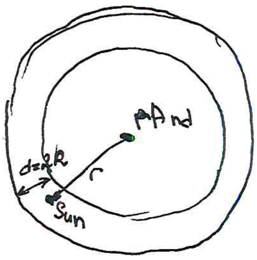
№5 радиус окрестности солнечной системы будем считать равным 40 а.е.

1. Найдем расстояние от солнца до r And

$$r = \frac{1}{\pi} = \frac{1}{0{,}004} = 250\text{пк} = 25 \cdot 206265 \text{ а.е.} \approx 25 \cdot 2 \cdot 10^5 = 5 \cdot 10^6 \text{ а.е.}$$



Определим сколько времени лететь до внешней границы и сколько до внутренней, так самым найдем время которое в этот шар с толстой стенкой набиралась масса

$$t_1 = \frac{\cancel{r}\,r - R}{v} = \frac{(5 \cdot 10^6 - 40) \cdot 1{,}5 \cdot 10^8}{3 \cdot 10^2} = \frac{(5 \cdot 10^6 - 40) \cdot 1{,}5 \cdot \cancel{10^8}}{3 \cdot \cancel{10^2} \cdot 3 \cdot \cancel{10^7}} = \frac{5 \cdot 10^6 - 40}{6} \approx \frac{5 \cdot 10^6}{6} \approx$$

$$\approx 10^6 \text{ лет} - \frac{40}{6} \quad (\text{в году} \approx \pi \cdot 10^7 \text{ с} \approx 3 \cdot 10^7)$$

$$t_1 \approx t_2 \ (5 \cdot 10^6 \gg 40) \text{ с разницей на } \frac{2 \cdot 40 \cdot 1{,}5 \cdot 10^8}{v \cdot 3 \cdot 10^7} = \frac{\cancel{2 \cdot 4 \cdot 1{,}5}}{\cancel{3} \cdot 3} = \frac{4}{3} \text{ года}$$

то есть ~~около~~ в таком ~~шаре~~ сфере с толстой стенкой в стенке заключено $\frac{4}{3} \cdot 10^{-6} M_\odot = \frac{4}{3} \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{30}$ кг $= \frac{8}{3} \cdot 10^{24}$ кг

$$V_c = V_{внешний} - V_{внутренний} = \frac{4}{3}\pi \cdot (R_{внешний}^3 - R_{внутренний}^3) =$$

$$= \frac{4}{\cancel{3}}\cancel{\pi} \underbrace{(R_{внеш} - R_{внутренний})(R_{внеш}^2 - 2R_{вн}R_{внеш} + R_{внутр}^2)}_{\text{очень мало, стремится к } (R_{внеш} - R_{вн})^3} =$$

$\pi \approx 3$

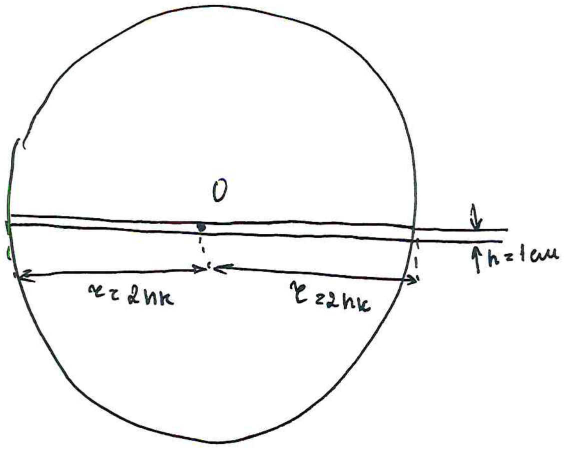
$3 \cdot 4 \cdot 8 = 512$

$$= 4 \cdot (40 \cdot 2)^3 = 4 \cdot 80^3 = 4 \cdot 512000 = 2048000 \text{ ае}^3 \approx 2 \cdot 10^6 \text{ ае}^3$$

$$k = \frac{m}{V_c} = \frac{\frac{8}{3} \cdot 10^{24}}{2 \cdot 10^6} \frac{\text{кг}}{\text{ае}^3} = \frac{4}{3} \cdot 10^{18} = 1{,}3 \cdot 10^{18} \frac{\text{кг}}{\text{ае}^3}$$

Ответ: $k = 1{,}3 \cdot 10^{18}$ кг/ае^3.

№1



Будем считать, что концентрация CH_2OHCHO в облаке не зависит от расстояния до центра.

Можем найти концентрацию молекул в облаке

$$k = \frac{n}{V} = \frac{2{,}8\cdot10^{14}}{1\,см^2\cdot 4\,пк\cdot 206265\cdot 1{,}5\cdot10^{11}\,(м)} = \frac{2{,}8\cdot10^{14}}{1\cdot10^{-4}\cdot 2\cdot 2\cdot10^{5}\cdot 1{,}5\cdot10^{11}} =$$

$$= \frac{2{,}8\cdot10^{14}}{12\cdot10^{12}} = \frac{2{,}8}{12}\cdot10^{2}\,\frac{шт}{м^2} \approx 10\,\frac{шт}{м^2}$$

найдем $V_{облака} = \frac{4}{3}\pi R^3 \approx 4R^3 \approx 4\left(2\cdot2\cdot10^5\cdot1{,}5\cdot10^{11}\right)^3 = 4\cdot6^3\cdot10^{15}\cdot10^{33}\,м^3 =$

$= 216\cdot10^{48} \approx 2\cdot10^{50}\,м^3$

$N = k\cdot V_{облака} = 10\cdot2\cdot10^{50} = 2\cdot10^{51}$ шт. – кол-во молекул во всем облаке

$M = \frac{N}{N_A}\cdot M_{молярное} = \frac{2\cdot10^{51}}{6\cdot10^{23}}\cdot(\underline{12}+2+\underline{16}+1+\underline{12}+1+16) = \frac{2}{6}\cdot10^{28}\cdot60 = 2\cdot10^{29}\,г =$

$= 2\cdot10^{26}\,кг$

Ответ: $M = 2\cdot10^{26}$ кг.

№5 Окресности Cyg X-3 будут иметь переменное излучение в следствии того, что они отражают переменный свет звезды Cyg X-3, а задержка происходит из-за того, что вначале свет долетает до отражающего объекта, а потом приходит к наблюдателю ⇒ время задержки (2,7 года)

Это то время, которое свет идит до окрестностей, которое наблюдатель видит как 16"

$$tg\,16'' \approx \sin 16'' \approx \frac{16''}{206265''} \approx \frac{16}{2\cdot10^5} = 8\cdot10^{-5}\text{рад}$$

Найдем r (расстояние идущее до окрестностей) $= c\cdot t =$

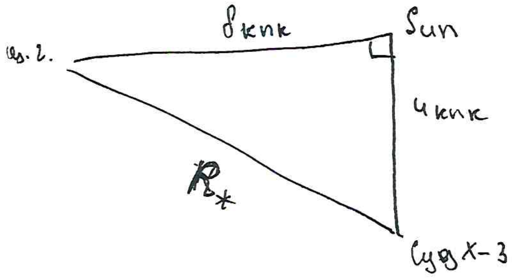
$$= 300000\,\frac{км}{с}\cdot 2{,}7\text{ года} = 300000\,\frac{км}{с}\cdot 2{,}7\cdot 3\cdot10^7\,с =$$

$$= \frac{3\cdot10^5\cdot 2{,}7\cdot10^7}{1{,}5\cdot10^8} = 2\cdot10^4\cdot 2{,}7\text{ ае} = 5{,}4\cdot10^4\text{ ае} \approx 0{,}27\text{ пк}$$

$$R\text{ (расстояние до солнца)} = \frac{r}{tg\,16''} = \frac{0{,}27}{8\cdot10^{-5}} \approx 4\cdot10^3\text{ пк} \approx 4\text{ кпк}$$

Расстояние до центра галактики будет искаться чуть сложнее.
Направление на центр галактики - стрелец ($R_{ц.} = 8$ кпк - до солнца от центра)
Cyg X-3 - лебедь. угол между направлениями на эти два созвездие
$\approx 90°$

$$R_* = \sqrt{8^2+4^2} = \sqrt{64+16} = \sqrt{80} \approx 9\text{ кпк}$$

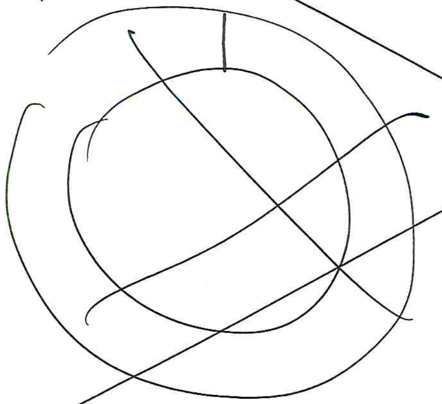


Ответ: R (до солнца) ≈ 4 кпк ; R (до центра галактики) ≈ 9 кпк .

1 ОП-9
стр 2

№2

Минимальное время перелета будет тогда, когда мы пустим наш корабль по вырожденному эллипсу



$\boxed{№2}$

1. Ограничением по времени может служить то, что корабль не должен покинуть солнечную систему, то есть он должен иметь при проходе через орбиту марса v не больше чем $v_{II} = \sqrt{\frac{2GM_\odot}{1{,}5^2 \cdot 1{,}5 \cdot 10^{11}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6 \cdot 10^{-11} \cdot 2 \cdot 10^{30}}{1{,}5^2 \cdot 10^{11}}} = \frac{2 \cdot 2{,}5 \cdot 10^4}{1{,}5^2} =$

$= 33$ км/с

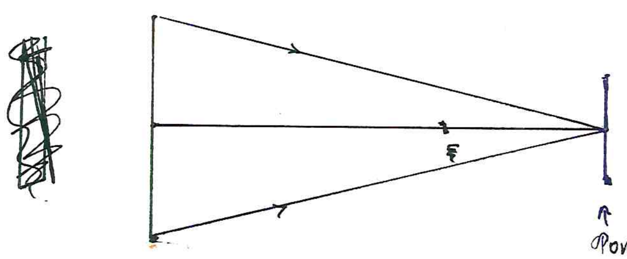
Т.е. ограничение по времени I $t \leq \frac{33}{g} = 3{,}3$

N 4

Ограничением на угловое разрешение самого телескопа может служить 1) дифракция
2) какой угловой размер с ~~уча~~ участка неба ~~поля зрения~~ может принимать пиксель
3) атмосфере (до 1" , но т.к. телескоп можно переносить и погодные условия могут меняться, то основными будут первые два пункта)

1) Дифракция $\theta = \frac{1{,}22\lambda_{max}}{D} \cdot 206265'' \approx \frac{1{,}22 \cdot 800\text{ нм}}{42\text{ мм}} \cdot 2 \cdot 10^5 = \frac{6}{4{,}2} \cdot 2 \approx 3''$ - больше чем атмосфера => 3 пункт не подходит

2) Какой угловой ~~уг~~ размер с участка неба может принимать один пиксель



Найдем линейные размеры одного пикселя

$\frac{37 \times 37}{4096 \times 4096} \approx \frac{40 \times 40}{4 \cdot 10^3 \times 4 \cdot 10^3} = 10^{-4}\text{ мм}^2$ => сторона пикселя $a = 10^{-2}$ мм

Поле зрения телескопа $d^2 = 26° \times 26° = 676\ \square°$ - приходит на ~~всю ПЗС матрицу~~ телескоп ~~по матрице~~. Найдем кол-во квадратных секунд приходящих на 10^{-2} мм²

~~$\frac{676 \cdot 3600^2 \cdot 60^2}{4096 \cdot 4096} \approx \frac{676 \cdot 3600^2}{4000^2} \approx \frac{676 \cdot 3}{}$~~

Для этого $\frac{d^2 \cdot S_{ПЗС}}{S_{телескопа} \cdot \text{кол-во пикселей всего}} = \frac{26 \cdot 26 \cdot 37^2}{\pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot 4029^2} \approx \frac{27^2 \cdot 37^2}{3 \cdot 21^2 \cdot 4000^2} =$

$= \frac{27 \cdot 5^2}{4000^2}\ \square° / 10^{-2}\text{ мм}^2 = \frac{27 \cdot 5 \cdot 3600^2}{4000^2}\ \square'' / 10^{-4}\text{ мм}^2 = 486\ \square'' / 10^{-2}\text{ мм}^2$

$\theta = \sqrt{486 \cdot 10^{-4}} \approx 6'' / \text{пиксель}$ - это ограничение больше чем дифракционное => имеет более весомый эффект.

Ответ: $\theta = 6''$

Д-10-9

стр 4

N 2

Относительно Солнца космический аппарат (далее КА) должен иметь в двух точках своей пути (В точке запуска у Земли и в точке конца пути у Марса)
В первом случае можно было бы предположить, что он спутник Земли, потом ускорясь долетит до Марса и стал его спутником, причем летел он вероятнее всего по прямой (т.к. ускорение сообщаемое ему постоянно)

~~Что бы скорость относительно Солнца у спутника Земли была равна нулю~~ необходимо что бы его ~~скорость~~ в момент пересечения орбиты Земли ~~(составляющая сонаправленная)~~ равнялась скорости $v = 30\,\frac{км}{с} \Rightarrow t_1 = \frac{30000}{10} = 3000\,с \approx 1\,ч$

* ~~Рассмотрим~~ ~~max~~ max для ~~min v спутника Марса~~ $= \sqrt{\frac{GM_м}{r_м}} = \sqrt{\frac{G\cdot 2\cdot 10^{23}}{3300000}} \approx \sqrt{\frac{4\cdot 10^{12}}{10^6}} = 2000\,\frac{м}{с}$

$max\,v$ спутника Марса $= \sqrt{\frac{2GM_м}{r_м}} = \sqrt{\frac{2\cdot G\cdot 2\cdot 10^{23}}{3300000}} \approx \sqrt{8\cdot 10^6} = 8000\,\frac{м}{с}$

Максимальная скорость для спутника Земли $v = \sqrt{\frac{G\cdot M_\oplus}{r_\oplus}} \approx 10\,\frac{км}{с}$

для этого понадобиться $t = \frac{v}{g} = 4000\,с \approx 1\,ч$

~~что бы стать спутником Марса ему необходимо $v =$~~

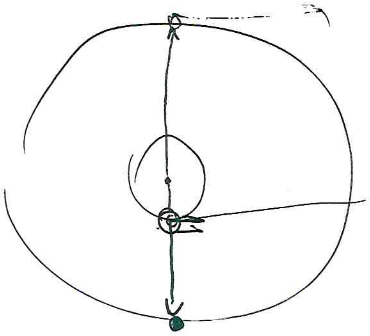
* Что бы сначала он ~~был~~ спутником Земли и $v_{отн.\,Солнца} = 0$, он должен вращаться вокруг Земли с $v = v_{З\,по\,орбите} = 30\,\frac{км}{с} \Rightarrow$

$\Rightarrow t_1 \approx 1\,ч$

потом он может долететь до Марса с любой скоростью, так что врежется в него и его скорость относительно Солнца станет нулю.

Для этого ему нужно будет пройти от Земли до Марса $min = a_♂ - a_\oplus$

$max = a_♂ + a_\oplus$



~~$t_{min} = ...$~~

$$\begin{cases} \cancel{min = v_0\cdot t_{min} + a\cdot t_{min}^2 \Rightarrow t_{min} \neq 1\,ч} \\ \cancel{max = v_0\cdot t_{max} + a\cdot t_{max} \rightarrow t_{max} + 1} \end{cases}$$

поскольку ~~ему~~ нужно время на разгон вокруг Земли

(продолжение на стр. 6)

ДОП-9

№2 (продолжение)

$$t = \frac{S}{v_{ср}} \qquad v_{ср} = \sqrt{\frac{GM}{a}} \quad , S = 2a =$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{4a^3}{GM}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (2{,}5 \cdot \cancel{10^{11}}/2)^3}{6 \cdot \cancel{10^{-11}} \cdot 2 \cdot 10^{30}}} = \sqrt{0{,}5 \cdot 10^{14}} \approx 10^7 с \approx 1 \text{ год}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{4a^3}{6 \cdot 10^{-11} \cdot 2 \cdot 10^{30}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (0{,}5 \cdot 10^{11}/2)^3}{6 \cdot 10^{-11} \cdot 2 \cdot 10^{30}}} = \sqrt{\frac{1}{16} \cdot 10^{14}} \approx \frac{1}{4} \text{ года}$$

Ответ: от 1 года до $\frac{1}{4}$ года

Оп-9

стр 6