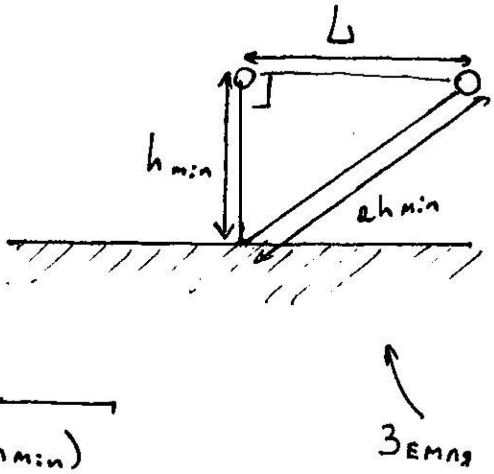
Чистовик

Бел-23
11 класс

1. Выразим видимую угловую скорость ИЗС:

$$\omega = \frac{V}{h} = \sqrt{\frac{GM}{R}} \cdot \frac{1}{h},$$ => т.к. $V = const$, то $\omega \propto \frac{1}{h}$. Отсюда следует, что наблюдаемая угловая скорость будет больше половины ω_{max} ($\omega_{max} = \omega(h_{min})$), пока $h < 2h_{min}$, где h_{min} - высота орбиты (200 км).

Поскольку h_{min} достаточно мало, пренебрежем кривизной орбиты ИЗС.



Тогда $L = h_{min}\sqrt{3}$. Время, в течении которого $\omega > \frac{\omega_{max}}{2}$ равно:

$$t = \frac{2L}{V} = 2h_{min}\sqrt{3} \cdot \sqrt{\frac{R}{GM_{\oplus}}} = 2h_{min}\sqrt{\frac{3(R_{\oplus} + h_{min})}{G M_{\oplus}}} =$$

$$= \cancel{4 \cdot 10^5 \sqrt{\frac{3 \cdot 6{,}67 \cdot 6 \cdot 10^{1x}}{6{,}6 \cdot 10^6}}} \quad 4 \cdot 10^5 \sqrt{\frac{6{,}6 \cdot 3 \cdot 10^6}{6{,}67 \cdot 6 \cdot 10^{13}}} = 2 \cdot \frac{10^2}{\sqrt{5}} \approx 90 \text{ сек.}$$

$\boxed{\text{Ответ: 1,5 мин}}$

Чистовик

Бел-23

11 класс

(2.) Видимая звездная величина равна $m = M - 5 + 5\lg D$, тогда для двух звезд, с одинаковой абсолютной звездной величиной: $\Delta m = 5\lg\frac{D_1}{D_2}$. Если мы наблюдаем разными телескопами:

$$\left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 = 10^{0,4\Delta m}, \Rightarrow \Delta m = 5\lg\frac{d_1}{d_2}, \Rightarrow$$

Предельное расстояние, на котором можно наблюдать телескопом $D_1 \propto d_1$, где d_1 - диаметр входного отверстия.

Допустим, что галактики распределены в пространстве равномерно, тогда

$$n = \frac{N_0}{V} = \frac{3N_0}{4\pi D_0^3},$$ где N_0 - кол-во спиральных галактик, которые наблюдал Мессье. Тогда в современных условиях мы можем наблюдать $N = n\cdot V = \frac{3N_0}{4\pi D_0^3}\cdot\frac{4}{3}\pi D_1^3 = N_0\cdot\left(\frac{d_1}{d_0}\right)^3$, где d_1 - диаметр входного отверстия современного телескопа, а d_0 - диаметр входного отверстия телескопа, которым пользовался Мессье. Примем $d_1 = 10$ м, тогда окончательно:

$$N = 28\cdot\left(\frac{1000}{6}\right)^3 = \frac{28}{27\cdot 8}\cdot 10^9 \approx \frac{10^9}{8} \approx 1{,}2\cdot 10^8 \text{ галактик}$$

$\boxed{\text{Ответ: } 1{,}2\cdot 10^8}$

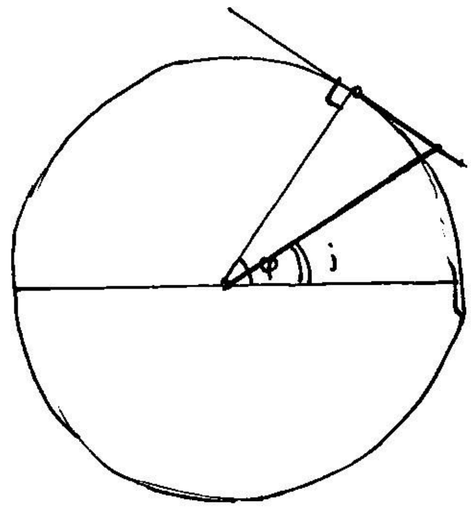
Чистовик

Бел-23

11 класс

(3.) Зная период спутника мы можем расчитать радиус орбиты, а так же найти перецентрическое и апоцентрическое расстояние:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{R^3}{GM_\oplus}}, \Rightarrow$$



$$R = \sqrt[3]{\frac{T^2 GM_\oplus}{4\pi^2}}$$

$$R = \sqrt[3]{\frac{6{,}7^2 \cdot 10^2 \cdot 4 \cdot 6{,}67 \cdot 6 \cdot 10^{13} \cdot 6^7 \cdot 10^2}{4 \cdot 10}} =$$

$$= 6{,}7 \cdot 6 \cdot 10^5 \cdot \sqrt[3]{10} \approx 8{,}7 \cdot 10^6 м, \Rightarrow$$

$R_A \approx 10^7 м$

$R_п \approx 7 \cdot 10^6 м.$

Проверим будет ли спутник наблюдатся на широте Санкт-Петербурга ($\varphi = 60°$). Минимальный радиус орбиты составляет:

$$R_{min} = \frac{R_\oplus}{\cos(\varphi - j)}$$

$R_{min} = \frac{6{,}4 \cdot 10^6}{\cos 25°} = \frac{6{,}4 \cdot 10^6}{\cos(30° - 5°)} \approx 7 \cdot 10^6 м.$ Таким образом, спутник находясь в ~~перицентре~~ в лучшем случае будет у самого горизонта, что не является оптимальным условием для наблюдения. В ~~перицентре~~ апогее же спутник будет достаточно высоко над горизонтом, поэтому его будет проще увидеть

Ответ: в апогее

Чистовик

Бел-23
11 класс

(4.) Будем считать галактику абсолютно черным телом с температурой порядка 5K. Тогда $n \approx 20 \cdot 5^3 = 2{,}5 \cdot 10^3 см^{-3} = 2{,}5 \cdot 10^9 м^{-3}$.

Найдем объем галактики. $R = 50000$ св.л., $d = 1000$ св.л., =>

$V = \pi R^2 \cdot d = \pi \cdot 25 \cdot 10^{11} = 8 \cdot 10^{12}$ св.л.^{3} $= 8 \cdot 10^{12} (3 \cdot 10^8 \cdot 84600 \cdot 365)^3 \approx 7 \cdot 10^{62}$ м^3, =>

$N = n \cdot V = 1{,}8 \cdot 10^{72}$ фотонов

$\boxed{\text{Ответ: } 1{,}8 \cdot 10^{72}}$

Чистовик

Бел-23
11 класс

(5.) Чтобы покинуть Солнечную систему, аппарату необходимо достичь III космической скорости, предварительно преодолев поле притяжения Земли (то есть достигнув второй космической скорости). ~~ТЦКЦ~~ Предположим, что аппарату удастся совершить задуманное. Тогда по формуле Циолковского:

1) $V_{II} = I \ln \frac{M_0}{M_1}$

$$(\sqrt{2}-1)\sqrt{\frac{GM_\oplus}{R}} \cdot \frac{1}{I} = \ln \frac{M_0}{M_1}$$, где R – радиус орбиты геостационара ($R \approx 42000$ км).

$$(\sqrt{2}-1)\sqrt{\frac{6{,}67 \cdot 6 \cdot 10^{13}}{7 \cdot 6 \cdot 10^6}} \cdot \frac{1}{4500} = \ln \frac{M_0}{M_1}$$

$$\frac{10^3 \cdot \sqrt{10} \cdot 0{,}4}{4500} = \ln \frac{M_0}{M_1}$$

$$e^{0{,}28} = \frac{M_0}{M_1}, \Rightarrow$$

$$M_1 = \frac{M_0}{\sqrt{2}}$$

$$M_1 = \frac{7{,}4\,т}{1{,}4}$$

$$M_1 = 5{,}3\,т$$

2) $V_{III} = I \ln \frac{M_1}{M_2}$

$$0{,}28\sqrt{\frac{M_\odot}{M_\oplus}} = \ln \frac{M_1}{M_2}$$

$$\frac{0{,}28 \cdot 10^3}{\sqrt{3}} = \ln \frac{M_1}{M_2}$$

$$167 = \ln \frac{M_1}{M_2}.$$

Максимальное значение выражение $\ln \frac{M_1}{M_2}$ равно $\ln \frac{5{,}3}{1} \approx 2$, что

Чистовик

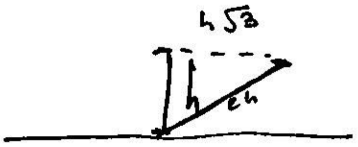
Бел-23
11 класс

(5.) (Продолжение).

значительно меньше 167. Таким образом можно сделать вывод, что аппарат не сможет покинуть Солнечную систему.

$\boxed{\text{Ответ: нет}}$

Черновик



$$\omega = \frac{V}{h} = \sqrt{\frac{GM_\oplus}{R_\oplus + h}}\,\frac{1}{h}$$

$$t = h\sqrt{3}\left(\sqrt{\frac{R_\oplus + h}{GM_\oplus}}\right) \approx 2\cdot 10^5\sqrt{3}\sqrt{\frac{6{,}6\cdot 10^6}{6{,}67\cdot 10^{-11}\cdot 6\cdot 10^{24}}} \approx$$

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

$$= \frac{10^2}{\sqrt{5}} \approx 45 \text{ сек}, \Rightarrow$$

$t = 90$ сек $= 1{,}5$ мин

$$\begin{array}{r|l} 1000 & 22 \\ 88 & 45 \\ 120 & \\ 110 & \end{array}$$

$\approx 2{,}7$ $= 444$ сек $\approx$ мин

$D_0 = 6$ см $\quad D_1 \approx 10$ м

$N = 28$

$V = \frac{4}{3}\pi R^3, \Rightarrow N \sim R^3$

$m = M + 5 - 5\lg R$

$$\left(\frac{D_1}{D_0}\right)^2 = 10^{0{,}4\Delta M}$$

$$\Delta m = 5\lg\frac{D_1}{D_0} = 5\lg\frac{R_1}{R_0}$$

$$\frac{D_1}{D_0} = \frac{R_1}{R_0}, \Rightarrow \frac{N_1}{N_0} = \left(\frac{D_1}{D_0}\right)^3, \Rightarrow$$

$$N = N_0\cdot\left(\frac{D_1}{D_0}\right)^3 = \cancel{28\cdot 18^3 = 27\cdot 28\cdot 125 \cdot 10^4}$$

$$\begin{array}{r} 27 \\ \times 28 \\ \hline 216 \\ 54 \\ \hline 756 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 756 \\ \times 125 \\ \hline 3780 \\ 756 \\ \hline 11340 \end{array}$$

$$28\cdot\left(\frac{1000}{6}\right)^3 = \frac{28}{27\cdot 8}\cdot 10^9 \approx \frac{10^9}{8} \approx 10^8$$

Бел-23
11 класс

$$V_{II} = \sqrt{\frac{2GM_\oplus}{R}} \qquad V = I \ln \frac{M_1}{M_2}$$

$$V_{III} = \sqrt{\frac{GM_\oplus}{R}} (\sqrt{2} - 1)$$

128 | 45
90 | 2,8
380

$8^3 = 2^9 = 512$

$\times 625$
2560
1024
3072
320000

$$e^{0,3} = \sqrt[10]{e^3} \approx \sqrt[10]{27} = \sqrt{\sqrt[5]{27}} \approx \sqrt{2}$$

$x^5 = 27$ $\quad 18+24=42$

27
32
54
81
864

$$27 \cdot 10^{24} \cdot 84{,}6^3 \cdot 10^9 \cdot 3{,}65^3 \cdot 10^6 = 10^{42} \cdot 125 \cdot 512 \cdot 27 \cdot 50 =$$
$$= 10^{43} \cdot \underset{5^4}{625} \cdot \underset{2^9}{512} \cdot 27 = 10^{47} \cdot 32 \cdot 27 = 10^{47} \cdot 864$$

$\times 8$
6902 ≈ 7000

1184
87
8288
9472
103008

816
87
5712
6528
70992

$$\sin 25^\circ = \sin(30^\circ - 5^\circ) \approx$$
$$\approx \frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{5 \cdot 3600}{206265} \quad (= 18000)$$

1,7 | 24
 | 7

$$\approx \frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{24} \approx$$

$0{,}5 - 0{,}07 = 0{,}43$

64 | 43
43 | 1,5
210

Черновик

Бел-23
11 класс

$2r = 16$ см, $\Rightarrow r = 8$ см

17.03.58

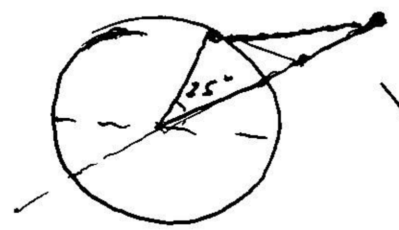
$T = 134$ мин

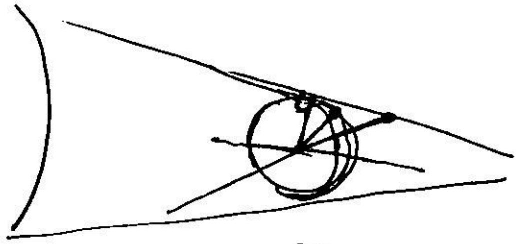
$e = 0{,}184$

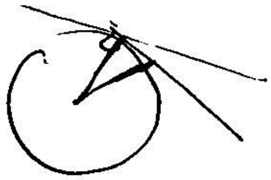
$i = 34{,}2^\circ$

Экватор?

$\varphi = 40^\circ$







$$T = 2\pi\sqrt{\frac{R^3}{GM_\oplus}}$$

$$\sqrt[3]{\frac{T^2 GM_\oplus}{4\pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{134^2\cdot 6^2\cdot 10^2\cdot 6{,}67\cdot 10^{-11}\cdot 6\cdot 10^{24}}{4\cdot 10}} =$$

$$= \sqrt[3]{\frac{4\cdot 6{,}52^2\cdot 6^3\cdot 6{,}67\cdot 10^{13}\cdot 10^2}{4}} \approx 6\cdot 6{,}6\cdot 10^5\cdot\sqrt[3]{10} = \underline{\underline{8{,}7\cdot 10^6}}$$

$3{,}96 \cdot 2{,}2 = 7{,}92$; 36

$$\frac{6^2\cdot 10^2\cdot 4\cdot 6{,}52^2\cdot 10^4\cdot 6{,}67\cdot 10^{-11}\cdot 6\cdot 10^{24}}{4\pi^2} = 10^{16}\cdot 6^3\cdot 6{,}6^3$$

$$\rho_1^2 = R_\oplus^2 + R^2(1-e)^2 - 2R_\oplus R(1-e)\cos 25^\circ$$

$$\rho_2^2 = R_\oplus^2 + R^2(1+e)^2 - 2R_\oplus R(1+e)\cos 25^\circ$$

$-k + e - (-k - e) = 2e$

$$\rho_1^2 - \rho_2^2 = R^2(1 - 2e + e^2 - 1 - 2e - e^2) - 2R_\oplus R\cos 25^\circ(1 - e - 1 + e) =$$

$$= 4 - 4e\left(R^2 + 2R_\oplus R\cos 25^\circ\right)\ ??$$

$\frac{1{,}95 \cdot 0{,}81}{2}$

~~1000 св. лет $= 10^3\cdot 3\cdot 10^8\cdot 86400\cdot 365$~~

~~7,5 мк $= 7{,}5\cdot 6{,}02\cdot 10^{23}$~~

~~$3\cdot 10^8\cdot 8{,}5\cdot 10^4\cdot 3{,}65\cdot 10^2$~~

~~$10^{15}\cdot 8{,}5$ м$^3 = 10^{21}\cdot 8{,}5$ см^3~~

~~$V = \pi R^2 h = \pi\cdot 10^3\cdot 10^{10}(6\cdot 1)^3 = \pi\cdot 10^{13}$~~

~~$n = 8\cdot 10^4 \Rightarrow N = n\cdot V = \pi\cdot 10^{13}\cdot 8{,}5\cdot 8\cdot 10^4\cdot 10^{21} =$~~

~~$= 8\cdot 8{,}5\cdot\pi\cdot 10^{38} = \boxed{2\cdot 10^{39}}$~~