

XXVIII Санкт-Петербургска Олимпиада
по Астрономия

Теоретичен тур

31. I. 2021г.

Беова

Заг. 1



$$m_{\text{диск}} = 4 \cdot 10^{10} M_{\odot}$$

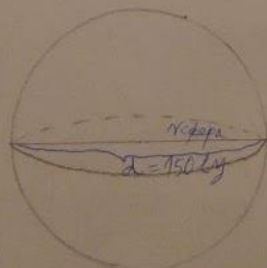
Дискът е цилиндър с радиус $r_{\text{диск}} = 100000 \text{ ly} = 10^5 \text{ ly}$ и с височина $h = 3000 \text{ ly}$. Масата му е $m_{\text{диск}} = 4 \cdot 10^{10} M_{\odot}$.

Обемът му е:

$$V_{\text{диск}} = \pi \cdot r_{\text{диск}}^2 \cdot h = \pi \cdot (10^5)^2 \cdot 3000 \text{ ly} = 3 \pi \cdot 10^{13} \text{ ly}^3 \approx 9.42 \cdot 10^{13} \text{ ly}^3$$

⇒ Плотността на диска е:

$$\rho_{\text{диск}} = \frac{m_{\text{диск}}}{V_{\text{диск}}} = \frac{4 \cdot 10^{10} M_{\odot}}{9.42 \cdot 10^{13} \text{ ly}^3} = \frac{1}{2355} M_{\odot} / \text{ly}^3$$



$$m_{\text{сфера}} = 4 \cdot 10^6 M_{\odot}$$

Звездният куп има сферична форма и диаметър $d = 150 \text{ ly}$

⇒ Радиусът му е $r_{\text{сфера}} = \frac{d}{2} = 75 \text{ ly}$. Масата на сферата е $m_{\text{сфера}} = 4 \cdot 10^6 M_{\odot}$

Обемът ѝ е:

$$V_{\text{сфера}} = \frac{4}{3} \cdot \pi_{\text{сфера}} \cdot r^3 = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^3 = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot 75 \cdot 75 \cdot 75 \approx$$
$$\approx 4 \cdot 25 \cdot 75 \cdot 75 \cdot 3,14 = 1766250 \text{ } \mu\text{y}^3 = 1,76625 \cdot 10^6 \text{ } \mu\text{y}^3$$

⇒ Плотността на сферата е:

$$\rho_{\text{сфера}} = \frac{M_{\text{сфера}}}{V_{\text{сфера}}} = \frac{4 \cdot 10^6 \text{ } M_{\odot}}{1,76625 \cdot 10^6 \text{ } \mu\text{y}^3} = \frac{4}{1,76625} \text{ } M_{\odot}/\mu\text{y}^3$$

Нека пресметнем отношението на плътностите:

$$\frac{\rho_{\text{сфера}}}{\rho_{\text{диск}}} = \frac{M_{\text{сфера}} \cdot V_{\text{диск}}}{M_{\text{диск}} \cdot V_{\text{сфера}}} = \frac{M_{\text{сфера}} \cdot \pi \cdot r_{\text{диск}}^2 \cdot h}{M_{\text{диск}} \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r_{\text{сфера}}^3}$$

$$\frac{\rho_{\text{сфера}}}{\rho_{\text{диск}}} = \frac{1}{2355} \cdot \left(\frac{4}{1,76625}\right) = 1,76629$$

$$\frac{\rho_{\text{сфера}}}{\rho_{\text{диск}}} = \frac{4}{1,76625} \cdot \left(\frac{1}{2355}\right) = \frac{4 \cdot 2355}{1,76625} \approx 5339$$

Тъй като концентрацията на звезди в галаксичен обект всъщност е плътността на звездите в обекта, то отношението на концентрациите на звезди в е същото като пресметнатото отношение на плътностите на двата обекта.

⇒ Средната концентрация на звезди в диска е приблизително 5339 пъти по-малка от концентрацията им в калевидния звезден куп.

Белова

Заг. 2

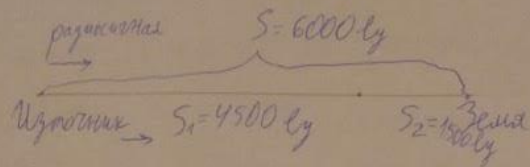
Изминималният обект от списъка е Сириус, по следните причини:

Сириус е единствената ^{свободно} двойна звезда в списъка, състои се от звезда Сириус А и от бялото джудже Сириус В.

Арктур, Алдебаран и Полукс са червени гиганти, а нито една от звездите в Сириус А и Сириус В не е червен гигант.

Белова

Заг. 3



Радионамалите се движат със скоростта на светлината c .

⇒ Сигналят, получен преди 3 години, е тръгнал от Източника преди време t_1 , зависещо от разстоянието до него. То е било $S = 6000$ ly при излъчването на сигнала

$$t_1 = 3_{\text{г}} + \frac{S}{c} = 3_{\text{г}} + \frac{6000_{\text{ly}}}{c} = 3_{\text{г}} + \frac{6000_{\text{y}} \cdot c}{c} = 6003_{\text{г}}$$

⇒ Радионамалът е ~~възникнал~~ ^{тръгнал} преди 6003 години. За това време Източникът се ~~не~~ ^е движил и сега се намира на $S_2 = 1500$ ly от Земята. Изминал е път:

$$S_1 = S - S_2 = 6000_{\text{ly}} - 1500_{\text{ly}} = 4500_{\text{ly}}$$

Можем да пресметнем скоростта на движение на източника V .

$$V = \frac{S_1}{t_1} = \frac{S_1}{3 + \frac{S}{c}} = \frac{4500_{\text{ly}}}{6003_{\text{y}}} = \frac{4500_{\text{y}} \cdot c}{6003_{\text{y}}} = \frac{1500}{2001} \cdot c$$

⇒ Източникът ще изминے оставащите 1500 светлинни години за време t_2 , равно на:

$$t_2 = \frac{S_2}{V} = \frac{1500_{\text{ly}}}{\frac{1500}{2001} \cdot c} = \frac{2001}{1500} \cdot 1500_{\text{y}} \cdot \frac{c}{c} = 2001_{\text{г}}$$

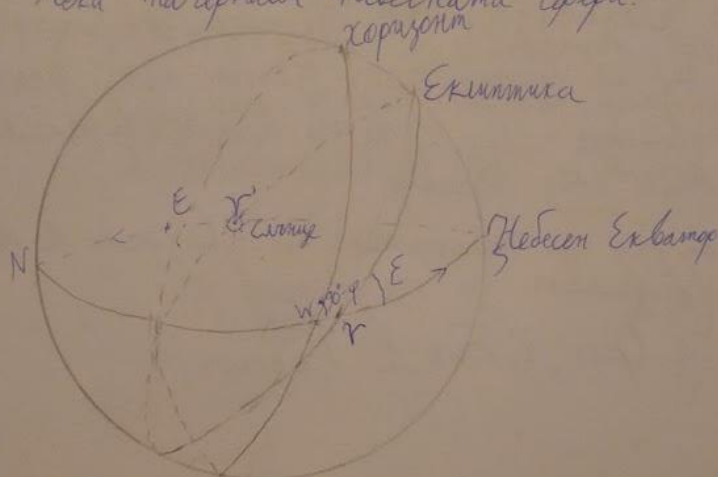
Остават 2001 години за устройване на тържественото посрещане.

Белова

Заг. 4 Санкт Петербург се намира в северното полукуло.

⇒ Нощта на 17/18 септември е близо до есенното равноденствие. Това Слънцето се намира в есенната равноденствена точка, която е във Везни.

Нека начертаям небесната сфера.



Хотя и съзвездие Везни залязе (заедно със Слънцето), ще изгрее съзвездие от противоположната страна на Еклиптиката. Това е съзвездие Риби, защото в него се намира пролетната равноденствена точка.

В небето малко след заляза на Слънцето се виждат ^{зодиакални} съзвездията между тях (от Овен до Дева включително) и всички съзвездия, близо до тези зодиакални съзвездия.

В ^{Близо до} зенита ще се видят съзвездията Рак и Близнаци, които са приблизително по средата между Риби и Везни.

Съзвездие Водолей се намира близо до съзвездията Рак и Близнаци, следователно ще е ^{вижда се} в ^{небето} зенита и ще се вижда ясно след заляза на Слънцето. Рак е сравнително ниско над хоризонта и ще се вижда най-добре няколко часа след заляза. Водолей изгрява след Риби, а дъгата ще

се вижда високо над хоризонта около полунощ, когато небесната сфера се завърти на 90° .

Но наблюдението се случва на около 60° северна широта, в северното полукуло. Оттам това съзвездие се вижда само през зимата. Ако Θ Водоей се вижда, то ще е близо до 90° хоризонта и ще се види добре около полунощ. Съзвездието Орел се намира сравнително далеч от земнакълните съзвездия и е незаметно за Санкт Петербург. Но ще се вижда през цялата нощ, като най-добре ще се вижда след края на астрономическия полу-ирак, т.е. малко след Валовар.

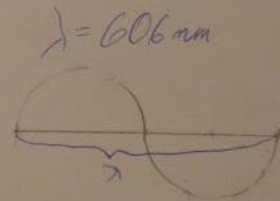
⇒ Най-удобният ред за наблюдения на звездите в най-добрата им видимост за тази нощ е:
2 Валовар, 2 Орел, 3 Бик, Θ Водоей.

Решова

Зад. 5 Плъз като $2,5'$ са $\frac{2,5}{60} = \frac{1}{24}^\circ$, то областта от небето е с размер около $(\frac{1}{24})^2$ квадратни градуса, т.е. $\frac{1}{576}$

В небето има общо две полутопки, велико с радиус $r=90^\circ$, ако се представи като кръг.

\Rightarrow Общата площ на небесната сфера е $2 \cdot \pi \cdot r^2 = 2 \cdot \pi \cdot (90^\circ)^2 \approx 6,28 \cdot 9100^\circ = 50869^\circ$



Изминатото време за стигането на областта е:

$$t_1 = 99300 \text{ s} = 9930 \cdot 60 = 1655 \text{ m} = 27 \text{ h } 35 \text{ m} = \frac{331}{12} \text{ h}$$

За да се стигна цялото небе, са необходими:

$$t_2 \frac{331}{12} = t_1 \cdot S = \frac{331}{12} \cdot 50869 = 1402109 \text{ h} \approx 58421 \text{ d}$$

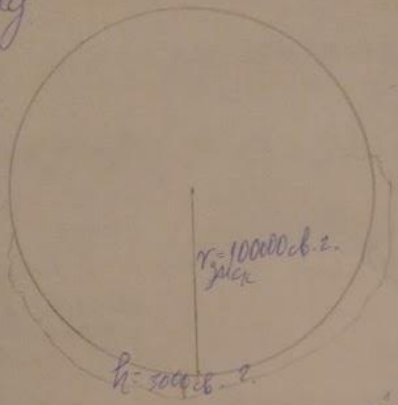
Нека приемем годината за $365,25$ дни.

$$\Rightarrow t_2 = 58421 \cdot 365,25 = 159 \frac{385}{1461} \approx 160 \text{ y}$$

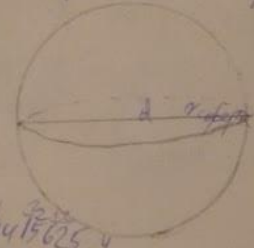
Нужни са около 160 години, за да се стигна цялото небе със същия вид вълни.

Черна

1 Зв



$M_{gal} = 4 \cdot 10^{10} M_{\odot}$
Дискът е цилиндър с радиус r_{gal} и височина $h = 300 \text{ св.г.}$



$M_{cyl} = 4 \cdot 10^{10} M_{\odot}$
 $V_{cyl} = \frac{d}{2} = 75 \text{ св.г.}$
 $1,76625 \cdot 4 = 0,4415625$

$$\rho_{gal} = \frac{M_{gal}}{V_{gal}}$$

$$V_{gal} = \pi \cdot r_{gal}^2 \cdot h = \pi \cdot 10000^2 \cdot 300 = 3 \cdot \pi \cdot 10^{13} \text{ св.г.}^3$$

$$\approx 3,14 \cdot 10^{13} = 3,14 \cdot 10^{13} \text{ св.г.}^3$$

$$\Rightarrow \rho_{gal} = \frac{4 \cdot 10^{10} M_{\odot}}{3,14 \cdot 10^{13} \text{ св.г.}^3} = 1,27 \cdot 10^{-3} M_{\odot} / \text{св.г.}^3$$

$$V_{cyl} = \frac{4}{3} \pi r_{cyl}^3 = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{150}{2}\right)^3 = 562500 \cdot 3,14 = 1,76625 \cdot 10^6 \text{ св.г.}^3$$

2 Зв. Сирис, защото е двойна звезда и защото

немо една от двете звезди не е първа
маня като естествено

3 Зв. $\xrightarrow{\text{разстояние } 6000 \text{ св.г.}}$ $\xrightarrow{\text{като се със скоростта на светлината}}$
 $\xrightarrow{4500 \text{ св.г.}}$ $\xrightarrow{1500 \text{ св.г.}}$ \Rightarrow още $\frac{1}{3}$ от 4500 св.г.

Нито Непт източникът се движи към
Землята със скорост V .

За $t = 6000 \text{ св.г.}$ изминава път $S = V \cdot t = 4500 \text{ св.г.}$

$4500 = V \cdot 3$

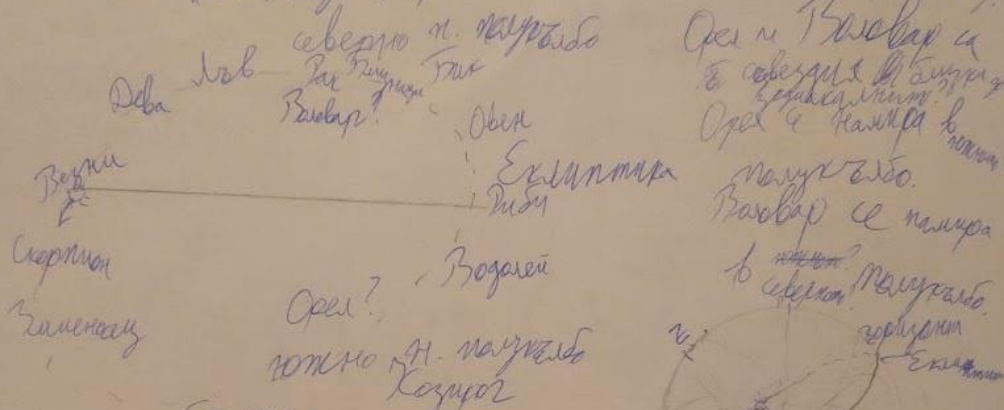
$V = \frac{4500}{3} = 1500 \text{ св.г.}$

\Rightarrow още $\frac{6000}{1500} = 2001 \text{ св.г.}$

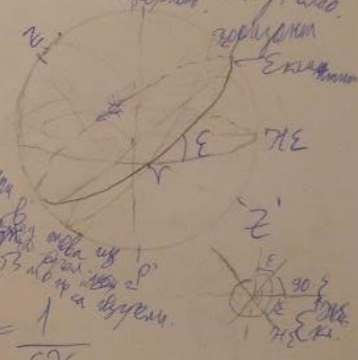
$V = 4500 \cdot 3 = 15000 \text{ в. } 2/2 \Rightarrow t_2 = \sqrt[3]{S_2 \cdot V} = 12$

Синусът се намира в северното полукръло
 4 зг $\sqrt{17/19}$ Вебъзо до есенното равноденствие Понва

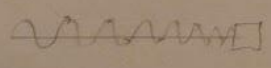
Синусът се намира в есенната равноденствие
 точка във Вебъза.



Сатурн
 Вебъза
 Юпитер
 Марс
 Венера
 Овен
 Южно п. полукръло
 Юпитер
 Вебъза
 Овен

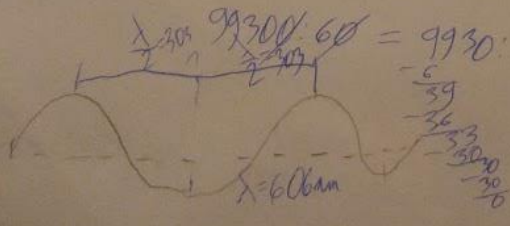


$2.5' \Rightarrow \text{мева са} = \frac{1}{24} \cdot \frac{1}{24} = \frac{1}{576}$
 В небето има $360 \cdot 360 = 129600$
 \Rightarrow По средна $129600 \cdot 24$



$$\begin{array}{r} 518400 \\ + 25920 \\ \hline 544320 \end{array}$$

микува частта
 $\frac{6290}{50290}$



$9930 \cdot 60 = 9930 \cdot 6 = 1655 \text{ min}$
 $1655 \cdot 60 = 99300$
 $99300 \cdot 12 = 1191600$
 $1191600 \cdot 24 = 28598400$

Чертежа

10925d

$$365,2422 \cdot 25 = 365,2422 \cdot 5 + 365,2422 \cdot 20 = 1826,2110 + 7304,844 = 9130,0550$$

$$+ 365,2442$$

$$\hline 9496,2992$$

$$+ 365,2442$$

$$\hline 9861,5434$$

27 разряда

$$3652,422$$

$$\times 3$$

$$\hline 10957,266$$

$$- 10929,000$$

$$\hline 28,266$$

2,5 \cdot 942 = 1884 + 471 = 2355

1 шаг. $\frac{\rho_{галактик}}{\rho_{сфера}} V_{сфера} = \frac{4 \cdot 10^{60} \text{ Mo}}{9,42 \cdot 10^{23} \text{ ly}^3} = \frac{4}{9,42} \cdot 10^{37} \text{ Mo/ly}^3$

$\frac{\rho_{сфера}}{\rho_{галактик}} V_{сфера} = \frac{4}{3} \cdot V_{сфера} \cdot \pi \approx \frac{4}{3} \cdot 25 \cdot 9595 \cdot 3,14 = 1000000$

$$= 314 \cdot 5625 = 1766250 \text{ ly}^3$$

$$\rho_{сфера} = \frac{4 \cdot 10^{60}}{176625 \cdot 10^8}$$

$$\frac{\rho_{галактик}}{\rho_{сфера}} = \frac{\rho_{сфера}}{\rho_{галактик}} = \frac{4 \cdot 10^{60}}{1,76625 \cdot 10^{17}} = \frac{9420}{1,76625} =$$

$$\begin{array}{r} 176625 \cdot 3 \\ \hline 529875 \\ 176625 \cdot 9 \\ \hline 1589625 \\ 176625 \cdot 9 \\ \hline 1493000 \end{array}$$

$$\frac{9420}{1,76625} = 5339$$

$$942000000 : 176625 = 5339$$

число звезд = 5339

$$50868 : 12 = 4239$$

$$\begin{array}{r} \underline{48} \\ 28 \\ \underline{24} \\ 46 \\ \underline{36} \\ 108 \\ \underline{108} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 4239 \cdot 331 \\ \hline 12717 \\ +12717 \\ \hline 1402109 \end{array}$$

$$1402109 : 24 = 58421$$

$$\begin{array}{r} \underline{120} \\ 202 \\ \underline{192} \\ 101 \\ \underline{96} \\ 50 \\ \underline{48} \\ 22 \\ \underline{24} \\ 5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ 1461.9 \\ \hline 13149 \end{array}$$

$$4.365,25 = 1461$$

$$58421 : 365,25 = 159,84 : 1461 = 109$$

$$\begin{array}{r} \underline{858} \\ 705 \\ \hline 14534 \\ \underline{13149} \\ 1385 \end{array}$$