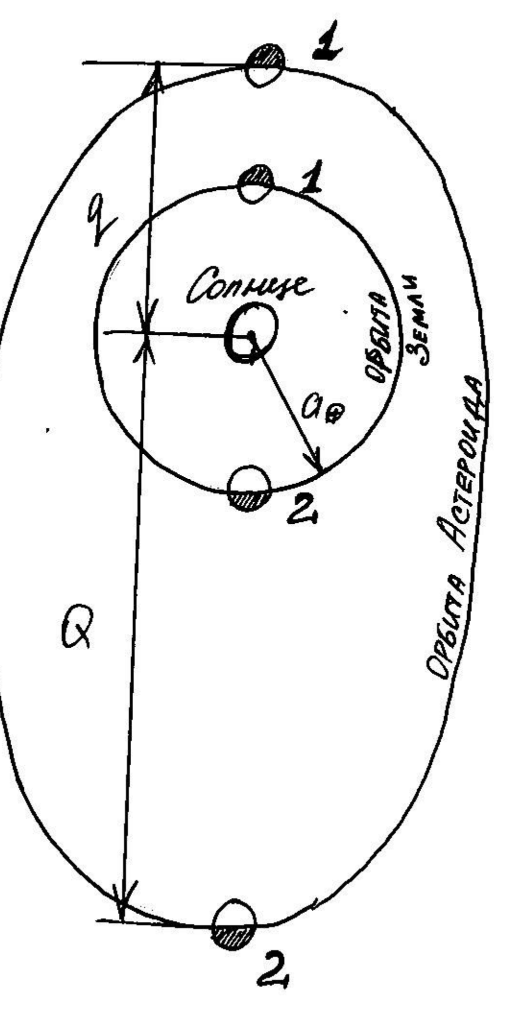
Задача № 1

Дано:
$T = 3{,}9^{y}$
$\Delta m = 2{,}5^m$

$e - ?$

Решение:

Амплитуда изменения видимой звездной величины возникает из-за эксцентриситета орбиты астероида. Наиболее ярким астероид будет при противостоянии в перицентре своей орбиты, а наиболее тусклым – в апоцентре своей орбиты. Противостояние в перицентре обозначено цифрами 1 на рисунке, а противостояние в апоцентре – цифрами 2.



Найдем полуось орбиты астероида: по III закону Кеплера:

$$T^2 = a^3$$

$$a = \sqrt[3]{T^2} = \sqrt[3]{(3{,}9^{y})^2} \approx$$

$$\approx \sqrt[3]{15{,}5} \approx 2{,}5 \text{ а.е.}$$

Распишем освещенности для каждого случая:

$$E_1 = \frac{L_\odot \cdot \pi R_A^2}{4\pi q^2 \cdot 4\pi (q - a_\oplus)^2}$$

$$E_2 = \frac{L_\odot \cdot \pi R_A^2}{4\pi Q^2 \cdot 4\pi (Q - a_\oplus)^2}$$

По формуле Погсона:

$$\frac{E_1}{E_2} = 10^{0{,}4\Delta m}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{L_\odot \cdot \pi R_A^2}{4\pi q^2 \cdot 4\pi (q - a_\oplus)^2} \cdot \frac{4\pi Q^2 \cdot 4\pi (Q - a_\oplus)^2}{L_\odot \cdot \pi R_A^2} = \frac{Q^2 (Q - a_\oplus)^2}{q^2 (q - a_\oplus)^2} =$$

$$= \left(\frac{Q(Q - a_\oplus)}{q(q - a_\oplus)} \right)^2$$

Задача №2 (продолжение)

Искомый ~~раз~~ размер области:

$$D = 2S = 2 \cdot v \cdot \Delta t = 2 \cdot \Delta\nu\lambda \cdot \Delta t = 2 \cdot \Delta\nu\lambda \cdot \frac{\rho R T \Delta\nu}{\mu \nu_1 \nu_{ср}} =$$

$$= \frac{2\rho R T \Delta\nu^2 \lambda}{\mu \nu_1 \nu_{ср}} = \frac{2\rho R \cdot 0{,}0029 \cdot \lambda \cdot \Delta\nu^2}{\lambda \mu \nu_1 \nu_{ср}} \approx \frac{0{,}006 \rho R \Delta\nu^2}{\mu \nu_1 \nu_{ср}}$$

$$D = \frac{2 \cdot 10^{6} \frac{кг}{м^3} \cdot 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot K} \cdot 0{,}003 \cdot (1000\ Гц)^2}{10^{-3} \frac{кг}{моль} \cdot 2000\ Гц \cdot 2500\ Гц} =$$

$$= \frac{0{,}006 \cdot 10^6 \cdot 8{,}31 \cdot 10^6}{10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^6} м = \frac{0{,}006 \cdot 10^6 \cdot 8{,}31}{10^{-3} \cdot 5} м = 2 \cdot 0{,}05 \cdot 10^9 м =$$

$$= 2 \cdot 50 \cdot 10^6 \cdot м = 2 \cdot 50000\ км = 100000\ км = 10^5\ км$$

Ответ: $D = 2 \cdot 50000\ км = 10^5\ км$

Бел-5
10 кл

Задача №1 (продолжение)

$$\frac{Q^2(Q-a_\oplus)^2}{q^2(q-a_\oplus)^2} = 10^{0,4\Delta m}$$

$$\frac{Q(Q-a_\oplus)}{q(q-a_\oplus)} = 10^{0,2\Delta m}$$

$$\frac{Q(Q-a_\oplus)}{q(q-a_\oplus)} = 10^{0,2\cdot 2,5^m} = 10^{0,5} \approx 3$$

Мы знаем, что: $Q = a(1+e)$
$q = a(1-e)$
$a_\oplus = 1$ а.е.

$$\frac{a(1+e)\left(a(1+e)+a_\oplus\right)}{a(1-e)\left(a(1-e)-a_\oplus\right)} = 3$$

$(1+e)(a+a\cdot e-a_\oplus) = 3(1-e)(a-a\cdot e-a_\oplus)$

Подставим значения a и $a_\oplus$:

$(1+e)(2,5+2,5e-1) = 3(1-e)(2,5-2,5e-1)$

$(1+e)(1,5+2,5e) = 3(1-e)(1,5-2,5e)$

$1,5+2,5e+1,5e+2,5e^2 = 3(1,5-2,5e-1,5e+2,5e^2)$

$1,5+4e+2,5e^2 = 3(1,5-4e+2,5e^2)$

$1,5+4e+2,5e^2 = 4,5-12e+7,5e^2$

$5e^2-16e+3=0$

$D = 16^2-4\cdot3\cdot5 = 256-60 = 196$, $\sqrt{D} = 14$

$e_1 = \frac{16+14}{10} = 3$ – при таком эксцентриситете орбита гиперболическая, следовательно невозможно повторное противостояние

$e_2 = \frac{16-14}{10} = \frac{2}{10} = 0,2$

Ответ: $e = 0,2$

БЕЛ-5
10 кл

Задача № 4

Дано:

$a = 0{,}5$ а.е.
$T = 0{,}25$ ч
$S_1 = 1 м^2$
$S_2 = 2 м^2$
$y = 0{,}3$
$\mu = 10^{-14} \frac{M_{зв}}{год}$
$\vartheta = 4 \cdot 10^2 \frac{км}{с}$
$L_\odot = 4 \cdot 10^{26}$ Вт
$T_\oplus = 1$ ч
$a_\oplus = 1$ а.е.

$\frac{E_{изл}}{E_{част}}$ – ?

Решение:

Запишем III закон Кеплера для звезды и её планеты:

$$\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM_{зв}}$$

$$M_{зв} = \frac{4\pi^2 \cdot a^3}{G \cdot T^2}$$

Запишем III закон Кеплера для Солнца и Земли:

$$\frac{T_\oplus^2}{a_\oplus^3} = \frac{4\pi^2}{GM_\odot}$$

$$M_\odot = \frac{4\pi^2 a_\oplus^3}{GT_\oplus^2}$$

Найдем отношение масс светил:

$$\frac{M_{зв}}{M_\odot} = \frac{4\pi^2 \cdot a^3}{G \cdot T^2} \cdot \frac{GT_\oplus^2}{4\pi^2 a_\oplus^3} = \left(\frac{a}{a_\oplus}\right)^3 \cdot \left(\frac{T_\oplus}{T}\right)^2 = \left(\frac{0{,}5 ае}{1 ае}\right)^3 \cdot \left(\frac{1 ч}{0{,}25 ч}\right)^2$$

$$= \left(\frac{1}{2}\right)^3 \cdot 4^2 = \frac{16}{8} = 2$$

Для звезд главной последовательности справедливо отношение:

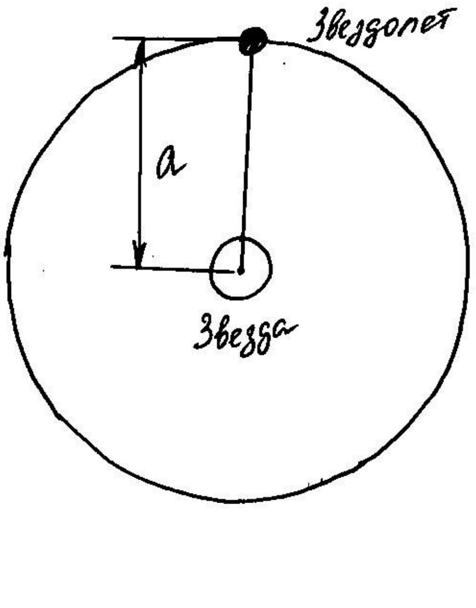
$$\frac{L_{зв}}{L_\odot} = \left(\frac{M_{зв}}{M_\odot}\right)^4 = 2^4 = 16$$

$$L_{зв} = 16 L_\odot$$

Распишем энергии:

$$E_{част} = E_K \cdot \frac{S_1}{S_0} = \frac{\mu \cdot M_{зв} \cdot \vartheta^2}{2} \cdot \frac{S_1}{4\pi a^2}$$

$$E_{изл} = \frac{L_{зв} \cdot S_2}{4\pi a^2} \cdot y$$



Лист 4

БЕЛ-5

10 кл

Задача №4 (продолжение)

Запишем отношение энергий:

$$\frac{E_{изл}}{E_{част}} = \frac{L_{зв}\cdot S_2\cdot\eta}{4\pi a^2}\cdot\frac{2\cdot 4\pi a^2}{\mu\cdot M_{зв}\cdot v^2\cdot S_1} = \frac{L_{зв}\cdot S_2\cdot\eta\cdot 2}{\mu\, M_{зв}\cdot v^2\cdot S_1} = \frac{16 L_\odot\cdot S_2\cdot\eta\cdot 2}{2M_\odot\mu v^2\cdot S_1} =$$

$$= \frac{16 L_\odot S_2\cdot\eta}{M_\odot\mu v^2\cdot S_1}$$

$$\frac{E_{изл}}{E_{част}} = \frac{16\cdot 4\cdot 10^{26}\,Вт\cdot 2м^2\cdot 0{,}3\cdot 365\cdot 24\cdot 3600\,с}{2\cdot 10^{30}\,кг\cdot 10^{-14}\,\frac{M_{зв}}{сек}\cdot\left(400000\,\frac{м}{с}\right)^2\cdot 1м^2} =$$

$$= \frac{\cancel{16}\cdot 4\cdot 10^{26}\,Вт\cdot\cancel{2}\cdot 0{,}3\cdot 365\cdot 24\cdot 3600\,с}{\cancel{2}\cdot 10^{30}\,кг\cdot 10^{-14}\,\frac{M_{зв}}{сек}\cdot\cancel{16}\cdot 10^{10}\,\frac{м^2}{с^2}} = \frac{4\cdot 10^{26}\cdot 0{,}3\cdot 365\cdot 24\cdot 36\cdot 10^2}{10^{30}\cdot 10^{-14}\cdot 10^{10}} =$$

$$= \frac{4\cdot 0{,}3\cdot 365\cdot 24\cdot 36\cdot 10^{28}}{10^{26}} = 4\cdot 0{,}3\cdot 365\cdot 24\cdot 36\cdot 10^2 = 4\cdot 30\cdot 365\cdot 24\cdot 36 =$$

$$= 1460\cdot 30\cdot 24\cdot 36 = 146\cdot 3\cdot 24\cdot 36\cdot 10^2 = 37843200 \approx 4\cdot 10^7$$

Ответ: $\frac{E_{изл}}{E_{част}} = 4\cdot 10^7$

Задача №5

Дано:
$A_2 = 160°$
$|\beta_1| = 10°$

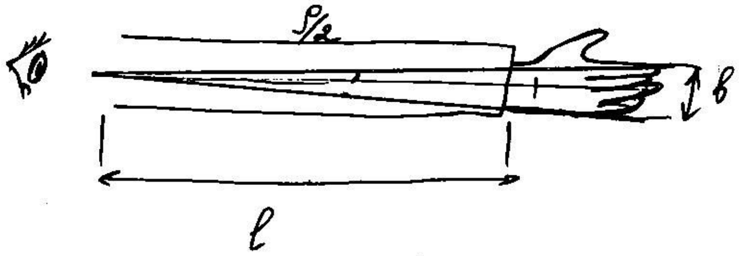
Решение:

Найдем угловой размер (ρ) четырех сжатых пальцев одной вытянутой руки (используя мою руку):

Длина руки (l) = 50см

Ширина четырех пальцев (b) = 6,5см

Рука (вид сверху под наклоном):



$$\frac{\rho}{2} = \arcsin\left(\frac{b}{2l}\right) \Rightarrow$$

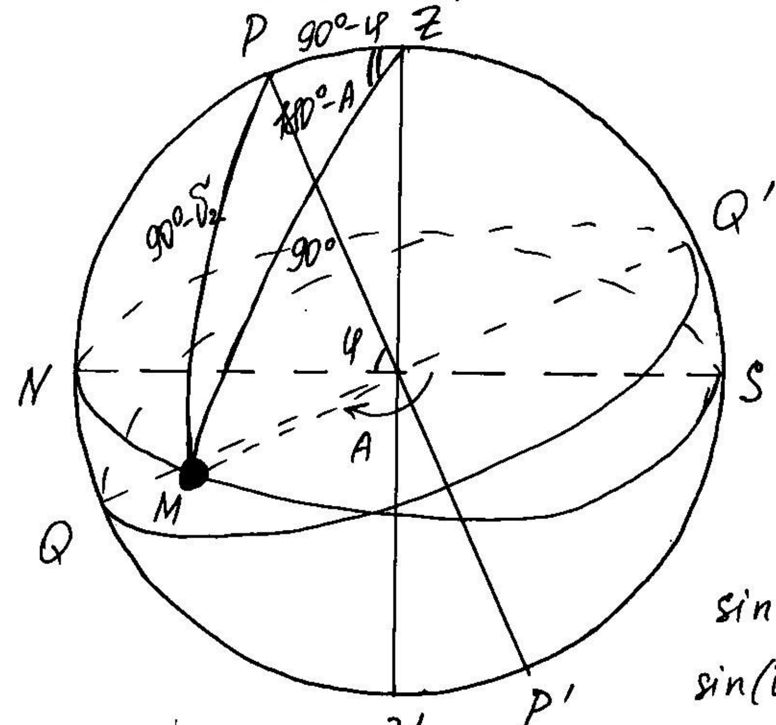
$$\Rightarrow \rho = 2\arcsin\left(\frac{b}{2l}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \rho = 2\arcsin\left(\frac{6,5}{100}\right) = 2\arcsin(0,065) \Rightarrow$$

$\Rightarrow \rho$ - малый угол

$$\sin\left(\frac{\rho}{2}\right) = \frac{\rho}{2} = \frac{b}{2l} \Rightarrow \rho = \frac{b}{l} = \frac{6,5}{50} \cdot 57,3° \approx 7°$$

Найдем склонение второй звезды (δ_2), зная, что широта Санкт-Петербурга $\varphi = 60°$.



Запишем теорему косинусов для параллактического треугольника PZM:

$$\cos(90°-\delta_2) = \cos(90°)\cos(90°-\varphi) + \sin(90°)\sin(90°-\varphi)\cos(180°-A)$$

$\cos(90°) = 0$

$\sin(90°) = 1$

$$\sin(\delta_2) = \sin(90°-\varphi)\cos(180°-A)$$

$$\sin(\delta_2) = \cos(\varphi)\cos(180°-A)$$

$$\sin(\delta_2) = \cos(60°)\cos(180°-160°) = \frac{1}{2}\cdot\cos(20°)$$

$$\cos(20°) \approx 1$$

$$\sin(\delta_2) = \frac{1}{2}\cdot 1 = \frac{1}{2} \Rightarrow \delta_2 = 30°$$

Бел-5
10 кл

Задача №5 (продолжение)

Так как в условии задачи нам дан модуль эклиптической широты первой звезды, то найдем её максимальное и минимальное склонения:

$\delta_{max} = \varepsilon + |\beta| = 23{,}5° + 10° = 33{,}5°$

$\delta_{min} = -\varepsilon - |\beta| = -23{,}5° - 10° = -33{,}°5$

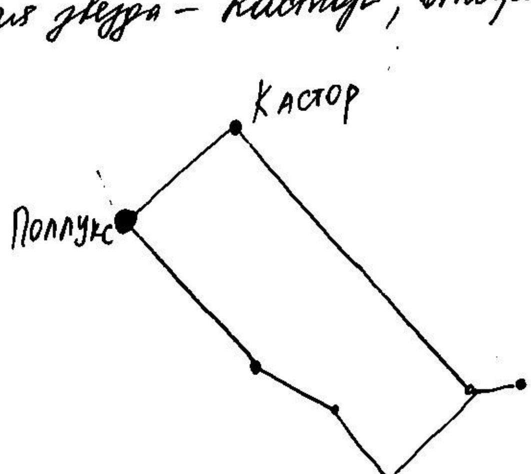
Так как у нас есть ограничение в виде углового размера между первой и второй звезой, найдем максимальное и минимальное значение склонения относительно второй звезды:

$\delta_{max}' = \delta_2 + \rho = 30° + 7° = 37°$

$\delta_{min}' = \delta_2 - \rho = 30° - 7° = 23°$

Анализируя данные значения, приходим к выводу, что склонение первой звезды лежит на интервале $\delta_1 \in [23°; 33{,}°5]$.

Проанализируем звездное небо. Какие есть две яркие звезды на склонении $\approx 30°$, угловое расстояние между которыми менее $7°$? Очевидно, это Кастор и Поллукс. Обе эти звезды принадлежат созвездию Близнецы (лат. Gemini). Всем известен факт, что Поллукс (β Gem) ярче, чем Кастор (α Gem). Созвездие Близнецов находится в точке летнего солнцестояния ($\alpha = 6^h$) $\Rightarrow$ $\Rightarrow$ так как эклиптическая широта первой звезды $\beta = 10° \Rightarrow \delta_1 \approx$ $\approx 33{,}°5$. Следовательно, первая звезда – Кастор, вторая – Поллукс. Значит, вторая звезда ярче.



Ответ: вторая звезда (Поллукс) ярче.

 БЕЛ-5 10кл

Задача № 3

Мы знаем, что и Земля, и Луна движутся по орбите против часовой стрелки.

Посчитаем скорости Земли ($v_\oplus$) и Луны ($v_☾$):

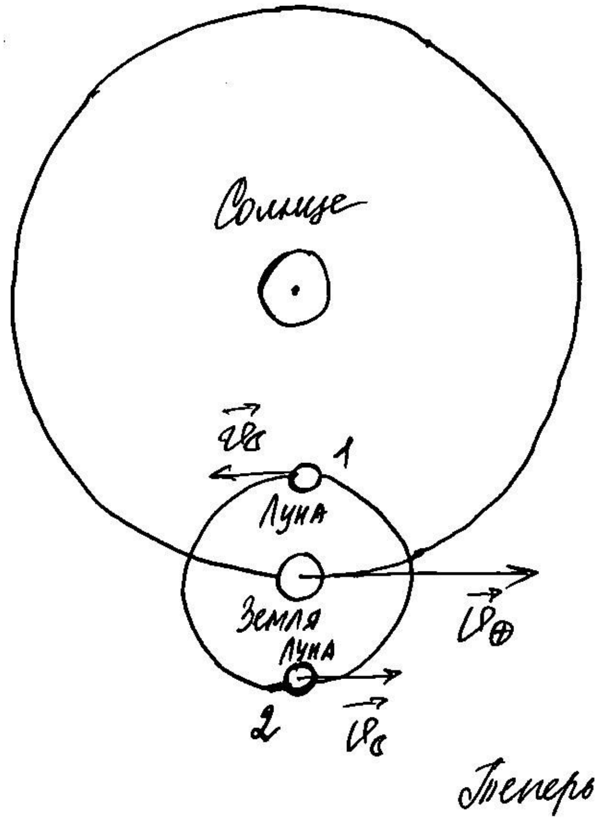
$$v_\oplus = \frac{2\pi a_\oplus}{T_\oplus}$$

$$v_\oplus = \frac{2\cdot 3{,}14\cdot 15\cdot 10^{10}\ \text{м}}{365{,}24\cdot 24\cdot 3600\,\text{с}} = \frac{6\cdot 15\cdot 10^{10}\ \text{м}}{365{,}24\cdot 24\cdot 3600\,\text{с}} = \frac{15\cdot 10^{8}\ \text{м}}{365{,}24\cdot 4\cdot 36\,\text{с}} =$$

$$= \frac{15\cdot 10^{8}\ \text{м}}{1461\cdot 36\ \text{с}} \approx \frac{15\cdot 10^{8}}{1500\cdot 36}\frac{\text{м}}{\text{с}} = \frac{10^{6}}{36}\frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 30000\,\frac{\text{м}}{\text{с}} = 30\,\frac{\text{км}}{\text{с}}$$

$$v_☾ = \frac{2\pi a_☾}{T_☾}$$

$$v_☾ = \frac{2\cdot 3{,}14\cdot 384400\,\text{км}}{27{,}32\cdot 24\cdot 3600\,\text{с}} = \frac{6\cdot 384400\,\text{км}}{27\cdot 24\cdot 3600\,\text{с}} = \frac{3844\ \text{км}}{27\cdot 24\cdot 6\ \text{с}} \approx 1\,\frac{\text{км}}{\text{с}}$$



Проекция траектории движения Луны могла бы иметь самопересечения, если бы в новолунии (положении 1) скорость Луны была сравнима с скоростью Земли или больше её (в положении 1 вектор скорости Луны противоположен направлению вектора скорости Земли, а в положении 2 — сонаправлен). Но так как скорость Луны сильно меньше скорости Земли ($v_\oplus >> v_☾$), само-пересечений орбиты не будет.

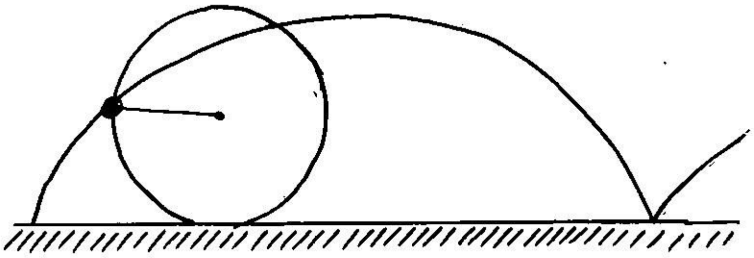
Теперь докажем, что проекция траектории движения Луны относительно Солнца на плоскость эклиптики везде выпукла наружу.

Лист 8 Бел-5

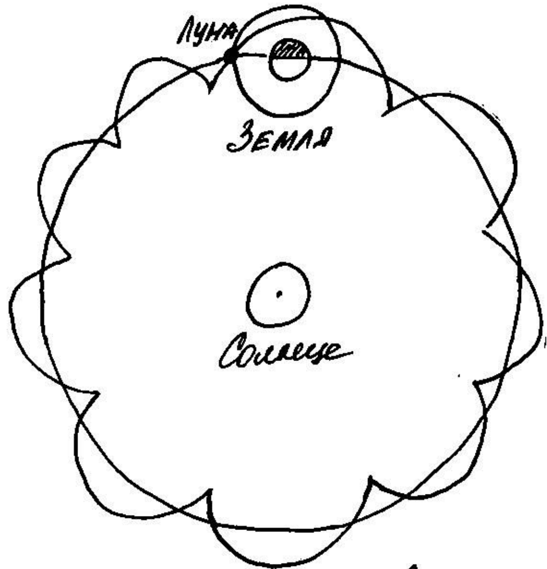
10 кл

Задача №3 (продолжение).

Так как по вычислениям скорость Луны сильно меньше скорости Земли, то ею можно пренебречь. То есть Луна станет фиксированной точкой орбиты вокруг Земли. Из этого следует, что, учитывая движение Земли вокруг Солнца, траектория движения Луны — циклоида.



ЦИКЛОИДА НА ПЛОСКОСТИ



ТРАЕКТОРИЯ ОРБИТЫ ЛУНЫ ОТНОСИТЕЛЬНО СОЛНЦА

Ввиду формы траектории, делаем вывод, что траектория орбиты Луны относительно Солнца везде выпукла наружу.

Доказано.

ЛИСТ 9 Бел-5

10кл

Задача №2

Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона:

$pV = nRT$

$p\frac{m}{\rho} = \frac{m}{\mu}RT$

$p = \frac{\rho}{\mu}RT$

Запишем отношение для давления и частот:

$\frac{p_1}{p_2} = \frac{\nu_1}{\nu_2}$

$p_1 = \frac{\rho}{\mu}RT$ $\nu_2 = \nu_1 + \Delta\nu$

$p_2 = \frac{\rho}{\mu}RT + \Delta p$

$$\frac{\frac{\rho}{\mu}RT}{\frac{\rho}{\mu}RT + \Delta p} = \frac{\nu_1}{\nu_1 + \Delta\nu} \Rightarrow \frac{\frac{\rho}{\mu}RT + \Delta p}{\frac{\rho}{\mu}RT} = \frac{\nu_1 + \Delta\nu}{\nu_1} \Rightarrow 1 + \frac{\Delta p}{\frac{\rho}{\mu}RT} = 1 + \frac{\Delta\nu}{\nu_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta p}{\frac{\rho}{\mu}RT} = \frac{\Delta\nu}{\nu_1} \Rightarrow \Delta p = \frac{\rho RT\Delta\nu}{\mu\nu_1}$$

$\Delta\nu = 1$ кГц (т.к. по условию задачи частота равна 2-3 кГц $\Rightarrow \Delta\nu = \nu_2 - \nu_1 =$

$= 3$ кГц $- 2$ кГц $= 1$ кГц)

$\nu_1 = 2$ кГц

Плотность окружающей среды — плотность жидкости, которая является очень большой. Пусть $\rho = 10^6 \frac{кг}{м^3}$. Пусть $\mu = 10^{-3} \frac{кг}{моль}$ (Молярная масса водорода).

По условию задачи $\frac{\Delta p}{\Delta t} = \nu_{ср} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta p}{\nu_{ср}} = \frac{\rho RT\Delta\nu}{\mu\nu_1\cdot\nu_{ср}}$

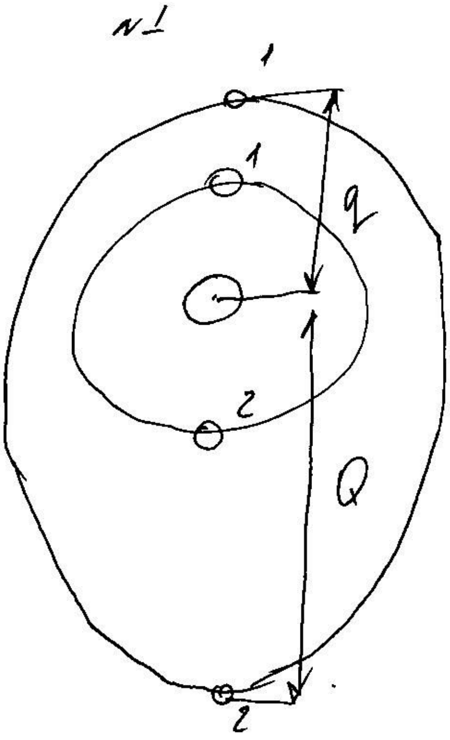
Черновик

Лист 1

Бел-5

10 кл

№1



$$E_1 = \frac{L_\odot \cdot \pi R_a^2}{4\pi q^2 \cdot 4\pi (q - a_\oplus)^2}$$

$$E_2 = \frac{L_\odot \cdot \pi R_a^2}{4\pi Q^2 \cdot 4\pi (Q - a_\oplus)^2}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = 10^{0{,}4\Delta m} = \frac{\cancel{L_\odot} \cdot \cancel{\pi R_a^2} \cdot \cancel{4\pi} Q^2 \cdot \cancel{4\pi} (Q-a_\oplus)^2}{\cancel{4\pi} q^2 \cancel{4\pi} (q - a_\oplus)^2 \cancel{L_\odot} \cdot \cancel{\pi R_a^2}} =$$

$$= \frac{Q^2 (Q - a_\oplus)^2}{(q - a_\oplus)^2 q^2} = 10^{0{,}4\Delta m}$$

$2{,}5 \times 0{,}2 = 0{,}50$

25×25: 125, 50, 625

$$\frac{Q(Q-a_\oplus)}{q(q-a_\oplus)} = 10^{0{,}2\Delta m} = 10^{0{,}2 \cdot 2{,}5} = 10^{0{,}5}$$

$10^{0{,}4} = 2{,}512$

625×25: 3125, 1250, 15625

$$\frac{Q(Q-a_\oplus)}{q(q-a_\oplus)} \approx 3$$

39×39: 351, 117, 1521

$Q = a(1+e)$

$q = a(1-e)$

$$\cancel{a}(1+e)(a(1+e) - a_\oplus) = 3\cancel{a}(1-e)(a(1-e) - a_\oplus)$$

$$(1+e)(a + ae - a_\oplus) = 3(1-e)(a - ae - a_\oplus)$$

$$(1+e)(2{,}5 + 2{,}5e - 1) = 3(1-e)(2{,}5 - 2{,}5e - 1)$$

$T^2 = a^3$

$a = \sqrt[3]{T^2} = \sqrt[3]{3{,}9^2} = \sqrt[3]{15{,}5} \approx 2{,}5$ ае

14×14: 56, 14, 196

16×16: 96, 16, 256

$$(1+e)(1{,}5 + 2{,}5e) = 3(1-e)(1{,}5 - 2{,}5e)$$

$$1{,}5 + 2{,}5e + 1{,}5e + 2{,}5e^2 = 3(1{,}5 - 2{,}5e - 1{,}5e + 2{,}5e^2)$$

$$1{,}5 + 4e + 2{,}5e^2 = 3(1{,}5 - 4e + 2{,}5e^2)$$

$$1{,}5 + 4e + 2{,}5e^2 = 4{,}5 - 12e + 7{,}5e^2$$

$$5e^2 - 16e + 3 = 0$$

$$D = 16^2 - 4 \cdot 3 \cdot 5 = 256 - 60 = 196$$

$$e = \frac{16+14}{10} = \frac{30}{10} = 3; \quad e = \frac{16-14}{10} = \frac{2}{10} = 0{,}2$$

Черновик

Лист 2

Бел-5

10кл

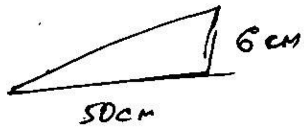
№5

Длина руки ≈ 50см

Ширина пальцев = 7см

6см

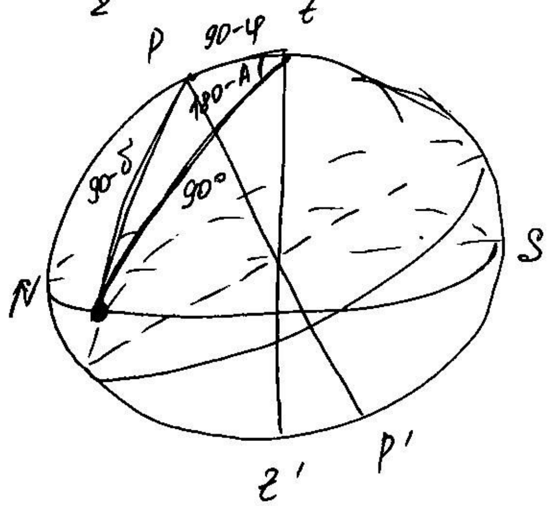
$D = \frac{h}{\rho} \Rightarrow \rho < \frac{h}{D} = \frac{7см}{50см} \cdot 57{,}3^\circ \approx 6-7^\circ$



$\beta_1 = 10^\circ$

$\varphi_{Юпитера} = 60^\circ$

$A_2 = 160^\circ$



$\cos(90^\circ-\delta) = \cos(90^\circ-\varphi)\cos 90^\circ +$

$+\sin(90^\circ-\varphi)\sin(90^\circ)\cos(180-A)$

$\sin\delta = \cos\varphi\cos(180-A)$

$\sin\delta = \cos 60^\circ \cos 20^\circ \Rightarrow \sin\delta = \cos 60^\circ = \frac{1}{2}$

$\delta_2 = 30^\circ$

$\cos 20^\circ \approx 1$

$\delta_1 = \varepsilon + \beta = 23{,}5^\circ + 10^\circ = 33{,}5^\circ$

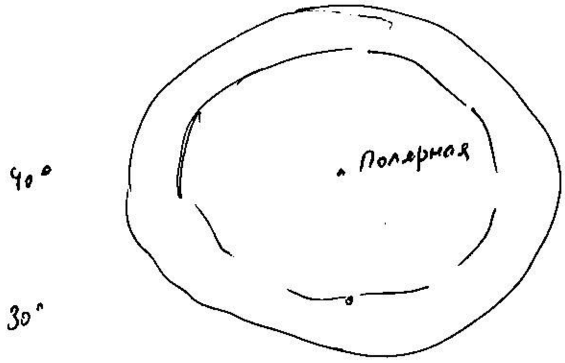
$max = 37^\circ$

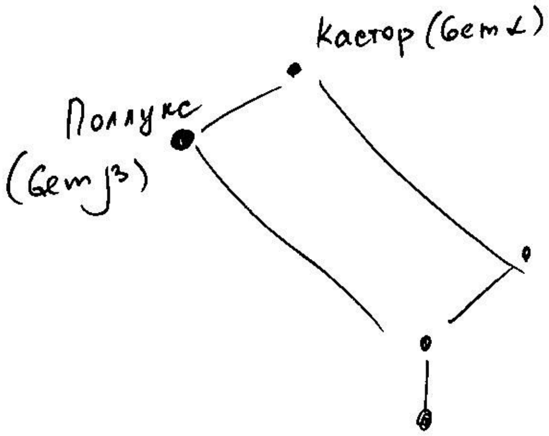
$min = 23^\circ$

$\delta_1 - \delta_2 < \rho$ норма!

30° – близнецы, лира,...

Кастор и Поллукс





Поллукс ярче => поллукс ниже =>

=> вторая звезда!

$\delta_2 \in (23^\circ; 33{,}5^\circ)$

Черновик Бел-5

Лист 3 10 кл

№4

$a = 0{,}5\,ae$

$T = 0{,}25\,\text{г}$

$S_1 = 1\,м^2$

$S_2 = 2\,м^2$

$\eta = 0{,}3$

$\Delta m = 10^{-14}\,\frac{M_{зв}}{год}$

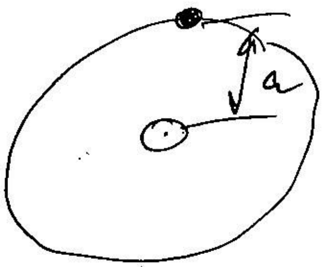
$\vartheta = 4\cdot 10^2\,\frac{км}{с}$

$\frac{E_1}{E_2} - ?$

Решение:

$$\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{G M_{зв}}$$

$$M_{зв} = \frac{4\pi^2 a^3}{G\cdot T^2}$$



Для земли: $M_\odot = \frac{4\pi^2 a_\oplus^3}{G\cdot T_\oplus^2}$

$$\frac{M_{зв}}{M_\odot} = \frac{\cancel{4\pi^2} a^3 \cdot \cancel{G} T_\oplus^2}{\cancel{G}\cdot T^2\cdot \cancel{4\pi^2} a_\oplus^3} = \frac{a^3}{a_\oplus^3}\cdot\frac{T_\oplus^2}{T^2} =$$

$$= \left(\frac{a}{a_\oplus}\right)^3\cdot\left(\frac{T_\oplus}{T}\right)^2 = \left(\frac{0{,}5\,ae}{1\,ae}\right)^3\cdot\left(\frac{0{,}25\,г}{1\,г}\right)^{-2} =$$

$$= \left(\frac{1}{2}\right)^3\cdot 4^2 = \frac{16}{8} = 2$$

$$\frac{E_2}{E_1} = 1{,}7\cdot 10^6$$

Для зв. глав. послед:

$$\frac{L_{зв}}{L_\odot} = \left(\frac{M_{зв}}{M_\odot}\right)^4 = 2^4 = 16$$

$$L_{зв} = 16\,L_\odot$$

$365\times 4 = 1460$ $\quad 365\times 4 = 1460$

E_1 (энергия с кинет. энергией):

$$E_1 = \frac{\Delta m\,\vartheta^2}{2}\cdot\frac{S_1}{4\pi a^2} = \frac{\Delta m\cdot M_{зв}\,\vartheta^2}{2}\cdot\frac{S_1}{4\pi a^2}$$

24×36

$36\times 24 = 144 + 72 = 864$

E_2 (энергия батарей):

$$E_2 = \frac{L_{зв}\cdot S_2}{4\pi a^2}\,\eta =$$

$30-14 = 20-4 = 16$

864×3

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\Delta m\cdot M_{зв}\cdot S_1\cdot\cancel{4\pi a^2}\cdot\vartheta^2}{2\cdot\cancel{4\pi a^2}\cdot L_{зв}\cdot S_2\cdot\eta} = \frac{\Delta m\cdot\cancel{2}M_\odot\cdot S_1\cdot\vartheta^2}{\cancel{2}\cdot 16 L_\odot\cdot S_2\cdot\eta} =$$

$$= \frac{10^{-14}\cdot\cancel{2}\cdot 10^{30}\cdot 1м^2\cdot 400^2}{16\cdot 4\cdot 10^{26}\cdot\cancel{2}\cdot 0{,}3} = \frac{10^{-14}\cdot 10^{30}\cdot\cancel{160000}}{\cancel{16}\cdot 4\cdot 10^{26}\cdot 0{,}3} = \frac{10^{16}\cdot 10^4}{4\cdot 10^{26}\cdot 0{,}3} =$$

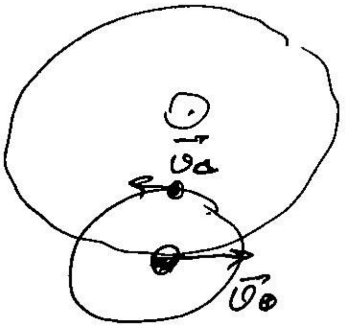
$$= \frac{\cancel{10}^{20}}{4\cdot 10^{\cancel{26}}\cdot 0{,}3} =$$

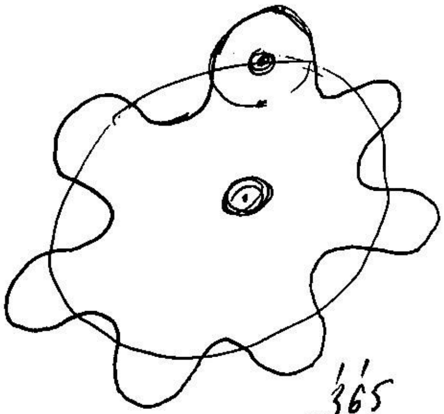
$$= \frac{1}{4\cdot 0{,}3\cdot 10^6} = \frac{1}{\ldots\cdot 10^6}$$

Черновик Бел-5

Лист 4 10кл

№3





14
$\times 36$
73
108
252
2628

$365,24 \cdot 4 = 1461$

$\times 365$
2
730

$730 \cdot 2 = 1460$

$$v_\oplus = \frac{2\pi a_\oplus}{T_\oplus} = \frac{(4 \cdot 3{,}14) \cdot 150000000}{365 \cdot 24 \cdot 3600} = \frac{150000}{36 \cdot 730} = \frac{150000}{36 \cdot 73} =$$

$30 \frac{км}{с}$, ≈ 12, 2

$= \frac{150000}{3000}$

$$v_☾ = \frac{2\pi a_☾}{T_☾} = \frac{2 \cdot 3{,}14 \cdot 384400}{27{,}32 \cdot 24 \cdot 3600} =$$

$$= \frac{3844}{27{,}32 \cdot 2 \cdot 36} = \frac{3844}{28 \cdot 2 \cdot 36} \approx 1 \frac{км}{с}$$

$v_\oplus >> v_☾ \Rightarrow$ самопересечений не будет

№4

$\nu = 2\text{-}3$ кГц

$D - ?$

$$\frac{P}{P_0 \cdot \tau} = \nu \Rightarrow \frac{P}{P_0} = 2\text{-}3$$

$$D = \frac{c}{\nu} = \frac{300000 \frac{км}{с}}{3000 с^{-1}} =$$

$p_1 V_1 = nRT$

$p_1 V_1 = p_2 V_2$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

$$\nu = \frac{p_1}{p_2 \cdot \tau}$$

$\tau = 1с$

$1{,}5 \times 1{,}5 = 2{,}25$; $2{,}25 \times 1{,}5$; $= 100$ км ?

$1{,}2 \times 1{,}2 = 1{,}44$; $1{,}44 \times 1{,}2$

$pV = nRT$

$$p \frac{m}{\rho} = \frac{m}{\mu} RT$$

$$\frac{(R_2)^3}{(R_1)^3 \tau} = \nu \qquad \frac{R_2}{R_1} = \sqrt[3]{\nu} = \sqrt[3]{3000} = 10^3 \sqrt{3} =$$

$\approx 1{,}5 \cdot 10^3 = 1500$

$$p = \frac{\rho}{\mu} RT \Rightarrow \text{if } \rho\uparrow \text{ then } p\uparrow$$

Черновик

Лист 5

Бел - 5

10кл

№ 4

$\frac{P}{P_0} = 2-3$

$R = \frac{2v_0}{v} = \frac{2v_0}{2v_0 y} = \cancel{\ } = 30000$

$\frac{v}{v_0} = 2-3$

$v = 2v_0$

$36 \cdot 24 = 864$

$\cancel{1,5+7,5e+1,8e+2,5e^2}$

$1,5+4e+2,5e^2 = 10(1,5-4e+2,5e^2)$

$1,5+4e+2,5e^2 = 15-40e+25e^2$

$15+40e+25e^2 = 150-400e+250e^2$

$225e^2-440e+135=0$

$45e^2-88e+27=0$

D

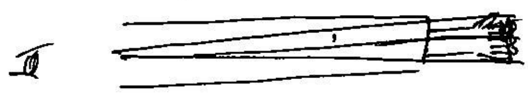
$$\begin{array}{r} 864 \\ \times\ 146 \\ \hline 5184 \\ 3456\ \ \\ 864\ \ \ \ \\ \hline 126144 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 126144 \\ \times\ \ \ \ 3 \\ \hline 378432 \end{array}$$

№ 4

37843200

Рука (вид сверху):



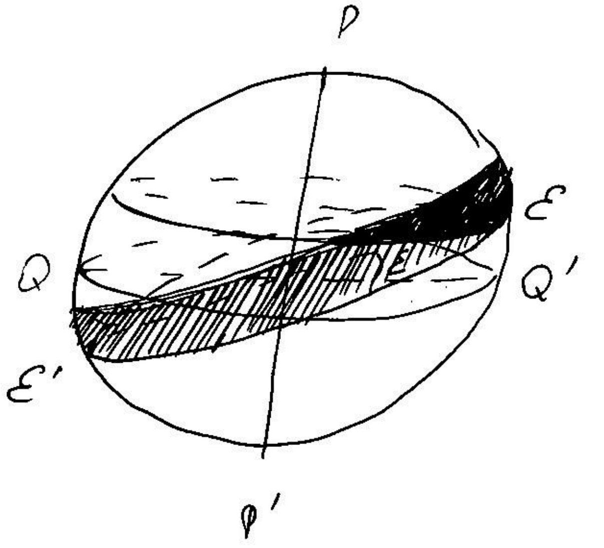
$\frac{\varphi}{2} = \arcsin\left(\frac{3}{50}\right)$

малый угол

$\varphi = 2\arcsin\left(\frac{3}{50}\right) = 2\arcsin(0,06) =$

Черновик
Лист 6

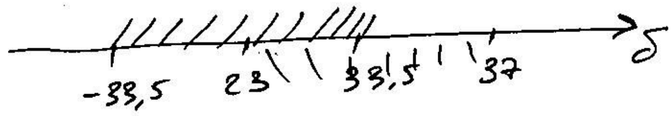
БЕЛ-5
10кл

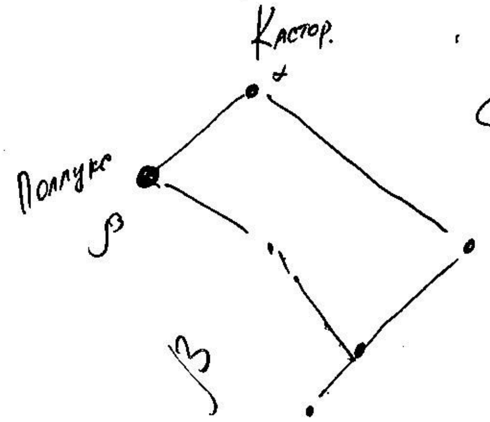


$\delta_{max} = \varepsilon + \Delta\delta = 23,5^\circ + 10^\circ = 33,5^\circ$

$\delta_{min} = 23^\circ$

$\delta_2 \in [23^\circ; 33,5^\circ]$





Gemini
Близнецы

Gemini

33,5

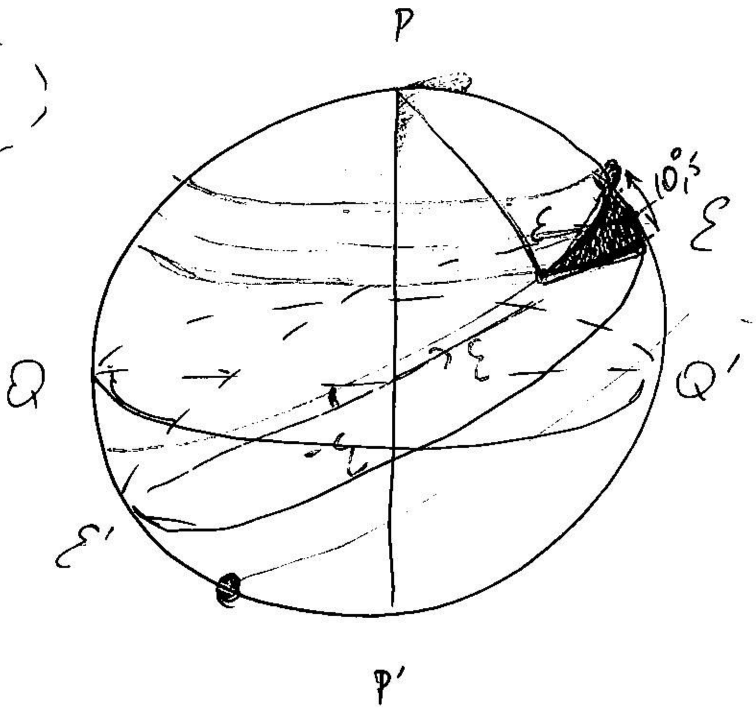
$\frac{p_1}{\rho_1} = \frac{p_2}{\rho_2}$

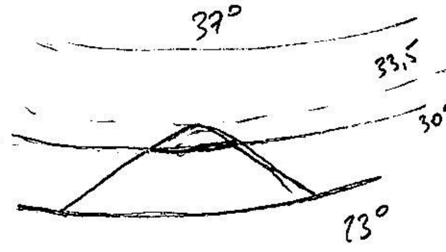
30

$\frac{p_1}{p_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$

β β

$\nu = 2-3$ кГц





Черновик   Бел-5

Лист 7   10 кл

$pV = \nu RT$

$p\frac{m}{\rho} = \frac{m}{\mu}RT$ $\Rightarrow \Delta p = \frac{p_1\Delta\nu}{\nu_1}$

$\Delta p_6 = \frac{\rho}{\mu}RT$

$\frac{p_1}{p_1+\Delta p} = \frac{\nu_1}{\nu_1+\Delta\nu} \Rightarrow \frac{p_1+\Delta p}{p_1} = \frac{\nu_1+\Delta\nu}{\nu_1} \Rightarrow \frac{\Delta p}{p_1} = \frac{\Delta\nu}{\nu_1}$ $\Rightarrow$

$\Delta p = \frac{\rho RT\Delta\nu}{\mu\nu_1}$ $T = \frac{0,0029}{\lambda} = \frac{0,003}{\lambda}$

$\frac{\Delta p}{\Delta t} = \nu_{ср} (\approx 2,5 \text{ кТч})$

$\Delta t = \frac{\Delta p}{\nu_{ср}}$

$S = \upsilon t = \Delta\nu\lambda\Delta t = \Delta\nu\lambda\frac{\Delta p}{\nu_{ср}} = \frac{\rho R\, 0,003\Delta\nu\cdot\Delta\nu\cancel{\lambda}}{\mu\nu_1\cancel{\lambda}\nu_{ср}} =$

$= \frac{\rho R\, 0,003\Delta\nu^2}{\mu\nu_1\nu_{ср}} = \frac{10^8\cdot 8,31\cdot 0,003\cdot 1000^2}{10^{-3}\cdot 2000\cdot 2500} = \frac{10^9\cdot 8,31\cdot 0,003\cdot 10^6}{5\cdot 10^6} =$

$= 10^9\cdot 2\cdot 0,003 = 0,005\cdot 10^9 = 50000$ км

2

10^5