3.

Дано: $\Delta t = 3^m$; $M_\oplus = 6\cdot 10^{24}$ кг; $T = 1{,}5^h$; $a = 6800$ км

радиус орбиты МКС

Найти: Δv - ?

Решение:

В месте, где астронавт выкинула сумку, будет находится апоцентр орбиты. Разность скорости МКС и скорости сумки в апоцентре и будет скорость, с которой сумку выкинули. Апоцентром будет являться радиус орбиты МКС, а большую полуось орбиты сумки можно найти из периода.

$$a_c = \sqrt[3]{\frac{GM_\oplus (T-\Delta t)^2}{4\pi^2}} \qquad a = \sqrt[3]{\frac{GM_\oplus T^2}{4\pi^2}}$$

$$\begin{array}{r} \times\, 29 \\ 29 \\ \hline 261 \\ 58 \\ \hline 841 \end{array}$$

$$\frac{a^3}{a_c^3} = \frac{T^2}{(T-\Delta t)^2} = \left(\frac{30}{29}\right)^2 = \frac{900}{841}$$

$$a_c = \sqrt[3]{\frac{841}{900}}\,a \approx \sqrt[3]{\frac{14}{15}}\,a$$

$$v = \frac{2\pi a}{T} = \sqrt{\frac{GM_\oplus}{a}} \qquad v_c = \sqrt{GM_\oplus\left(\frac{2}{a} - \frac{1}{a_c}\right)}$$

скорость МКС

скорость сумки в апоцентре

$$v_c = \sqrt{GM_\oplus\left(\frac{2a_c - a}{a\cdot a_c}\right)} \approx \cancel{\frac{GM_\oplus}{a_c}}$$

$$\approx \sqrt{GM_\oplus\left(\frac{2\sqrt[3]{\frac{14}{15}}\,a - a}{a\cdot a_c}\right)} = \sqrt{GM_\oplus\left(\frac{2\sqrt[3]{\frac{14}{15}} - 1}{a_c}\right)}$$

$$v_c = \sqrt{\frac{GM_\oplus}{a}\cdot\frac{2\sqrt[3]{\frac{14}{15}} - 1}{\sqrt[3]{\frac{14}{15}}}}$$

3

$$\Delta V = V - V_c = \sqrt{\frac{GM_\oplus}{a}} - \sqrt{\frac{GM_\oplus}{a} \cdot \frac{2\sqrt[3]{\frac{14}{15}} - 1}{\sqrt[3]{\frac{14}{15}}}}$$

$$= \sqrt{\frac{GM_\oplus}{a}}\left(1 - \sqrt{\frac{2\sqrt[3]{\frac{14}{15}} - 1}{\sqrt[3]{\frac{14}{15}}}}\right) = \frac{2\pi a}{T}\left(1 - \sqrt{\frac{2\sqrt[3]{\frac{14}{15}} - 1}{\sqrt[3]{\frac{14}{15}}}}\right)$$

$$= \frac{2\pi a}{T}\left(1 - \sqrt{2 - \frac{1}{\sqrt[3]{\frac{14}{15}}}}\right) = \frac{2\pi a}{T}\left(1 - \sqrt{2 - \sqrt[3]{\frac{15}{14}}}\right)$$

$$\frac{2\pi a}{T} \approx \frac{6{,}28 \cdot 6800\,км}{1{,}5\,ч} = \frac{12{,}56 \cdot 6800\,км}{3\,ч} \approx 4{,}19 \cdot 6800\,км/ч$$

$$\approx 4{,}2 \cdot 6800\,км/ч = 28560\,км/ч \approx 8\,км/с$$

$$\begin{array}{r} 68 \\ \times 42 \\ \hline 136 \\ 272 \\ \hline 2856 \end{array}$$

$$\begin{array}{r|l} 15 & 14 \\ -14 & 1{,}0714 \\ \hline 100 & \\ -98 & \\ \hline 20 & \\ -14 & \\ \hline 60 & \end{array}$$

$$\sqrt[3]{\frac{15}{14}} \approx \sqrt[3]{1 + 0{,}0714} \approx 1 + \frac{0{,}0714}{3} \approx 1{,}00238$$

$$\sqrt{2 - \sqrt[3]{\frac{15}{14}}} \approx \sqrt{1 - 0{,}0238} \approx 1 - \frac{0{,}0238}{2} = 0{,}9881$$

$$\Delta V \approx 8\,км/с \cdot (1 - 0{,}9881) \approx 8000\,м/с \cdot 0{,}012 = 8 \cdot 12\,м/с$$
$$= 96\,м/с$$

Ответ: должна выкинуть со скоростью ≈ 96 м/с

1.

Дано: $date_1 = 15.05.1987$; $date_2 = 4.02.1988$; $date_3 = 21.04.1989$

$d_u = 6$ мм; $d_{об} = 6$ см; $m_1 = 6^m$

Найти: M - ?

Решение:

$$\frac{E_1}{E_2} = 2{,}512^{m_2 - m_1} = \frac{d_{об}^2}{d_{гл}^2} = 100 \Rightarrow m_2 - m_1 = 5^m$$
$$m_2 = 11^m$$

E_1 – освещённость глаза
E_2 – освещённость объектива
m_2 – предельная зв. величина телескопа

$date_3 - date_2 = 21.04.1989 - 4.02.1988 \approx 1^y 78^d = 443^d$

За $\approx 443^d$ звезда с 6^m дошла до 11^m – в 100 раз упала светимость

$e^x = 100$; $x = \ln(100)$

$e^4 \approx 54$ $2{,}512^5 = 100$

$e^x \approx 100$ $e^5 \approx 143$

$x \approx 4{,}5$ (ну пусть будет так) $x = \frac{\Delta t}{T}$

Тогда 443^d – это $4{,}5\,T$

$T \approx 100^d$ – период

$27 \times 27 = 189 + 540 = 729$; $73 \times 73 = 219 + 5110 = 5329$; $53 \times 27 = 371 + 1060 = 1431$

$date_2 - date_1 = 4.02.1988 - 15.05.1987 = \underline{265^d}$

Как возвести число e (2,72) в степень 2,65 я без понятия, поэтому скажу, что звёздная величина изменяется примерно прямолинейно. Тогда за 265^d (2,65 периодов) зв. величина изменилась где-то на $2{,}65^m$

Значит в максимуме $M \approx 3{,}35^m$

Ответ: $M \approx 3{,}35^m$

2.

$L = 2{,}2$ пк; $M = 4 \cdot 10^{30}$ кг; $A = 5\gamma$

$a_{пл}$ – ?

аберрационное   параллактическое

$$A = \frac{v_{пл}}{c} \qquad v_{пл} = \sqrt{\frac{GM}{a_{пл}}}$$

скорость планеты

$$\gamma = \frac{a_{пл}}{L}$$

2

$$\frac{GM}{a_m c^2} = \frac{25 a_m^2}{L^2}$$

$$a_m = \sqrt[3]{\frac{GML^2}{25c^2}} \approx \sqrt[3]{\frac{6,7\cdot10^{-11}\cdot 4\cdot10^{30}\cdot 2,2^2\cdot 206265^2\cdot 15^2\cdot 10^{22}}{25\cdot 3^2\cdot 10^{16}}}$$

$$\approx \sqrt[3]{\frac{7\cdot4\cdot4\cdot4\cdot2,25\cdot10^{35}}{5^2\cdot3^2}} \approx \sqrt[3]{\frac{7\cdot4^3\cdot10^{34}}{9}} = 4\cdot10^{11}\cdot\sqrt[3]{\frac{70}{9}}$$

≈ 2 8

$a_m \approx 8\cdot10^{11}$ м

$a_m \approx 5,33$ а.е.

80 | 15
75 | 5,333
50
45
50

Ответ: $a_m \approx 5,33$ а.е.

~~[illegible]~~

4.

Дано: $m_1 = 8^m$; $a_1 = 13'$; $b_1 = 12'$; $n = 20$

$m_2 = 4^m$; $a_2 = 120'$; $b_2 = 100'$

Найти: N - ?

Решение:

E_2 ← освещённость от NGC 7000

$$\frac{E_2}{E_1} = 2,512^{m_1 - m_2} = 2,512^4 \approx 40$$

E_1 ← освещённость от M51

$\sigma_1 = \pi a_1 b_1$ ~~[illegible]~~

$\sigma_2 = \pi a_2 b_2$ ~~[illegible]~~

σ_1 - угловой размер M51

σ_2 - угловой размер NGC 7000

Чем больше света получает, тем меньше кадров нужно
Чем больше ~~площадь~~ размер объекта, тем больше кадров нужно

$$\frac{E_1}{\sigma_1}\cdot n = \frac{E_2}{\sigma_2}\cdot N$$

т.к. должно попасть одинаковое кол-во света на каждую часть ~~картинки~~ NGC 7000 и ~~столько~~ такое же (не в сумме) сколько от M51

$$\cancel{N = \frac{E_1}{E_2}\cdot\frac{\sigma_2}{\sigma_1}\cdot n = \frac{1}{40}\cdot\frac{3768}{49}\cdot 20}$$

$$\cancel{N = \frac{77}{2} = 39}$$ ~~кадров~~

$$N = \frac{E_1}{E_2}\cdot\frac{\sigma_2}{\sigma_1}\cdot n = \frac{1}{40}\cdot\frac{a_2 b_2}{a_1 b_1}\cdot 20 = \frac{120\cdot 100}{12\cdot 13\cdot 2} = \frac{500}{13}$$

$500 : 13 = 38,\ldots$

N = 39 кадров

Ответ: N=39

5.

~~Дано: $\Delta t = 5^m$, $t = 22^m$~~

~~Найти: α - ?~~

~~Решение:~~

$$\cancel{\alpha = \frac{\Delta t}{t}\cdot 360^\circ = \frac{5\cdot 360}{22} = \frac{5\cdot 180}{11} = \frac{900}{11}}$$

$$\cancel{\alpha = \frac{\Delta t}{t}\cdot 2\pi = \frac{5}{11}\pi}$$ ~~- максимальный~~

$$\cancel{\alpha = \frac{\Delta t}{t}\cdot 2\pi = \frac{5}{11}\pi}$$ ~~- максимальный угол, который излучает посылает радиосигналы~~

5.

Дано: $T = 22^m$; $\Delta t = 5^m$

Найти: S - ?

Решение:

Объект должен иметь радиус ≈ 15 км $= R$

$\alpha = \frac{\Delta t}{T} \cdot 2\pi = \frac{5}{11}\pi$ - угол, который проходит за время ~~рад~~ получения радиосигнала

Тогда $r = \frac{\alpha}{2} = \frac{5}{22}\pi$

P ~~S~~ $\approx \pi r^2 = \pi^3 \cdot \frac{125}{10648}$ · в радианах

$$\begin{array}{r} 22 \\ \times 22 \\ \hline 44 \\ 44 \\ \hline 484 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 484 \\ \times 22 \\ \hline 968 \\ 968 \\ \hline 10648 \end{array}$$

~~[illegible]~~

$S \approx PR \approx 31{,}4 \cdot \frac{125}{10648} \approx$

$\approx 31{,}4 \cdot 0{,}012 = 0{,}3768$ км^2

$$\begin{array}{r|l} 12500 & 10648 \\ 10648 & 0{,}0117 \\ 18520 & \\ 10648 & \\ 78720 & \end{array} \qquad \begin{array}{r} 3{,}14 \\ \times 314 \\ \hline 1256 \\ 314 \\ 942 \\ \hline 98596 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 314 \\ \times 12 \\ \hline 628 \\ 314 \\ \hline 3768 \end{array}$$

Ответ: ~~[illegible]~~ $S \approx 0{,}377$ км^2