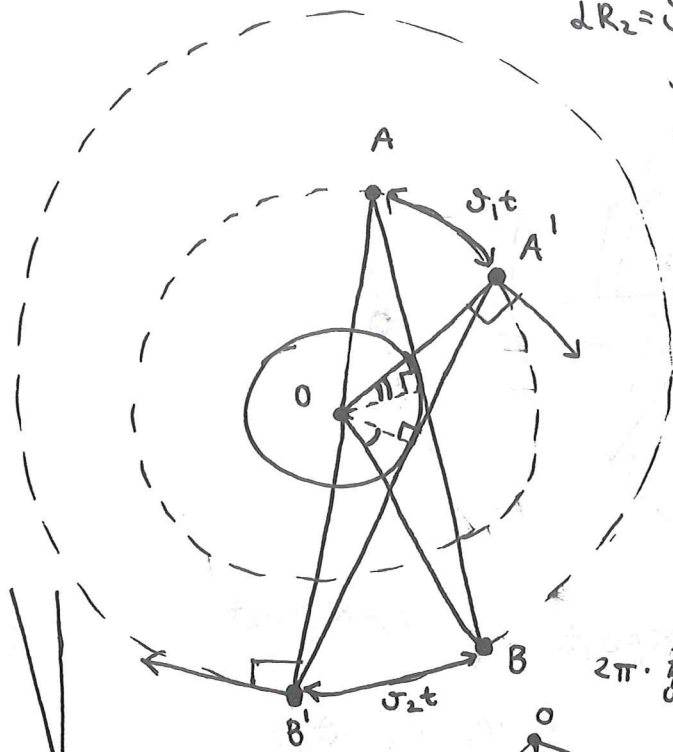
1) В какой момент спутники встретятся по орбитам.
 Пусть спутники имеют массы m и летят по орбитам радиусом R, имея скорость v и условие

$\Rightarrow \frac{GMm}{R^2} = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow v^2 = \frac{GM}{R} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$
 $\Rightarrow \omega = \frac{v}{R} = \sqrt{\frac{GM}{R^3}}$
 $\Rightarrow \omega^2 = \frac{GM}{R^3} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{GM}{R^3}}$

2) В какой момент спутники встретятся в центральной точке орбиты встретятся? Это происходит в тот момент, когда спутники находятся на одной касательной к Земле:



Чернышев



$$\Delta R_1 = \sigma_1 t$$

$$\Delta R_2 = \sigma_2 t$$

$$\sigma_2 t = \varphi_2 - \chi_2 = \Delta R_1$$

$$\sigma_1 t = \varphi_1 - \chi_1 = \Delta R_2$$

$$\chi_1 = 0$$

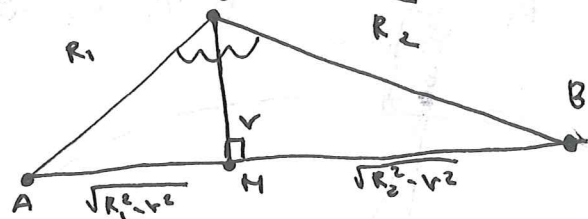
$$\chi_2 = \varphi_2 - \Delta$$

$$\chi_1 = \varphi_1 - \Delta$$

$$\frac{GM}{r} \cdot t = \Delta r \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta = \frac{GMt}{r^2}$$

$$2\pi \cdot \left[\frac{\omega_1 t}{2\pi} \right]$$



$$\Delta + \omega_1 t - \omega_2 t$$

$$\Delta + \omega_1 t - 2\pi \cdot \left[\frac{\omega_1 t}{2\pi} \right] -$$

$$- \omega_2 t - 2\pi \cdot \left[\frac{\omega_2 t}{2\pi} \right] R_1$$

$$(\omega_1 - \omega_2) \cdot t = 2\pi \left(\left[\frac{\omega_1 t}{2\pi} \right] - \left[\frac{\omega_2 t}{2\pi} \right] \right) \frac{R_1}{R_2}$$

$$= \sqrt{\frac{6,9 \cdot 10^9}{10^5}} =$$

$$\sqrt{0,69} = 0,8$$

ω_1 и ω_2

$$\sqrt{(6,9)^2 \cdot 10^8 - (6,9)^2 \cdot 10^6} =$$

$$= \sqrt{(6,9)^2 \cdot 10^6 \cdot (100 - 1)} = 6,9 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{99}$$

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \sqrt{\frac{R_2^2 \omega_1}{R_1^3}} = \sqrt{0,69 \cdot 0,69 \cdot 0,69} =$$

$$= 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 0,64 \cdot 0,8$$

$$2 \cdot t = 2\pi + \chi$$

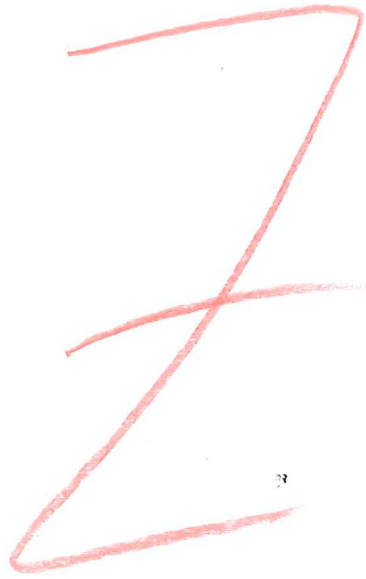
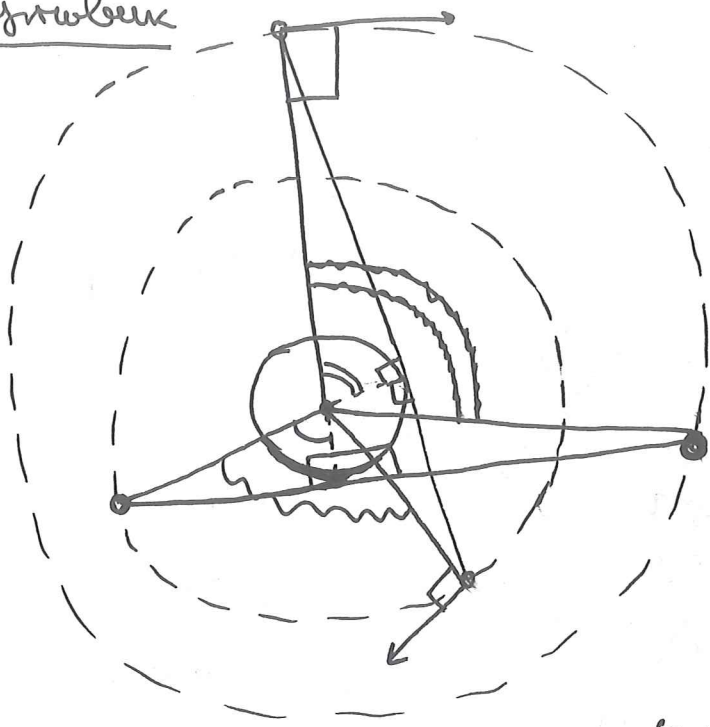
$$3 \cdot t = 2\pi \left(\pi + \frac{\chi}{2} \right) \cdot 3 = 3\pi + \frac{3\chi}{2}$$

$$\omega_1 t = N_1 \cdot 2\pi + \chi$$

$$\omega_2 t = \omega_2 \cdot \left(\frac{2\pi}{\omega_1} + \frac{\chi}{\omega_1} \right) =$$

$$= N_1 \cdot \frac{2\pi \cdot \omega_2}{\omega_1} + \frac{\chi \cdot \omega_2}{\omega_1}$$

целый век

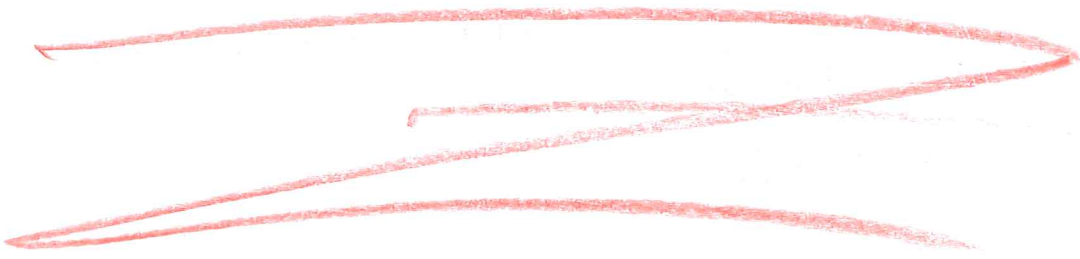
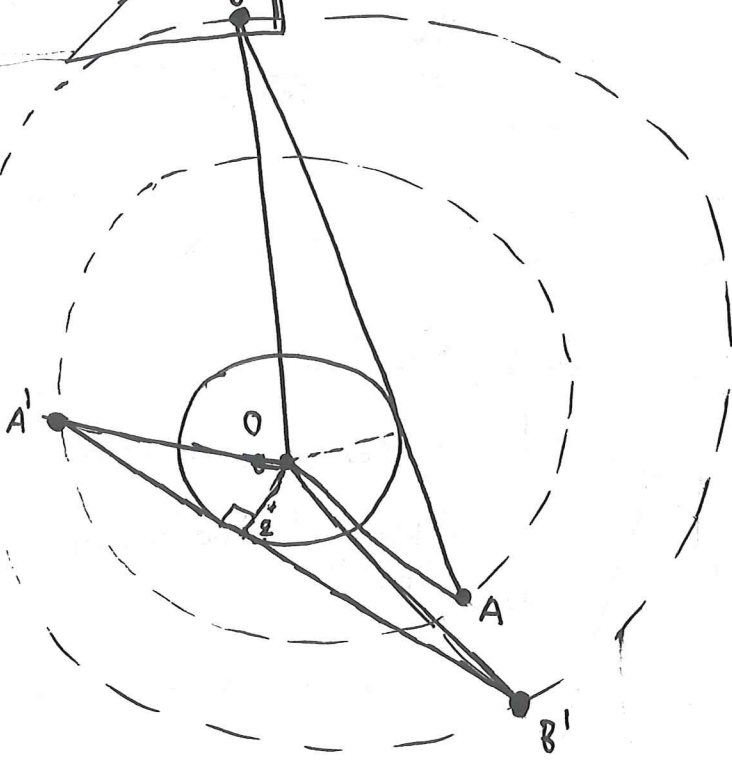


$$\varphi_1 + \chi_1 = \vartheta_1 t$$

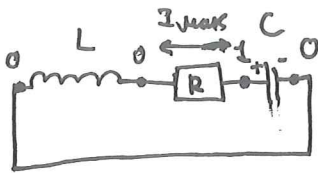
$$\varphi_2 + \chi_2 = \vartheta_2 t$$



$$\varphi_1 - \varphi_2 = \vartheta_1 t - \vartheta_2 t$$



Условие



$I = -\dot{q}$

$L\ddot{q} + \frac{q}{C} = 0$

$\ddot{q} + \frac{1}{LC} \cdot q = 0$

$-\frac{q}{C} - L\ddot{q} = 0$

$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

$\frac{q}{C} + L\ddot{q} = 0$

$T = 2\pi \cdot \sqrt{LC}$

$P_1 \cdot \cos \phi_1 = 10^5 - 14,5 \cdot 10^3 = 100 \cdot 10^3 - 14,5 \cdot 10^3 = 85,5 \cdot 10^3 \text{ Па}$



$P_1 \cdot s \cdot l = \rho R T$

$P_2 \cdot s \cdot (\frac{l}{2} + h) = \rho R T$

$85,5 \cdot 10^3 \cdot l = 90 \cdot (\frac{l}{2} + h)$

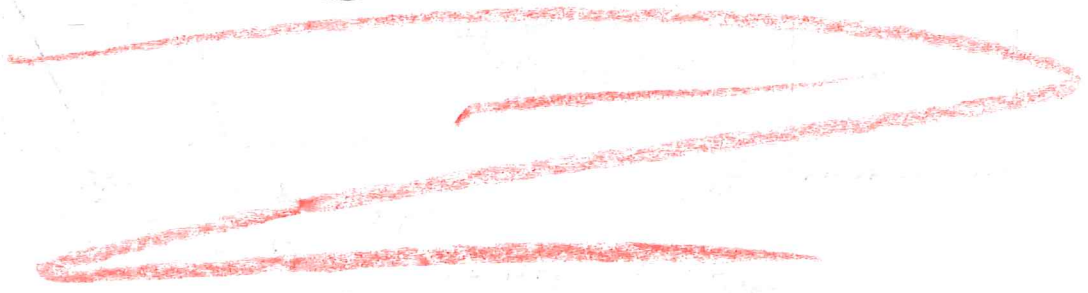
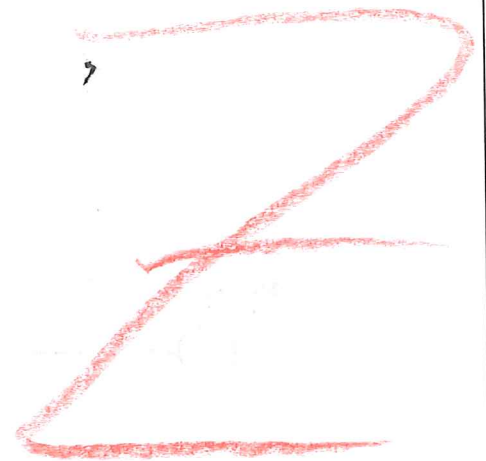
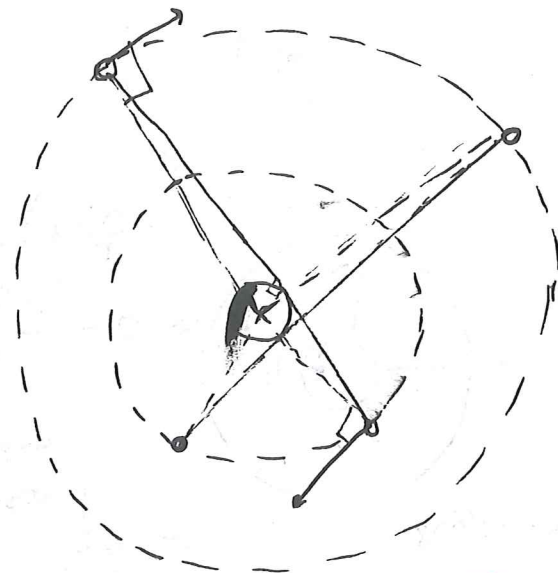
$85,5l = 45l + 90 \cdot 0,95$
 $= 45l + 40,5$

$40,5l = 40,5 \Rightarrow l = 1 \text{ м}$

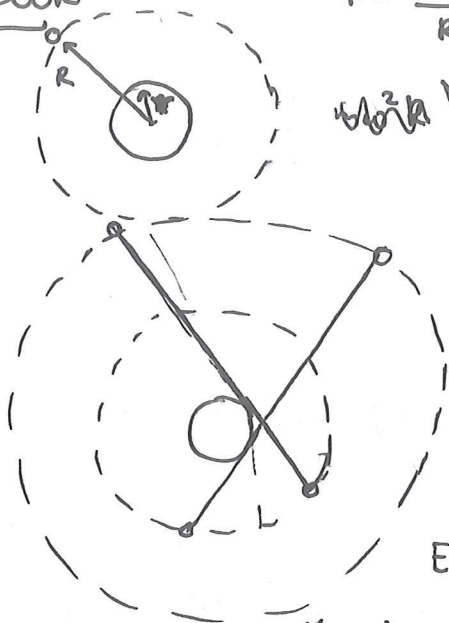
$P' = 10^5 + \rho g h = 10^5 + 1000 \cdot 10 \cdot 0,95 = 10^5 + 4500 = 45 \cdot 10^4 = 1000 \cdot 10^2 = 1045 \cdot 10^2$

$P_2 = 1045 \cdot 10^2 - 14,5 \cdot 10^3 = 104,5 \cdot 10^3 - 14,5 \cdot 10^3 = 10^3 \cdot (104,5 - 14,5) = 90 \cdot 10^3$

$$\begin{array}{r} 0,95 \\ \times 90 \\ \hline 40,50 \end{array}$$



Цезиумовик



$$F = \frac{GMm}{R^2}$$

$$m\omega^2 R = \frac{GMm}{R^2}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{GM}{R^3}}$$

Чем меньше R, тем быстрее движется спутник.

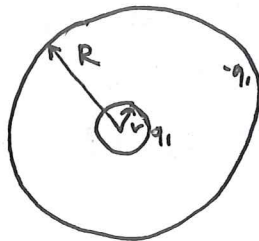
$$\frac{kQ}{R}$$

$$E \cdot 4\pi r^2 = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3$$

$$E \cdot 4\pi R^2 = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3$$

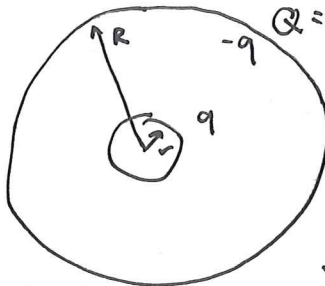
$$E = \frac{\rho R^3 \epsilon_0}{3\epsilon_0 R^2} = \frac{\rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3}{4\pi\epsilon_0 R^2} = \frac{kQ}{r^2}$$

$$E = \frac{\rho R}{3\epsilon_0}$$



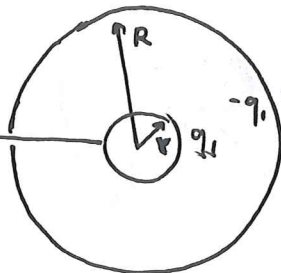
$$-q, q' = 0, \frac{kq}{R} = 0 \Rightarrow q' = 0$$

$$\frac{kQ}{R} = 0 \Rightarrow Q = 0$$



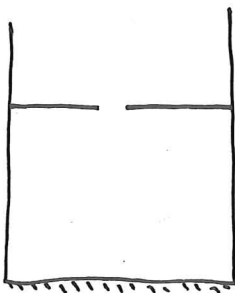
$$-\frac{kq_1}{R} + \frac{kq_1}{r} =$$

$$Q = 0 = \frac{k \cdot (2q - q_1)}{r}$$



$$\sin \beta = \frac{1}{n_2}$$

$$\omega \beta = \sqrt{1 - \frac{1}{n_2^2}}$$



$$n_1 \cdot \sin \alpha = n_2 \cdot \sin \beta$$

$$\sin \alpha = h_2 \cdot \sin \beta \Rightarrow$$

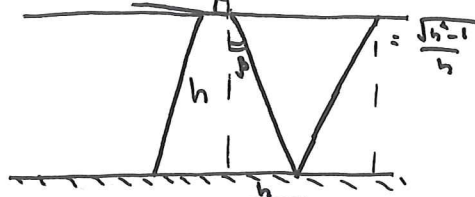
$$\Rightarrow \sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n_2}$$

$$\frac{2h}{\sqrt{n^2 - 1}} = R$$

$$\frac{8}{\sqrt{n^2 - 1}} = 8$$

$$\sqrt{n^2 - 1} = 1$$

$$n^2 - 1 = 1 \Rightarrow n^2 = 2 \Rightarrow n = \sqrt{2} \approx 1,4$$



$$\sin \beta = \frac{1 \cdot h}{h \cdot \sqrt{n^2 - 1}} = \frac{1}{\sqrt{n^2 - 1}}$$

Вышена вынесено с "48" на "88" 804

Президентом Российской Федерации
вручен командирский мундир
за "Ланголов"
Первому МПЗ имени М.В. До-
могорова авиационный 83.А. Саб-
ротову
он участвовал в выполнении
задания по выводу "спуска"
бомбы в районе Константи-
нополя

Пункты

Прому выданы мои индивидуальны командир-
ский мундир, а именно 48 Пункт, командиру а также,
что зачет 2 и 3 не имеют значения. Выданы
Первое Второе Третье Третье выданы на основе
(выданы как пример) и выданы (выданы как пример
на) выданы как пример. Первое выданы
зачет выданы на основе. Выданы
это выданы с выданы.

Также выданы, что а выданы с выданы 88 выданы
выданы на выданы выданы "Ланго-
лов" и выданы, что мои индивидуальны командирский
мундир выданы выданы в мои выданы в вы-
даны выданы выданы выданы.

27.02.2024

И.И.И.