Лист 1

Бел-21
11 кл

Задача № 5

Дано:
$\Theta = 4500$ м/с
$m = 1$ т
$M = 6{,}4$ т
$M_{\odot} = 2\cdot 10^{30}$ кг
$M_{\oplus} = 6\cdot 10^{24}$ кг
$T = T_{\oplus} = 24^h$
$a_{\oplus} = 1{,}5\cdot 10^{11}$ м
v - ?

Решение:

По формуле Циолковского найду прирост скорости, который может обеспечить двигатель:

$\ln\left(\frac{M+m}{m}\right)\cdot\Theta = \Delta v$, где Δv - прирост скорости

$\ln\left(\frac{6{,}4+1}{1}\right)\cdot 4500$ м/с $= \ln 7{,}4 \cdot 4500$ м/с $= {}^{*}$ Интересный факт: $e^2 \approx 7{,}4$ $^{*}/\ 2\cdot 4500$ м/с $= 9\cdot 10^3$ м/с.

Придавив полученный прирост скорости к настоящей скорости аппарата, и сравнив его со скоростью, необходимой для вылета из Солнечной системы (вторая космическая для Солнца), оценю возможность вылета аппарата из системы.

$v = \Delta v + v_0$, где v_0 - настоящая скорость аппарата

$v_0 = v_{\oplus} + v_{ап}$, где $v_{\oplus}$ - скорость Земли вокруг Солнца

$v_{ап}$ - скорость аппарата вокруг Земли.

$v_{\oplus} = \sqrt{\frac{GM_{\odot}}{a_{\oplus}}} = 3\cdot 10^4$ м/с (Все расчёты были произведены в черновике)

Лист 2 Бел-21

$\upsilon_{ап} = \frac{2\pi R}{T}$, где R - радиус орбиты аппарата.

11 кл

По формуле средней круговой скорости:

$\upsilon_{ап} = \sqrt{\frac{GM_\oplus}{R}}$; $R = \frac{GM_\oplus}{\upsilon_{ап}^2}$

$\upsilon_{ап} = \frac{2\pi GM_\oplus}{T\upsilon_{ап}^2}$; $\upsilon_{ап} = \sqrt[3]{\frac{2\pi GM_\oplus}{T}}$

$\upsilon_{ап} = \sqrt[3]{\frac{2\cdot 3\cdot 6{,}7\cdot 10^{-11}\cdot 6\cdot 10^{24}}{24\cdot 60\cdot 60}} = \sqrt[3]{\frac{10^{11}\cdot 6{,}7}{24}} = 10^3\sqrt[3]{\frac{670}{24}} \approx 10^3\sqrt[3]{\frac{55}{2}} =$

$= 10^3\sqrt[3]{27{,}5} \approx 3\cdot 10^3$ м/с

$\upsilon_0 = \upsilon_\oplus + \upsilon_{ап} = 3\cdot 10^4 + 3\cdot 10^3$ м/с $= 33\cdot 10^3$ м/с

$\upsilon = \upsilon_0 + \Delta\upsilon = 33\cdot 10^3$ м/с $+ 9\cdot 10^3$ м/с $= 42\cdot 10^3$ м/с.

Скорость, необходимая для вылета из Солнечной системы:

$\upsilon' = \sqrt{\frac{2GM_\odot}{a_\oplus}} = \sqrt{\frac{2\cdot 6{,}7\cdot 10^{-11}\cdot 2\cdot 10^{30}}{1{,}5\cdot 10^{11}}} = 10^4\sqrt{\frac{8\cdot 6{,}7}{3}} =$

$= 2\cdot 10^4\sqrt{\frac{2\cdot 6{,}7}{3}} \approx 2\cdot 10^4\sqrt{2\cdot 2{,}2} = 4\cdot 10^4\sqrt{1{,}1} \approx 4\cdot 10^4$ (м/с)

$\upsilon > \upsilon'$, а значит аппарат покинет Солнечную систему

Ответ: покинет

Лист 3

Бел - 21

11кл

Задача № 4

Вся наша галактика, в основном, состоит из звёзд, планет и пустоты, которая находится между ними. Причём, третьего настолько больше, что первыми двумя можно пренебречь. Следовательно можно сказать, что усреднённая температура галактики - 3 K.

Найду концентрацию фотонов в галактике по формуле:

$$n \approx 20T^3,\ см^{-3}$$

$n \approx 20 \cdot 27 = 540\ см^{-3}$

Считая радиус галактики равным $50 \cdot 10^3$ св. лет, а ~~самом~~ саму галактику шаром, найду количество фотонов:

$$N = \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot n$$, где R - радиус галактики

$$N = \frac{4}{3} \cdot 3 \cdot (5 \cdot 10^4 \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 36 \cdot 10^2 \cdot 24 \cdot 365)^3 \cdot 540 \cdot 10^{-6} \approx 10^{44}$$

Ответ: 10^{44}

Задача № 1

Дано: $h = 200$ км; $R = 6400$ км; ~~T_0~~

Найти: t - ?

Решение:

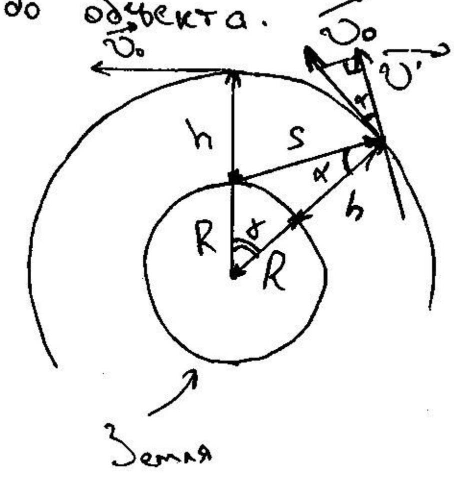
При решении данной задачи я пренебрегу вращением Земли, т.к. её угловая скорость вращения будет на несколько порядков меньше угловой видимой скорости аппарата.

Рассмотрю некоторый момент, когда угловая видимая скорость движения аппарата в 2 раза меньше его максимальной:

$\omega = \frac{1}{2}\omega_{max}$, при этом наибольшая угловая скорость у аппарата будет в зените, что следует из последующей формулы:

$\omega' = \frac{v'}{S}$, где ω' - угловая скорость в некий момент времени.

v' - скорость объекта в проекции ~~на~~ для наблюдателя, а S - расстояние до объекта.



Исходя из чертежа: $v' = v_0 \cdot \cos\alpha$

$$\frac{\omega}{\omega_{max}} = \frac{v_0 \cos\alpha\,(h)}{v_0 \cdot S} = \frac{\cos\alpha\,(h)}{S} = \frac{1}{2}.$$

$$\cos\alpha = \frac{S}{2(h)} = \frac{S}{2h}$$

Лист 5 Бел-21

11 кл

Далее по теореме косинусов в треугольнике:

$R^2 = S^2 + (R+h)^2 - 2S(R+h)\cdot\cos\alpha$

$R^2 = S^2 + R^2 + 2Rh + h^2 - \frac{S^2(R+h)}{h}$

$R^2 = S^2 + R^2 + 2Rh + h^2 - \frac{S^2R}{h} - S^2$

$2Rh + h^2 = \frac{S^2R}{h}$

$S = \sqrt{2h^2 + \frac{h^3}{R}}$; $S \approx 300$ км.

~~По теореме косинусов для γ:~~

~~$S^2 = R^2 + (R+h)^2 - 2R(R+h)\cdot\cos\gamma$~~

~~$\cos\gamma = -\frac{S^2 - R^2 - (R+h)^2}{2R(R+h)}$; $\cos\gamma$~~

По теореме синусов:

$\frac{S}{\sin\gamma} = \frac{R}{\sin\alpha}$

$\sin\gamma = \frac{S\sin\alpha}{R} = \frac{300\cdot\sin\alpha}{6400} = \frac{\sin\alpha}{\cancel{32}\ 21} = \frac{\sqrt{1-\cos^2\alpha}}{\cancel{32}\ 21} = \frac{\sqrt{1-\frac{S^2}{4h^2}}}{\cancel{32}\ 21} =$

$= \frac{\sqrt{1-\frac{9}{16}}}{21} = \frac{\sqrt{7}}{21\cdot 4} = \frac{1}{\sqrt{7}\cdot 12} \approx \frac{1}{33} \approx 0{,}03.$

Т.к. γ - малый угол, то: $\sin\gamma \approx \gamma^{рад} \approx 0{,}03$

$\gamma \approx 0{,}03\cdot 60^\circ \approx 1{,}8^\circ$. γ - угол, при котором скорость аппарата равна половине его максимальной.

Аппарат пройдёт 2 таких угла.

$\omega = 2\gamma = 3{,}6^\circ$

Лист 6

Бел - 21
11кл

Составлю пропорцию:

$$\frac{3{,}6^\circ}{360^\circ} = \frac{t}{T}$$, где T - период спутника

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{(R+h)^3}{GM_\oplus}}$$, где $M_\oplus$ - масса Земли.

$$T \approx 500\cancel{0} \approx 5\cdot10^{\cancel{4}3}s$$

Значит:

$$\frac{3{,}6^\circ}{360^\circ} = \frac{t}{5\cdot10^{\cancel{4}3}s} \quad ; \quad t \approx 50^s$$

Ответ: 50^s.

Задача № 2

Пусть концентрация спиральных галактик на небосводе постоянна. Тогда её вычислю по формуле:

$$\eta = \frac{N}{V}$$, где N - количество звёзд, приходящихся на объём V.

$$\eta = \frac{N\cdot3}{4\cdot\pi S^3} = const.$$

Пусть все ~~сар~~ спиральные галактики имеют одинаковый размер L.
Тогда: $S = \frac{L}{\rho}$, где ρ - угловой размер галактики. Минимальный угловой размер, который может разрешить телескоп: $\rho = \frac{1{,}22\lambda}{D}$

D - диаметр телескопа. $\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{1{,}22\lambda\cdot D_2}{1{,}22\lambda D_1} = \frac{D_2}{D_1} = \frac{LS_2}{LS_1} = \frac{S_2}{S_1}$. На данный момент наибольшим телескопом является КЕК, диаметр которого $D_2 \approx 10м$.

$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{10}{6\cdot10^{-2}} = \frac{1}{6}\cdot10^3 = 167 \quad \cancel{\frac{S_2}{S_1}} \quad \frac{N_2}{N_1} = \frac{\eta\cdot4\pi S_2^3\cdot3}{3\cdot\eta\cdot4\pi S_1^3} = \left(\frac{S_2}{S_1}\right)^3 \approx 5\cdot10^6$$

~~Ответ: 5·10⁶~~

Лист 7

Бел-21

11 кл

Таким образом найду количество видимых спиральных галактик:

$N_г = 5\cdot10^6\cdot 28 \approx 1{,}5\cdot10^8$.

При этом количество галактик, в которых Мессье смог разрешить отдельные звёзды, имеет нулевой порядок. Т.к. я пренебрёг многими факторами, то можно сказать, что:

$N_г' = 5\cdot10^6\cdot 10^0\cdot k$, где k - количество галактик, в которых Мессье смог разрешить звёзды.

$N_г' \approx 10^7$.

Значит возможное количество галактик: ~~$10^7 < x < 10^8$~~ $10^7 < x < 10^8$.

Ответ: порядка 10^7 галактик.

Черновик Лист 1 Бел - 21

11 кл

$\mathfrak{S}$1

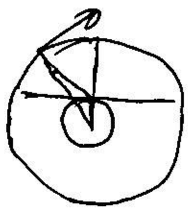
1. В

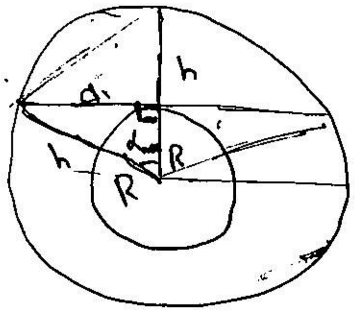
$\omega_{атм} = |\omega \pm \omega_{\oplus}|$

$\cancel{v = \sqrt{g(R+h)}}$ $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$.

$\omega_{отн} = |\omega - \omega_{\oplus}|$, где $\omega_{\oplus} = 15°/h$

$\omega = \frac{v}{d}$, где d - раст.





d_1 - б у горизонта ~~в зените~~

$d_1 = \sqrt{(R+h)^2 - R^2} = \sqrt{2hR + h^2} = \sqrt{h(2R+h)} = \sqrt{200(2 \cdot 6400 + 200)} = 100\sqrt{2 \cdot 2(64+1)} = 200\sqrt{64+1} \approx$

≈ 1600 км.

d_2 - б зените

$d_2 = h = 200$ км.

$6\sqrt{\frac{6{,}6^3 \cdot 10^{18}}{6{,}7 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24}}} = \sqrt{6{,}6 \cdot 10^5} \cdot 6 \approx 48000$ с

$\omega_{max} = \frac{v}{h} =$

$v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} = \sqrt{\frac{6{,}7 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24}}{(6400+200) \cdot 1000}} = \sqrt{\frac{6{,}7 \cdot 6 \cdot 10^{8}}{66}} = \sqrt{\frac{6{,}7 \cdot 10^{8}}{11}} \approx$

$\approx \sqrt{0{,}6 \cdot 10^{8}}$ $\cancel{= \sqrt{6 \cdot 10^{10}} = 10^5}$ $= \sqrt{0{,}6 \cdot 10^8} = 10^4\sqrt{0{,}6} \approx 0{,}8 \cdot 10^4 \approx$

$\approx 8 \cdot 10^3$ (м/с) $= 8$ км/с

$\omega_{max} = \frac{8 \text{ км/с}}{200 \text{ км}} \cdot 57{,}3° \approx \frac{8 \cdot 60}{200} = \frac{8 \cdot 6}{20} = \frac{2 \cdot 6}{5} = \frac{12}{5} = 2{,}4 °/s$?

Пусто

Черновик Лист 2 Бел-21

11 кл

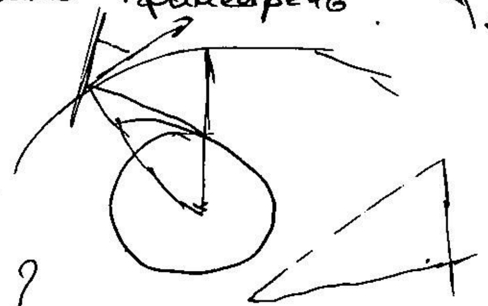
$\omega_\oplus = 15°/h = 15'/min = 0{,}25°/min$

$\omega_{max} = 2{,}4°/s = 2{,}4 \cdot 60°/min = 24 \cdot 6 = 144°/min$

$\frac{T}{T_{пол}} = \frac{180°}{\alpha_{max}}$

~~Движением Земли можно пренебречь.~~

$\omega' = \frac{\omega_{max}}{2} = 1{,}2° S$



$\frac{\omega_{max}}{\omega'} = \frac{v \cdot d'}{v \cdot h} = 2$

$d' = 2h = 100$ км.

~~$\sin \alpha_{max} =$~~ $\cos \alpha_{max} = \frac{R}{R+h} = \frac{64}{66} =$

$\cos \alpha' = \frac{64}{68}$

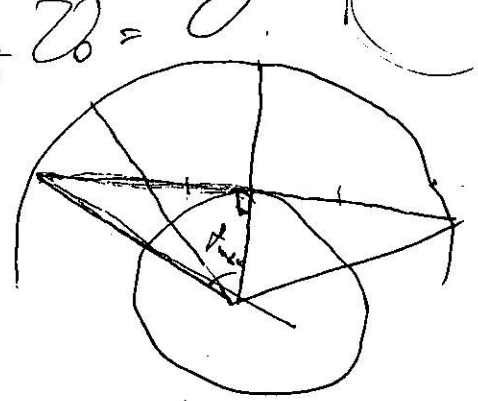
$\cos \alpha_{max} = 0{,}96$

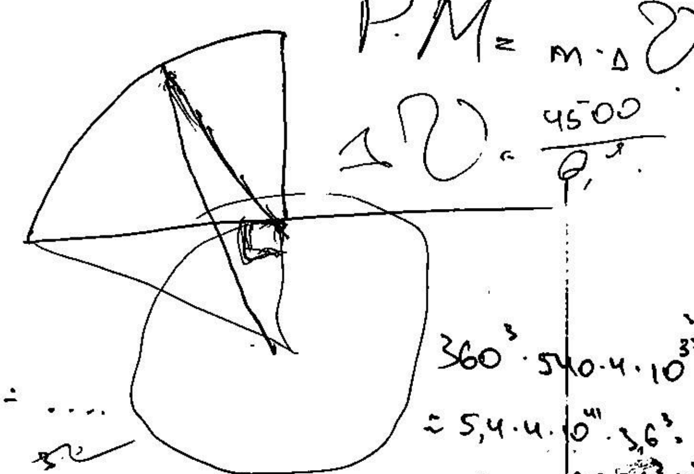
$\frac{4500}{6{,}4}$

$\frac{4{,}5}{6{,}4} + v_0 = v$

$PM = m \cdot \Delta v$

$\Delta v = \frac{4500}{\varrho}$





$\alpha_{max} = \dots$

$360^3 \cdot 540 \cdot 4 \cdot 10^{37}$

$\approx 5{,}4 \cdot 4 \cdot 10^{41} \cdot 3{,}6^3$

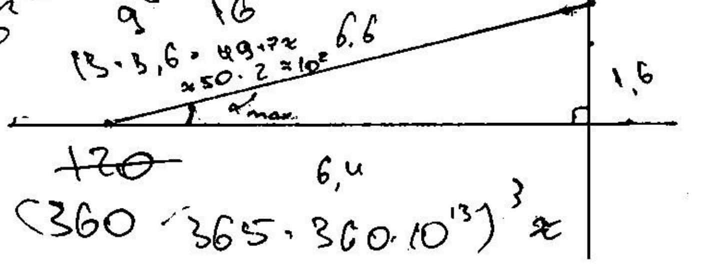
$\approx 360^3 \cdot 10^{39} \approx 2 \cdot 3{,}6 \cdot 10$

$\approx 10^{44}$

$\alpha = \arccos 0{,}96$

$\cos 2\alpha =$

$13 \cdot 3{,}6 = 49 + 2 \approx 50 \cdot 2 = 10^2$



$(360 \cdot 365 \cdot 360 \cdot 10^{13})^3 \approx$

Черновик

Лист 3
Бел. 21

$$24\cdot 60\cdot 60 = 2\pi\sqrt{\frac{a^3}{GM}}$$

$$\frac{2\pi R}{T} = v$$ II кл

Черновик

$$\frac{2\pi GM}{T} = v^3$$

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

$$a^3 = \left(\frac{24\cdot 60\cdot 60}{2\pi \approx 6}\right)^2 \cdot GM$$

$$a^3 = (24\cdot 10\cdot 60)^2\cdot 6{,}67\cdot 10^{-11}\cdot 6\cdot 10^{24}$$

$$a = \sqrt[3]{24^2\cdot 10^2\cdot 6^2\cdot 10^2\cdot 6{,}7\cdot 10^{-11}\cdot 6\cdot 10^{24}} = \sqrt[3]{24^2\cdot 10^{17}\cdot 6^3\cdot 6{,}7} =$$

$$= 6\cdot 10^5\sqrt{24^2\cdot 10^2\cdot 6{,}7} = 6\cdot 10^5\sqrt[3]{36\cdot 16\cdot 100\cdot 6{,}7} =$$

$$= 6\cdot 10^5\sqrt[3]{3^2\cdot 2^2\cdot 2^4\cdot 10^2\cdot 6{,}7} = 24\cdot 10^5\sqrt[3]{9\cdot 100\cdot 6{,}7} =$$

$$= 24\cdot 10^5\cdot 3\sqrt[3]{100\cdot 2{,}2} = 72\cdot 10^5\cdot\sqrt[3]{220} \approx 7{,}2\cdot 6\cdot 10^6 = 43\cdot 10^6\ м$$

$$v_\oplus = \sqrt{\frac{6{,}7\cdot 10^{-11}\cdot 2\cdot 10^{30}}{1{,}5\cdot 10^{11}}} = 10^4\sqrt{\frac{6{,}7\cdot 2\cdot 2}{3}} = 2\cdot 10^4\sqrt{\frac{6{,}7}{3}} = 2\cdot 10^4\sqrt{2{,}2} = 3\cdot 10^4 = 43\cdot 10^3\ км.$$

$$\begin{array}{r}\times 36\\ 6\\ \hline 216\end{array}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{GM}{a}} = \sqrt{\frac{6{,}7\cdot 10^{-11}\cdot 6\cdot 10^{24}}{43\cdot 10^6}} \approx \sqrt{10^7} = 10^5 =$$

$$= 1000\sqrt{10}\ м/с = 3\ км/с.$$

$$v_\oplus = \sqrt{\frac{GM_\odot}{a_\oplus}} = 28\ км/с.$$

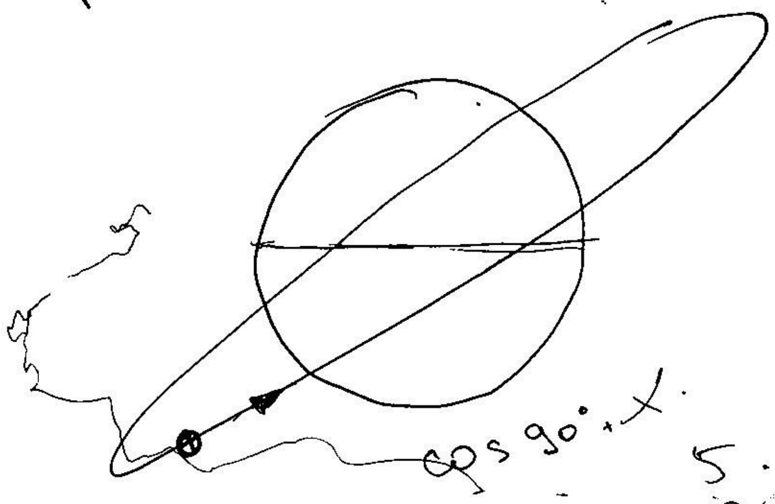
$$\frac{4{,}5}{6{,}4} + 3 = \frac{9\cdot 5}{8\cdot 8} + 3 = \frac{45 + 192}{64} = \frac{237}{64} \approx 4\ км/с$$

$$v_{II\odot} = \sqrt{\frac{2GM_\odot}{a_\oplus}} = \sqrt{\frac{2\cdot 6{,}7\cdot 10^{-11}\cdot 2\cdot 10^{30}}{1{,}5\cdot 10^{11}}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2\cdot 6{,}7\cdot 2}{1{,}5}}\cdot 10^4 = \sqrt{\frac{6{,}7\cdot 2\cdot 2}{3}}\cdot 10^4 = 2\cdot 10^4\cdot\sqrt{\cancel{2{,}2}} \approx 2\cdot 10^4$$

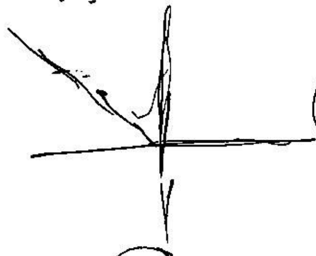
$$= \cancel{2{,}8\cdot 10^4}\ 40\ км/с.\quad (5\cdot 3\cdot 36\cdot 24\cdot 365\cdot 10^{14})^3$$

Черновик   Лист 4   Бел-21
11 кл



sin

$6\sqrt{36}$

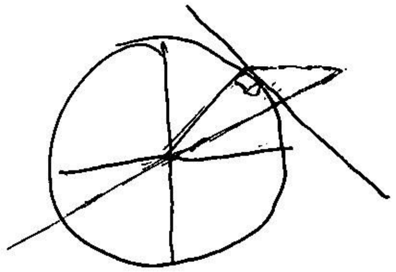


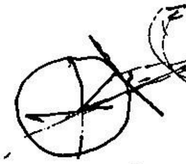
$36 \times 6 = 216$

$\cos 90° + x$.

$5 \cdot 17 = 85$ $17^2 = 170 + 119 = 289$

$19^2 = 400 - 20 - 21 =$





$= 380 - 21 = 359$.

$4 \cdot 17 = 68$

$T = 134^{ч}$

$7 \cdot 49 =$
$= 63 + 280 =$
$= 343$.

$136 \cdot 60 = 6\sqrt{\frac{a}{6M_\odot}}$

$(136 \cdot 10)^2 \cdot 6,7 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24} =$ $4 \cdot 19$

$= 136^2 \cdot 10^{15} \cdot 6,7 \cdot 6 = a^3$

$a = 10^5 \sqrt[3]{2^4 \cdot 19^2 \cdot 6,7 \cdot 2 \cdot 3} = 2 \cdot 10^5 \sqrt[3]{2^2 \cdot 3 \cdot 6,7 \cdot 19^2}$.

$= \sqrt[3]{2^2 \cdot 3 \cdot 19^2 \cdot 20}$ ... $10^5 \sqrt[3]{19^2 \cdot 10}$ ~~$= 28 \cdot 10^5 \sqrt[3]{10} \approx 60 \cdot 10^5$ м $=$~~

~~$= 6000$ км.~~ $4 \cdot 10^5 \sqrt[3]{2^4 \cdot 17^2 \cdot 10} = 8 \cdot 10^5 \sqrt[3]{2 \cdot 10 \cdot 17^2} =$

$= 8 \cdot 10^5 \sqrt[3]{4^3 \cdot 5 \cdot 17} = 32 \cdot 10^5 \sqrt[3]{5 \cdot 17} = 32 \cdot 10^5 \sqrt[3]{85} \approx$

$\approx 32 \cdot 10^5 \cdot 4,5 \approx 144 \cdot 10^5$ м $=$ 14 000 км.

$14 \cdot 10^3 \cdot (1 - e) \approx 14 \cdot 10^3 \cdot 0,8 = 14 \cdot 10^2 \cdot 8 = 112 \cdot 10^2 = 11 \cdot 10^3$ км

$14 \cdot 10^3 \cdot 1,2 = 10^2 \cdot 14 \cdot 12 = 168 \cdot 10^2 = 17 \cdot 10^3$ км

~~134~~ Черновик Лист 45
Бел-21

$$134 = 6\sqrt{\frac{a^3}{GM}}\ ;\quad \text{11 кл}\ \ \text{ТЗ3}\quad 134 = 6\sqrt{\frac{a^3}{6{,}7\cdot10^{-11}\cdot6\cdot10^{24}}} =$$

$$= \left(\frac{136\cdot60}{6}\right)^2\cdot 6\cdot 6{,}7\cdot10^{13} = 22^2\cdot6\cdot6{,}7\cdot10^{13} = 484\cdot6\cdot6{,}7\cdot10^{13} =$$

22×22: 44, 440, 484

$$\approx 500\cdot7\cdot10^{13} = 35\cdot10^{15}\cdot 36\cdot100 =$$

$$= 36^2\cdot10^{17} \approx 13\cdot10^{19}$$

$2^3\cdot10^6 = 8\cdot10^6$

36×36: 216, 1080, 1296

$$\frac{S_1\cdot10}{S_2\cdot6\cdot10^{-2}} = 1$$

$$\frac{S_2}{S_1} = 167$$

$$\frac{S_1}{S_2} = 6\cdot10^{-3}\qquad \frac{n_2}{n_1} = \left(\frac{S_2}{S_1}\right)^3 \approx 10^6$$

$$a = \sqrt[3]{13\cdot10^{19}} = 10^6\sqrt[3]{130} \approx 5000\ \text{км}$$

?

~~$D_1 = D_2 = const$~~ ~~$h_1 = h_2 = const$~~

$$\frac{1{,}22\lambda}{D_1} = \frac{1{,}22\cdot550\cdot10^{-9}\,\text{м}}{6\cdot10^{-2}\,\text{м}} = \frac{1{,}22\cdot550\cdot10^{-7}}{6} \approx 0{,}2\cdot550\cdot10^{-7} = 110\cdot10^{-7}\cdot$$

$$\cdot 206265'' \approx 2\cdot10^5\cdot1{,}1\cdot10^{-5} = 2{,}2''$$

~~$n = \frac{N}{V} = const$~~

$$n = \frac{4\pi S^3}{3n} = const$$

$$S = \frac{h}{\rho''} = \frac{h}{2{,}2''}\cdot 206265.$$

Пусть 10 пк. $\approx S_{\text{мак}}$

$$\frac{n}{n} = \left(\frac{S_1^3\cdot n_2}{S_2^3\cdot n_1}\right)^{-1} = 1\qquad \frac{n_1 S_2^3}{n_2 S_1^3} = 1$$

$$\frac{1{,}22\lambda}{D_2} = \frac{1{,}22\cdot550\cdot10^{-9}}{10} = 1{,}22\cdot5{,}5\cdot10^{-8} = 6{,}6\cdot10^{-8}\cdot2\cdot10^5 = 1{,}3\cdot10^{-2}\ \text{и}\ \frac{n_2}{n_1} =$$

$$\frac{h}{h} = \frac{S_1\rho_1}{S_2\rho_2} = \frac{S_1 : 1{,}22\lambda\, D_2}{S_2\cdot1{,}22\lambda\cdot D_1} = \frac{S_1\cdot6\cdot10^{-3}}{S_2} = 1\qquad \frac{n_2}{n_1} = \left(\frac{S_2}{S_1}\right)^3$$

$$\frac{S_2}{S_1} = 10^3\cdot\frac{1}{6} = 167$$

Черновик   Лист 6
Бел - 21   11кл

$\omega_{max} = 2{,}4^\circ/s$

$\frac{24}{180} = \frac{x}{\cancel{}}$ $\frac{24}{180} = \frac{x}{4800}$

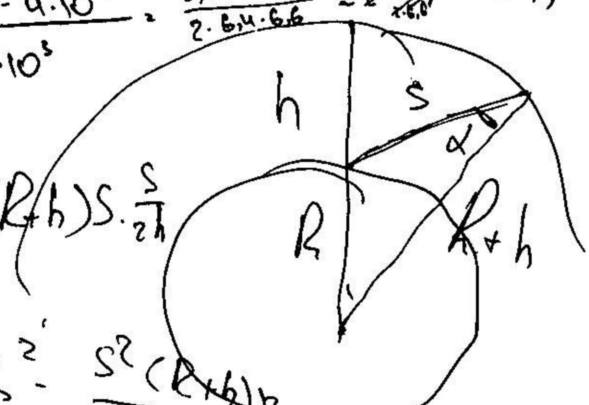
$\frac{4}{\cancel{30}} = \frac{x}{\cancel{4800}}$

$\omega = \frac{v}{S} = \frac{v_0 \cos\alpha}{S}$ $4 = \frac{x}{160}$ $x = 641c$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{a^3}{GM}} = 6\sqrt{\frac{(6{,}6\cdot10^6)^3}{6{,}67\cdot10^{-11}\cdot6\cdot10^{24}}} = 6\sqrt{6{,}6\cdot10^5} \approx 600\sqrt{66} \approx 4800c$

$\frac{\varphi}{2h} = \frac{\cos\alpha}{S}$; $\cos\alpha = \frac{S}{2h}$

$R_0 \quad \frac{6{,}6^2\cdot10^6 + 6{,}4^2\cdot10^6 - 4\cdot10^4}{2\cdot\cancel{6{,}4}\cdot10^3\cdot6{,}6\cdot10^3} = \frac{6{,}6^2+6{,}4^2}{2\cdot6{,}4\cdot6{,}6} \approx 2\frac{6{,}6^2}{\cancel{2\cdot6{,}6^2}}$



$R^2 = (R+h)^2 + S^2 - 2(R+h)S\cdot\frac{S}{2h}$

$\cancel{R^2} = R^2 + 2hR + h^2 + S^2 - \frac{S^2(R+h)}{h} =$

$= \cancel{R^2} + 2hR + h^2 + \cancel{S^2} - \frac{SR}{h} - \cancel{S^2}$

$2hR + h^2 = \frac{SR}{h}$

$\frac{2h^2R + h^3}{R} = S^2$; $S = 2h + \frac{h^2}{R}$

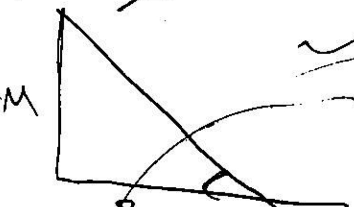
$R^2 = R^2 + 2hR + h^2 + S^2 - \frac{S^2(R+h)}{h}$

$= \cancel{R^2} + 2hR + h^2 + \cancel{S^2} - \cancel{S^2} - \frac{S^2R}{h}$

$2hR + h^2 = \frac{S^2R}{h}$

$2h^2 + \frac{h^3}{R}$

$\frac{100}{8} = 0{,}125$



$\beta = 23{,}6$

$\frac{\beta}{180} = \frac{x}{}$ $\frac{24}{180} = \frac{x}{T}$

$\frac{8\cdot10^6}{6{,}4\cdot10^3} = 400 + \frac{10^4}{8}$

$= 400 + \frac{10000}{8} = 400 + 12{,}5 = 412{,}5$

$\frac{\cancel{300}}{\sin\beta} = \frac{21}{\sin\alpha}$

$\sqrt{2\cdot40000 + \frac{8\cdot10^6}{6{,}4\cdot10^3}} = 200\sqrt{2} \approx 300$ км

$\sin\beta = \frac{\sin\alpha}{21} \approx \frac{1}{24} \approx 0{,}$

$\sin = \sqrt{1-\frac{9}{16}}$ $\frac{\sqrt{7}}{}= \frac{1}{}$