



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 3

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по Физике
профиль олимпиады

Бузуртановой. Аниса Бексиртановна
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

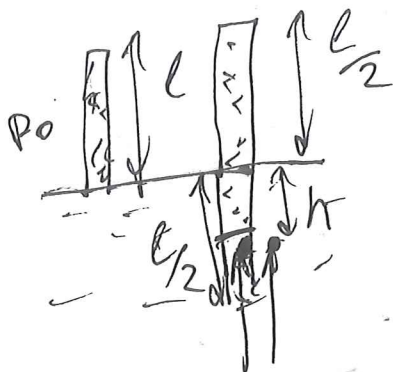
Дата
«09» Февраля 2024 года

Подпись участника
[Подпись]

48-75-02-40
(5.8)

№25.3. Установив
 $p_0 = 100 \text{ кПа}$

На ~~всех~~ ~~конде~~ ~~воздуха~~ ~~в~~ ~~конде~~
Пучок S-образная сеч. трубка



До погружения:

с смеси
 $p_0 = p_{\text{нас.}} + p_0$

$p_0 \cdot l S = \nu_0 R T_0$

то все
конде воздуха
 $p = \text{const} \rightarrow$
находим вод-
ной т-це

После погружения:

с смеси
 $p = p_{\text{нас.}} + p_0' = p_0 + \rho_{\text{ж}} g \left(\frac{l}{2} + h \right)$

$p_0' \cdot \left(\frac{l}{2} + h \right) S = \nu_0 R T_0$

мк здесь
одна
тиснеть - давление
этих т-к равны
между собой и
равны $p_0 + \rho_{\text{ж}} g h$

$$\begin{cases} p_0 + \rho_{\text{ж}} g h = p_{\text{нас.}} + \frac{\nu_0 R T_0}{\left(\frac{l}{2} + h \right) S} \\ p_0 = p_{\text{нас.}} + \frac{\nu_0 R T_0}{l S} \end{cases}$$

вычтем:

$\rho_{\text{ж}} g h = \frac{\nu_0 R T_0}{S} \left(\frac{1}{\frac{l}{2} + h} - \frac{1}{l} \right)$

т.к. $T = \text{const}$
 $p_{\text{нас.}} = \text{const}$

$\frac{\nu_0 R T_0}{S} = (p_0 - p_{\text{нас.}}) l = 35,5 \text{ кПа} \cdot l$

$\rho_{\text{ж}} g h = (p_0 - p_{\text{нас.}}) \cdot l \cdot \left(\frac{2}{l+2h} - \frac{1}{l} \right)$

$\rho_{\text{ж}} g h = (p_0 - p_{\text{нас.}}) \cdot \left(\frac{2l}{l+2h} - 1 \right)$

$\frac{\rho_{\text{ж}} g h}{p_0 - p_{\text{нас.}}} + 1 = \frac{2l}{l+2h} = \frac{45 \text{ кПа}}{35,5 \text{ кПа}} + 1 = \frac{20}{19}$

лист
1

~~Handwritten scribbles and signatures~~

1	2	3	4	5
18	20	20	16	20
94	100	100	100	100

Дебитность...
327
1000
245
855

1710
- 919
791
71
855

45
855 =
= 9 / 171 = 1 / 19

Исходник

Лист
2

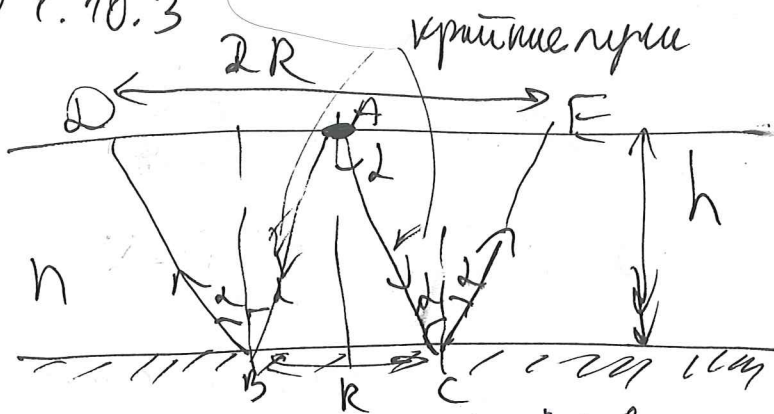
$$\frac{20}{19} = \frac{2l}{l+2h}$$

$$20l + 40h = 38l$$

$$l = \frac{20}{9}h = 45^5 \text{ см. } \frac{20}{8} = 100 \text{ см}$$

Ответ: $l = 1 \text{ м}$

№ 4.10.3



$$\sin \alpha \cdot n = n_0 \cdot \sin 90^\circ$$

$$\sin \alpha_{\max} = \frac{1}{n}$$

Птк свет рассеянный \Rightarrow он падает под всеми углами в диапазоне от 0° до $90^\circ \Rightarrow$
 $\Rightarrow d = d_{\max}$ - максимальный угол под которым свет прощит в воду;

Далее при преломлении от зеркала и образовании тени на экране

$\triangle ABC = \triangle ACE = \triangle ABD$ (тк при отражении под тем же углом, что и упали \Rightarrow

$$\Rightarrow BC = \frac{1}{2} DE = R$$

$$\text{из } \triangle ABC: \operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \alpha_{\max} = \frac{R}{2h} = \frac{8 \text{ см}}{2 \cdot 4 \text{ см}} = 1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha_{\max} = 45^\circ \quad \sin \alpha_{\max} = \frac{1}{n} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow$$

$$n = \sqrt{2} \quad \text{Ответ } n = \sqrt{2} \approx 1,41$$

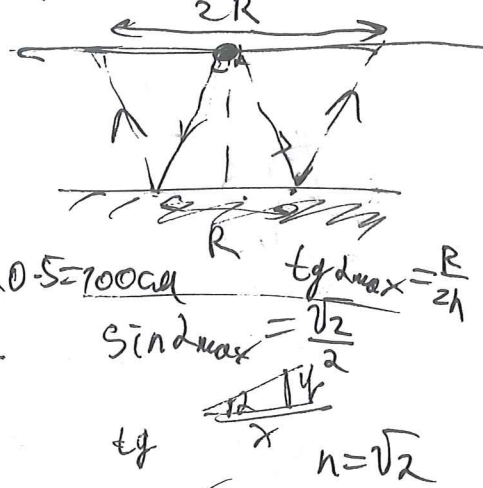
48-75-02-40
(5.8)

$$\frac{2l}{l+2h} = \frac{20}{10} \quad 20l + 40h = 38l \quad 40h = 18l$$

$$h = \frac{20l}{40} = \frac{45 \text{ см} \cdot 8}{20 \cdot 4} = \frac{81}{4} = 20,25 \text{ см}$$

Черновик

$$l = \frac{20}{9} h = \frac{20 \cdot 45}{9} = 20 \cdot 5 = 100 \text{ см}$$

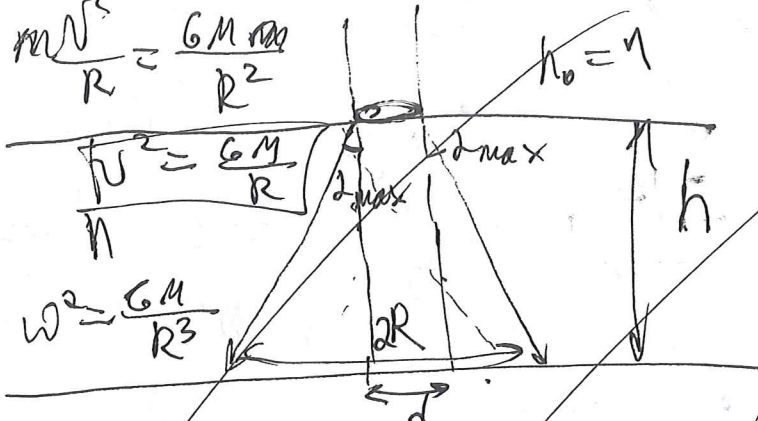


~~Н.А. 10/23~~

~~$$n \sqrt{\frac{R}{R^2}} = \frac{GM}{R^2}$$~~

~~$$\frac{v^2}{n} = \frac{GM}{R}$$~~

~~$$\omega^2 = \frac{GM}{R^3}$$~~



~~$$R = 8 \text{ см}$$~~

~~$$h = 4 \text{ см}$$~~

~~$$\text{tg } d_{\text{max}} = \frac{R}{h}$$~~

~~Рассеянный свет падает под всеми углами от 0° до $90^\circ \Rightarrow d_{\text{max}}$ отклонение от нормали.~~

~~$$\sin 90^\circ \cdot n_0 = n \cdot \sin d_{\text{max}} \Rightarrow \sin d_{\text{max}} = \frac{1}{n}$$~~

~~тк отверстие мало $\Rightarrow d \ll R \Rightarrow$ пренебрежем d по сравнению с $R \sin d_{\text{max}}$ и с $\text{tg } d_{\text{max}}$~~

~~$$2R \approx 2h \sin d_{\text{max}}$$~~

~~$$\frac{R}{h} = \sin d_{\text{max}} = \frac{1}{n}$$~~

~~$$n = \frac{h}{R} = \frac{4}{8} = \frac{1}{2} = \frac{1}{\text{ваку}}$$~~

~~$$\text{tg } d_{\text{max}} = \frac{R}{h} = 2$$~~

~~Ответ: $n = 0,5$~~

~~$$\text{tg } d_{\text{max}} = \frac{\sin d_{\text{max}}}{1 - \sin^2 d_{\text{max}}} = 2$$~~

$\sin \lambda_{\max} = 2 \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{n^2}}$
 $\frac{1}{n} = 2 \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{n^2}}$
 $1 = 2 \sqrt{n^2 - 1}$
 $\frac{1}{2} = \sqrt{n^2 - 1}$
 $n^2 - 1 = \frac{1}{4} \Rightarrow n^2 = \frac{5}{4} \Rightarrow n = \frac{\sqrt{5}}{2}$

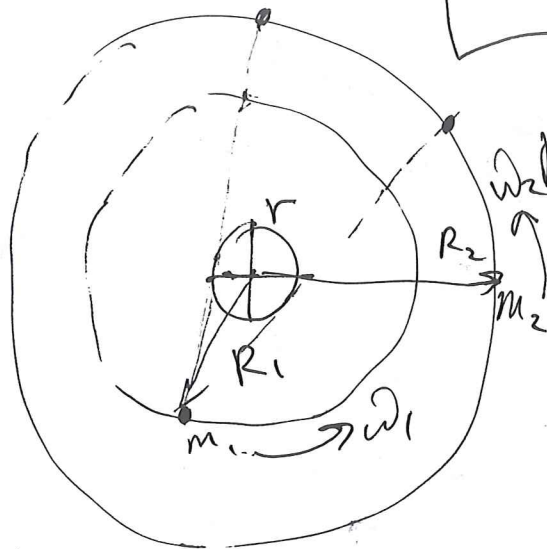
$\frac{2}{\sqrt{5}} = 2 \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{\frac{5}{4}}} = 2 \cdot \sqrt{1 - \frac{4}{5}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{1}{5}} = 2 \cdot \frac{1}{\sqrt{5}}$

Ответ: $n = \frac{\sqrt{5}}{2}$

Установка

N 1.4.3

Мисм 3



$R_1 = 6,4 \cdot 10^4 \text{ км}$
 $R_2 = 10 \cdot 10^4 \text{ км}$
 $r = 0,64 \cdot 10^4 \text{ км}$
 $M = 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$
 $\tau = ?$

II 3-и Кеплера (на ось спутник-⊕)

$$\frac{m_1 v_1^2}{R_1} = G \frac{m_1 M}{R_1^2}$$

$v_1^2 = (\omega_1 R_1)^2 = \text{const}$
мк движется по окр.

$$m_1 \omega_1^2 R_1 = G \frac{m_1 M}{R_1^2}$$

$$\omega_1^2 = \frac{GM}{R_1^3} \Rightarrow \omega_2^2 = \frac{GM}{R_2^3}$$

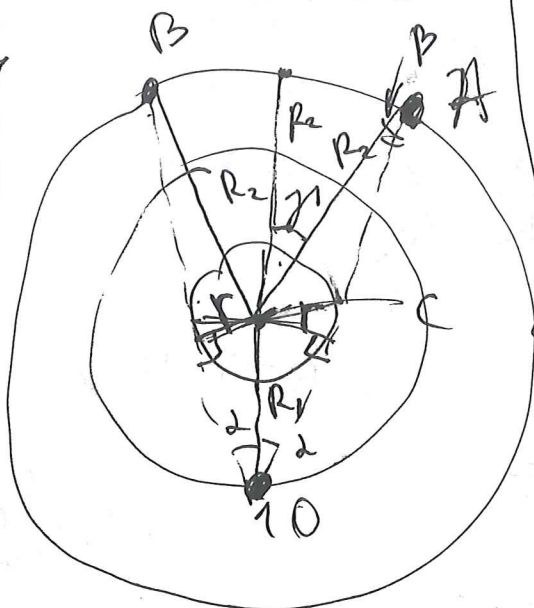
$m_k R_1 < R_2$
 $\omega_1 > \omega_2$

Пересядем в с.о. спутника 1, т.е.
 раскрутим всепландю в обратную вращению
 спутника 1 сторону со скоростью ω_1

48-75-02-40
(5.8)

Тогда спутник 2 будет вращаться
по своей орбите в противоположном
касательному направлению (т.к. $\omega_1 > \omega_2$) со
скоростью $\omega_1 - \omega_2$, а спутник 1 будет
стоять на месте.

лист
4



Первый спутник
не будет ^{дальше} виден
второй, если тот
и закрыт землей, то
время t пока второй
спутник пролетает

$$v \omega_1 - \omega_2 \pm \dots$$

$OB = OA$ —
касательные к
Земле

$$\sin \beta = \frac{r}{R_2} \approx \beta \quad \sin \alpha = \frac{r}{R_1} \approx \alpha$$

$$180 = \gamma + 90 - \beta + 90 - \alpha$$

$$\gamma = \alpha + \beta \approx \frac{r}{R_2} + \frac{r}{R_1} = r \left(\frac{R_2 + R_1}{R_1 R_2} \right)$$

$$t = \frac{2 \gamma \cdot R_2}{\omega_1 - \omega_2} = \frac{2 r \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1} \right) R_2}{\omega_1 - \omega_2}$$

~~$$= \frac{2 r \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} R_2}{GM \left(\frac{R_2^3 - R_1^3}{R_1 R_2} \right)^{3/2}} = \frac{2 r (R_1 + R_2) R_2}{GM \frac{R_2^3 - R_1^3}{(R_1 R_2)^2}}$$~~

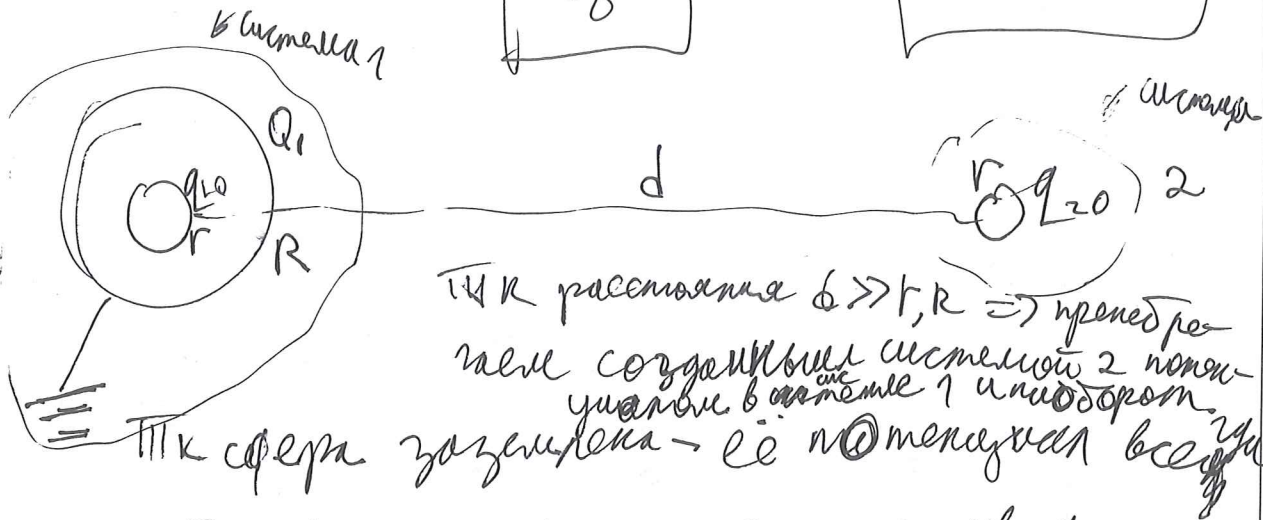
$$= \frac{2 r (R_1 + R_2) R_2}{GM \left(\frac{R_2^3}{R_1^3} - \frac{R_1^3}{R_2^3} \right)}$$

2

№ 3.10.3

Лист
8

Чистовик



Так расстояние $d \gg r, R \Rightarrow$ предпримем
 сделаем созданным системой 2 потенциал
 шаров в системе 1 и наоборот.

Так сфера заземлена \rightarrow её потенциал все равно 0.

Потенциал соединенных заряд шаров q_1 и q_2 ,
 заряд сферы $R = Q_2$

$$(1) \begin{cases} 0 = \frac{k q_{10}}{R} + \frac{k Q_1}{R} \\ 0 = \frac{k q_1}{R} + \frac{k Q_2}{R} \end{cases} \quad \text{ЗСЗ:} \quad q_{10} + q_{20} = q_1 + q_2$$

и заряды установятся (ЗСЗ) и их потенциалы

Так шары соединены проводом \Rightarrow их потенциалы
 все стали равны между собой и между
 ними равны φ

$$\varphi = \frac{k q_2}{r} = \frac{k q_1}{r} + \frac{k Q_2}{R}$$

так внутри проводника
 потенциал везде
 один, не такой же,
 как на пов-ти.

из системы (1):

$$q_{10} = -Q_1 \quad q_1 = -Q_2$$

$$\frac{k q_2}{r} = \frac{k q_1}{r} - \frac{k q_1}{R} \quad | \cdot r R$$

$$q_2 \cdot R = q_1 \cdot R - q_1 \cdot r \quad q_2 = \frac{q_1 (R-r)}{R}$$

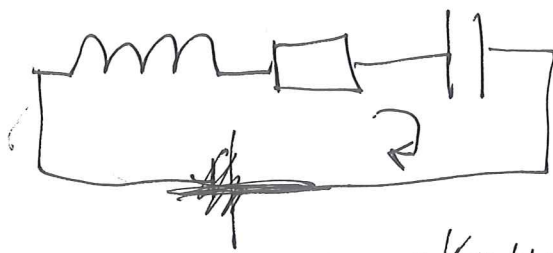
Все было записано
 с помощью принципа
 суперпозиции: в каждой
 точке потенциал равен
 сумме потенциалов
 от каждого
 элемента
 системы

$$q_2 = 6 \cdot 10^{-10} \cdot \frac{3-2}{3} \cdot 10 = 2 \cdot 10^{-10} \text{ Кл}$$

№ 5.4.3

2

Методик



$U_c = 2B$

Мин
g

Курсовая работа для нашего курса

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

$0 = L\ddot{q} + \dot{q}R + \frac{q}{C}$
 ← пренебрегаем ~~этими членами~~ так как сопротивления слабо
 замыкающие (изучение об)

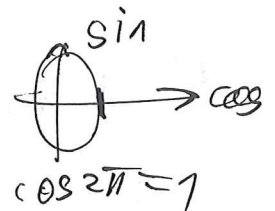
$\ddot{q} + \frac{q}{LC} = 0$

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

$q = q_0 \cdot \cos(\omega t)$

$I = \dot{q} = -q_0 \cdot \omega \sin(\omega t)$ $U_c = \frac{q_0 \cos \omega t}{C}$

$T \approx \text{const} = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{LC}$
 $\omega T \approx 2\pi$



~~$\frac{q_{max}^2}{2} = \frac{L I_{max}^2}{2}$~~

$\cos 2\omega t = \cos^2 \omega t - \sin^2 \omega t$
 $-\sin^2 \omega t = 1 - 2\sin^2 \omega t$

$Q = \int I^2 R dt = R \int_0^T I_{max}^2 \sin^2 \omega t dt =$

$= R \frac{I_{max}^2}{2} \int_0^T \frac{1 - \cos 2\omega t}{2} dt =$

$= \frac{R I_{max}^2}{2} \cdot T = \frac{R I_{max}^2}{2} \cdot T$

2

Кимович

Когда $I_{\max} \Rightarrow \dot{I} = 0 \Rightarrow$ напряжение на катушке 0 $\Rightarrow U = 1B = I_{\max} \cdot R$

$$I_{\max} = \frac{U}{R} \quad T = 2\pi \sqrt{LC}$$

$$Q = \frac{R}{2} \cdot \frac{U^2}{R^2} \cdot 2\pi \sqrt{LC} \quad Q = \frac{\pi U^2}{R} \sqrt{LC}$$

$$\frac{Q^2 R^2}{\pi^2 U^4} = LC \quad L = \frac{Q^2 R^2}{\pi^2 U^4} \cdot \frac{1}{C}$$

$$L = \frac{(31,4)^2 \cdot 10^{-6} \cdot (0,4)^2}{(3,14)^2 \cdot 1^4} \cdot \frac{1}{40 \cdot 10^{-6}} =$$

$$= \frac{(3,14 \cdot 10)^2 \cdot (0,4)^2}{(3,14)^2 \cdot 40} = \frac{10^2 \cdot 4^2 \cdot 16}{10^2 \cdot 40} = \frac{16}{40} = 0,4 \mu\text{H}$$

Ответ: 0,4 Гн

Лист
10

~~$$\sqrt{10^2} = 10 \cdot 10^4 = 10^5$$~~

Примечание: Да, в период следующего колебания I_{\max} будет меньше, чем в период предыдущего, но тк колебания слабо затухают — мы этим эффектом пренебрегаем в пределах такого малого времени.

№243 * погоднение

Источники 5

$$\omega_1^2 - \omega_2^2 = GM \left(\frac{1}{R_1^3} - \frac{1}{R_2^3} \right)$$

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$

$$\omega_1 - \omega_2 = \sqrt{\frac{GM}{R_1^3}} - \sqrt{\frac{GM}{R_2^3}} =$$

$$\frac{v^2}{c^2} = \frac{x}{c^2}$$

$$x = \frac{v^2 c^2}{c^2}$$

$$\sqrt{x} = \frac{v}{c}$$

$$= \sqrt{GM} \left(R_1^{-\frac{3}{2}} - R_2^{-\frac{3}{2}} \right)$$

Z

~~$$\tau = 2\pi R_2 \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} \cdot \frac{1}{\sqrt{GM} \left(R_1^{-\frac{3}{2}} - R_2^{-\frac{3}{2}} \right)}$$~~

$$\tau = \frac{2\pi}{\omega_1 - \omega_2} = 2 \frac{(R_1 + R_2)r}{(R_1 R_2) \cdot \sqrt{GM} \cdot \left(\frac{1}{R_1^{3/2}} - \frac{1}{R_2^{3/2}} \right)} =$$

$$= 2 \frac{r}{\sqrt{GM}} \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} \cdot \frac{1}{\frac{R_2^{3/2} - R_1^{3/2}}{(R_1 R_2)^{3/2}}} =$$

$$= 2 \frac{r}{\sqrt{GM}} \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} \frac{(R_1 R_2)^{3/2}}{(R_2^{3/2} - R_1^{3/2})} = \frac{2r}{\sqrt{GM}} \frac{\sqrt{R_1 R_2} (R_1 + R_2)}{(R_2^{3/2} - R_1^{3/2})}$$

$$= 2r \sqrt{R_1 R_2} (R_1 + R_2) \cdot \frac{1}{\sqrt{GM} \left(\sqrt{R_2^3} - \sqrt{R_1^3} \right)}$$

~~$$= \frac{2 \cdot 6,4 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{15 \cdot 6,4 \cdot 10^3} (10^3 + 6,4 \cdot 10^3)}{\sqrt{6,76 \cdot 10^{33}} \cdot (\sqrt{15^3} - \sqrt{6,4 \cdot 10^3})}$$~~

~~Черновик~~

$$\begin{array}{r} 67 \\ \times 60 \\ \hline 4020 \\ 4096 \end{array} \quad \begin{array}{r} 124 \\ \times 25 \\ \hline 256 \\ 238 \\ \hline 4096 \end{array}$$

$$\approx 2 \cdot 6,4 \cdot 10^7 \cdot 16,4 \cdot \sqrt{6,4}$$

$$\sqrt{6,7 \cdot 6 \cdot 10^2 \cdot (10^2 \sqrt{16} - 10^2 \sqrt{10^5} - \sqrt{6,4 \cdot 10^2})}$$

$$= 2 \cdot 6,4 \cdot 10^5 \cdot 16,4 \cdot \sqrt{6,4}$$

Черновик

$$\sqrt{6,7 \cdot 6} \cdot (\sqrt{10^{15}} - 10^6 \cdot \sqrt{6,4^3})$$

$$\frac{\gamma}{2\pi} \cdot T = \frac{\gamma}{2} \cdot 10^5 = \sqrt{3,2 \cdot 10^3} \quad \frac{16,4}{6,2 \cdot 10^2} \quad (6,4)^2 \approx 6,7 \cdot 6$$

$$2 \cdot 10^5 \cdot 16,4 \quad \gamma = \frac{1}{R_1 R_2 \cdot 2\pi} \quad 6,4 \cdot 10^6 \cdot 10^3 (10 + 6,4)$$

$$\frac{2\pi \cdot 10^5}{2} = \frac{\sqrt{6,7 \cdot 6} \cdot (\sqrt{\frac{10^{15}}{6,4^3}} - 10^6)}{2 \cdot 10^5 \cdot 16,4} \approx \frac{10^6}{208} \cdot \frac{1}{2\pi} \cdot (10 + 6,4)$$

$$\frac{2\pi}{\omega} \approx \frac{2}{10^5} = \omega \quad 2000 \left(\frac{64}{\omega_1 - \omega_2} \right) = \sqrt{6,7 \cdot 6 \cdot 10^{12}} \left(\frac{1}{\sqrt{10^4}} - \frac{1}{\sqrt{6,4 \cdot 10^4}} \right)$$

$$= \frac{2 \cdot 16,4}{10 \left(10 \sqrt{\frac{100}{64}} - 1 \right)} = \frac{2 \cdot 16,4}{10 \left(10 \cdot \frac{10}{8} - 1 \right)}$$

$$\frac{2 \cdot 16,4}{10 \left(\frac{50}{4} - \frac{4}{4} \right)} = \frac{2 \cdot 16,4}{10 \cdot \left(\frac{46}{4} \right)} = \frac{8 \cdot 16,4}{460}$$

$$\frac{20}{10^6} \cdot 14,5 \quad \omega_1 - \omega_2 \approx 10^6 \cdot 20 \left(\frac{1}{10^{12}} - \frac{1}{10^{10,648}} \right)$$

$$\frac{131,2}{460} = \frac{65,6}{230} = \frac{20}{10^6} \cdot \left(1 - \frac{1}{10^2} \right) \cdot \frac{1}{6,4} \quad \frac{273}{24} = \frac{11,2}{19,2}$$

Чистовик Лист 6 $\sqrt{6,7 \cdot 6} \approx \sqrt{6,4 \cdot 6,4}$

$$r = \frac{2 \cdot 6,4 \cdot 10^6 \sqrt{10^8 \cdot 6,4 \cdot 10^{24}} (10^8 + 6,4 \cdot 10^7)}{\sqrt{6,7 \cdot 6 \cdot 10^{12}} \cdot (\sqrt{10^{24}} - \sqrt{6,4^3 \cdot 10^{24}})}$$

$$\approx \frac{2 \cdot 6,4 \cdot 10^{13} \cdot 10^7 \sqrt{6,4 \cdot 10^7} (10 + 6,4)}{10^6 \sqrt{6,7 \cdot 6 \cdot 10^1} (10^{12} - 10^{10} \sqrt{6,4^3 \cdot 10^1})}$$

$$\approx \frac{2 \cdot 6,4 \cdot 10^{14} \cdot 10^1 \cdot 6,4}{10^6 \sqrt{6,7 \cdot 6 \cdot 10^1} \cdot \frac{10^{24}}{6,4} \cdot (6,4)^3 \cdot 10^1}$$

$$\approx \frac{2 \cdot 6,4 \cdot 16,4 \cdot 10^{14} \cdot 8}{\sqrt{6,7 \cdot 6 \cdot 10^1} (10^{12} - 10^{10} \cdot 6,4 \cdot 8)}$$

$\sqrt{67 \cdot 6} \approx 20$

$$\approx \frac{2 \cdot 6,4 \cdot 16,4 \cdot 10^{14} \cdot 8}{20 \cdot 10^{10} (10^2 - 6,4 \cdot 8)}$$

$2 \cdot 1^3 = 29$

$$\approx \frac{51,2 \cdot 10^3 \cdot 16,4}{100 - 51,2} = \frac{512 \cdot 164 \cdot 10}{48,8} = \frac{512 \cdot 164}{488} \cdot 10^2$$

$$\approx \frac{256 \cdot 164}{244} \cdot 10^2 = \frac{128 \cdot 164}{122} \cdot 10^2 = \frac{64 \cdot 164}{61} \cdot 10^2 \approx 273 \text{ мса}$$

№ 1.4.3

Истовик

Ответ 273 часа ≈ 11 суток

Примечание:

Лист
7

Время пока первый спутник не видит второй в своей с.о. равно времени пока спутники находятся в средней зоне в паз.исо. т.к. время измерения не зависит от выбранной системы отсчёта (в условиях нашей задачи можно так считать)

Можно ответить иначе:

$$\omega = \omega_1 - \omega_2 = \sqrt{GM} \left(\frac{1}{R_1^3} - \frac{1}{R_2^3} \right)$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad \tau = \frac{2\pi}{2\pi} \cdot T = \frac{\pi}{\omega}$$

$$r = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} = \frac{6,4 \cdot 10^6 \cdot 10^7 (6,4 + 10)}{6,4 \cdot 10^6 \cdot 10^7 \cdot 10^8} = \frac{76,4}{10^2}$$

$$\omega = \sqrt{67 \cdot 6} \cdot 10^6 \left(\frac{1}{6,4^3 \cdot 10^{21}} - \frac{1}{10^{24}} \right) \approx$$

$$\approx 20 \cdot 10^6 \left(\frac{1}{6,4 \cdot 8 \cdot 10^{20}} - \frac{1}{10^4} \right) = \frac{20}{10^6} \left(\frac{10^2}{51,2} - 1 \right) \approx$$

$$\frac{164016}{12 \cdot 1273} \approx \frac{20}{10^6} = \frac{2}{10^5}$$

$$\tau = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2 \cdot 76,4}{10^2} \cdot \frac{10^5}{2} = 76,4 \cdot 10^3 = 76400 \text{ с}$$

$$164000 \text{ с} \approx$$

$$\approx 273 \text{ часа}$$