

1. Система красного карлика Глизе 710 спектрального класса 7, расположенного в созвездии Скорпиона ($18^h 19^m 50.84^s$, $-01^\circ 56' 18.98''$, $\pi = 52.5185 \text{ mas}$, видимая звездная величина 9.66^m , лучевая скорость (-14.52 км/с) , $\mu_\alpha = -0.46 \text{ mas/год}$, $\mu_\delta = -0.028 \text{ mas/год}$). Определите координаты звезды, в моменты, когда она станет видна невооруженным глазом и перестанет быть видна.
2. Звезда Вега имеет собственное движение $0.35''$ в год, параллакс $0.129''$ и лучевую скорость -14 км/с . Через сколько лет Вега окажется к нам вдвое ближе, чем сейчас?
3. В таблице представлены данные по звездам с наибольшим собственным движением. Определите:
 - какая из звезд движется с наибольшей скоростью относительно Солнца.
 - какая звезда приближалась или приблизится на минимальное расстояние к Солнцу.
 - у какой звезды была/будет максимальная яркость при максимальном сближении.
 - у какой звезды было/будет максимальное собственное движение по небу в момент максимального сближения.
 - сближение с какой звездой было/будет максимально близко к настоящему времени.

№	Название	μ , ''/год	v_r , км/с	r , пк	m , mag
1	Звезда Барнарда	10.358	-110	1.82	9.57
2	Звезда Каптейна	8.67	+245	3.91	8.85
3	Грумбридж 1830	7.06	-98	9.09	6.42
4	Лакайль 9352	6.90	+9	3.27	7.35
5	Глизе 1	6.10	+25	4.34	8.57
6	HIP 67593	5.80	-4	5.33	13.31
7	61 Лебеда	5.23	-66	3.50	5.20
8	Лаланд 21185	4.80	-85	2.55	7.52
9	ϵ Индейца	4.70	-40	3.62	4.83

4. Координаты звезды (0^h , $+60^\circ$), лучевая скорость $V_r = -20 \text{ км/с}$, угловая скорость $5''/\text{год}$, направлена в сторону увеличения склонения, параллакс $0.1''$. Необходимо найти координаты через 260 000 лет.

$$\textcircled{1} \quad \delta = -01^{\circ}56'18,98''$$

$$\alpha = 18^h 19^m 50,84^s$$

$$\pi = 52,5185 \text{ mas}$$

$$M = 9,66^m$$

$$v_r = -14,52 \text{ km/c}$$

$$\mu_\alpha = -0,46 \text{ mas/rog}$$

$$\mu_\delta = -0,028 \text{ mas/rog}$$

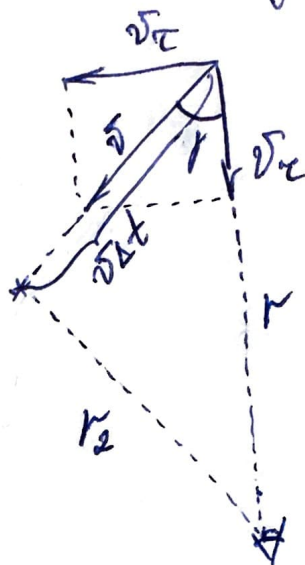
$$M_B = 6^m$$

Решение:

$$1) \quad r = \frac{1}{\pi''} = \frac{1}{52,5185 \cdot 10^{-3}''} (\text{ua}) \approx 19,04 \text{ ua}$$

$$2) \quad \mu = \sqrt{\mu_\delta^2 + \mu_\alpha^2 \cdot \cos^2 \delta} = \\ = \sqrt{(-0,028)^2 + (-0,46)^2 \cdot \cos^2(-01^{\circ}56'18,98'')} = \\ = 0,4606 \text{ mas/rog}$$

3)



$$v = \sqrt{v_r^2 + v_\mu^2} =$$

$$= \sqrt{(\mu \cdot r \cdot 4,74)^2 + v_r^2} =$$

$$= \sqrt{(0,4606 \cdot 19,04 \cdot 4,74)^2 + 14,52^2} \text{ km/c} \approx$$

$$\approx 14,52 \text{ km/c}$$

$$i \approx 0^{\circ}$$

$$4) \quad M - m = 5 - 5 \lg r$$

$$M - M_B = 5 - 5 \lg v \Delta t$$

$$M_B - m = 5 \lg v \Delta t - 5 \lg r$$

$$5 \lg v \Delta t = M_B - m + 5 \lg r$$

$$\lg v \Delta t = \frac{M_B - m + 5 \lg r}{5}$$

$$(\text{ua}) \quad v \Delta t = 10^{\frac{M_B - m + 5 \lg r}{5}} = 3,529 \text{ ua}$$

$$\Delta t = \frac{3,529 \cdot 206265 \cdot 15 \cdot 10^8 (\text{yr})}{14,52 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 365,25} \approx \boxed{238000 \text{ лет.}}$$

$$\alpha^* = \alpha + \mu_\alpha \cdot \Delta t = 18^h 19^m 50,84^s + (-0,46)'' \cdot 10^{-3} \cdot 15'' \cdot 238000 \approx$$

$$\approx 18^h 19^m 50,84^s - 27^m 22,2^s = \boxed{18^h 52^m 28,64^s}$$

$$\delta^* = \delta + \mu_\delta \Delta t = -01^{\circ}56'18,98'' + (-0,028)'' \cdot 10^{-3} \cdot 238000 \approx$$

$$\approx -01^{\circ}56'18,98'' - 0^{\circ}0'6,66'' = \boxed{-1^{\circ}56'25,64''}$$

2

$$\mu = 0,35''/\text{log}$$

$$\pi'' = 0,129''$$

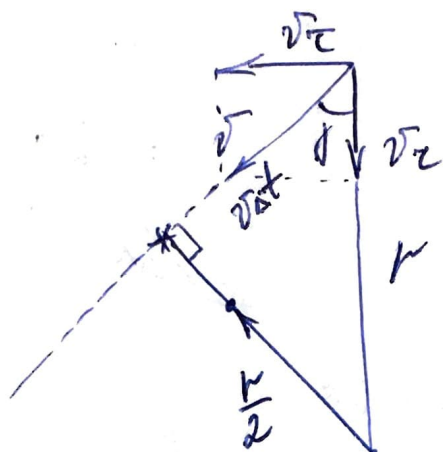
$$v_z = -14 \text{ км/с}$$

$$\kappa = \frac{1}{\pi''} = \frac{1}{0,129} \text{ км} \approx 7,752 \text{ км}$$

$$\frac{\kappa}{2} = 3,876 \text{ км}$$

$$v_c = 4,74 \cdot 0,35''/\text{log} \cdot 7,752 \text{ км (км/с)} \approx 12,86 \text{ км/с}$$

$$v = \sqrt{12,86^2 + 14^2} = 19 \text{ км/с}$$



$\varphi \approx 42,6^\circ$ и $> 30^\circ = \arcsin\left(\frac{\kappa/2}{\kappa}\right)$, т.е. звезда и нами
взбросе бумне микоза не гестимет
Бумне всео бугем репу Δt :

$$\frac{r}{\sin 90^\circ} = \frac{v \Delta t}{\sin(90^\circ - \arctg(\frac{v_z}{v_c}))}$$

$$\Delta t = \frac{r \cdot \sin(90^\circ - \arctg(\frac{v_z}{v_c}))}{\sin 90^\circ \cdot v} = \frac{7,752 \cdot 206265 \cdot 4,5 \cdot 10^8 \cdot \cos(\arctg(\frac{12,86}{14}))}{1 \cdot 19} = 9,786 \cdot 10^{11} \text{ с} \approx 31000 \text{ лет.}$$

3

	μ , "/log	v_r , km/c	μ , "	m , mag	v , km/c	μ_{min} , "	m_{max} , mag	μ_{max} , "/log	Δt , months
1. зв. Барнарда	10,358	-110	1,82	9,57	141,7	1,15	8,57	26	9,8
2. зв Кантатна	8,67	+245	3,91	8,85	293,0	2,14	7,54	29	10,9
3. зв. Грэнбригг 1830	7,06	-98	9,09	6,42	319,6	8,65	6,31	7,8	8,55
4. Ланайл 9352	6,90	+9	3,27	7,35	107,3	3,26	7,34	6,9	2,5
5. Глизе 1	6,10	+25	4,34	8,57	128,0	4,26	8,53	6,3	6,5
6. HIP 67593	5,80	-4	5,33	13,31	146,6	5,33	13,31	5,8	0,97
7. 61 Лебедя	5,23	-66	3,50	5,20	109,0	2,79	4,71	8,2	19
8. Ланайл 21185	4,80	-85	2,55	7,52	102,9	1,44	6,28	15	20
9. Эллаксиды	4,70	-40	3,62	4,83	90,0	3,24	4,59	5,9	17,5

4

$$1. v = \sqrt{(\mu \cdot 4,74 \cdot 1)^2 + v_r^2} = \sqrt{(10,358 \cdot 4,74 \cdot 1,82)^2 + 110^2} \approx 141,7 \text{ km/c}$$

$$2. v \approx 292,99 \text{ km/c}$$

$$3. v \approx 319,6 \text{ km/c}$$

$$4. v \approx 107,3 \text{ km/c}$$

$$5. v \approx 128,0 \text{ km/c}$$

$$6. v \approx 146,6 \text{ km/c}$$

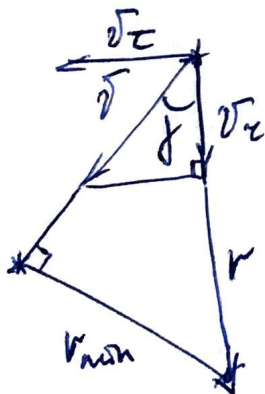
$$7. v \approx 109,0 \text{ km/c}$$

$$8. v \approx 102,9 \text{ km/c}$$

$$9. v \approx 90,0 \text{ km/c}$$

μ_{min}

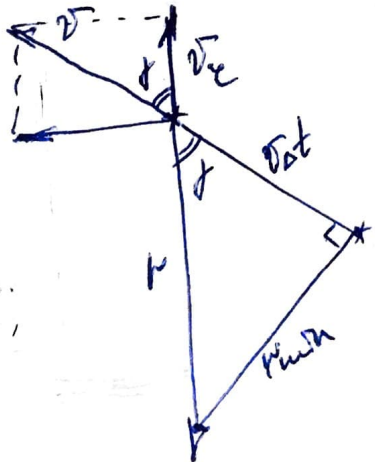
1.



$$\frac{\mu}{\sin 90^\circ} = \frac{\mu_{min}}{\sin(\arccos(v_r/v))}$$

$$\mu_{min} = \mu \cdot \sin(\arccos(v_r/v)) = 1,82 \cdot \sin(\arccos(110/141,7)) (\text{km}) \approx 1,15 \text{ km}$$

2.



$$\frac{\mu}{\sin 90^\circ} = \frac{\mu_{min}}{\sin(\arccos(v_r/v))}$$

$$\mu_{min} = \mu \cdot \sin(\arccos(v_r/v)) = 3,91 \cdot \sin(\arccos(245/293)) \text{ km} \approx 2,14 \text{ km}$$

$$3. \mu_{min} \approx 8,65 \text{ km}$$

$$4. \mu_{min} \approx 3,26 \text{ km}$$

$$5. \mu_{min} \approx 4,26 \text{ km}$$

$$6. \mu_{min} \approx 5,33 \text{ km}$$

$$7. \mu_{min} \approx 2,79 \text{ km}$$

$$8. \mu_{min} \approx 1,44 \text{ km}$$

$$9. \mu_{min} \approx 3,24 \text{ km}$$

M_{max}

$$1. M - m = 5 - 5 \lg r$$

$$M - M_{max} = 5 - 5 \lg r_{min}$$

$$M_{max} - m = 5 \lg r_{min} - 5 \lg r$$

$$M_{max} = m + 5 \lg r_{min} - 5 \lg r =$$

$$= 9,57 + 5 \lg 1,15 - 5 \lg 1,22 \approx 8,57^m$$

$$2. M_{max} \approx 7,54$$

$$3. M_{max} \approx 6,31$$

$$4. M_{max} \approx 7,34$$

$$5. M_{max} \approx 8,53$$

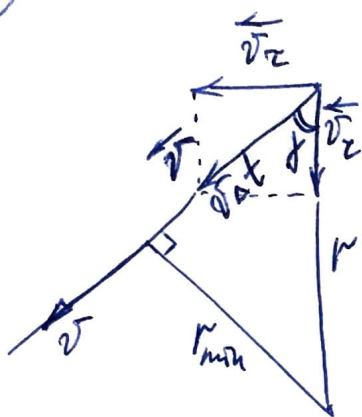
$$6. M_{max} \approx 13,31$$

$$7. M_{max} \approx 4,71$$

$$8. M_{max} \approx 6,28$$

$$9. M_{max} \approx 4,59$$

M_{max}



$$4,74 \cdot r_{min} M_{max} = v$$

$$M_{max} = \frac{v (km/c)}{4,74 \cdot r_{min} (km)} = "log"$$

$$1. M_{max} \approx 26 "log$$

$$2. M_{max} \approx 29 "log$$

$$3. M_{max} \approx 7,8 "log$$

$$4. M_{max} \approx 6,9 "log$$

$$5. M_{max} \approx 6,34 "log$$

$$6. M_{max} \approx 5,8 "log$$

$$7. M_{max} \approx 8,24 "log$$

$$8. M_{max} \approx 15,1 "log$$

$$9. M_{max} \approx 5,86 "log$$

Δt

$$\frac{r}{\sin 90^\circ} = \frac{v \Delta t}{\sin(90^\circ - \arccos(v_z/v))}$$

$$\Delta t = \frac{r \cdot \cos(\arccos(v_z/v))}{v} = \frac{r \cdot v_z/v}{v} = \frac{r \cdot v_z}{v^2} = \frac{r \cdot 206265 \cdot 1,5 \cdot 10^8 \cdot c}{v^2 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 36525}$$

$$= \frac{r \cdot v_z}{v^2} \cdot 980422 \cdot (sec)$$

$$1. \Delta t \approx 9,8 \text{ msec. sec}$$

$$2. \Delta t \approx 10,9 \text{ msec. sec}$$

$$3. \Delta t \approx 8,55 \text{ msec. sec}$$

$$4. \Delta t \approx 2,5 \text{ msec. sec}$$

$$5. \Delta t \approx 6,5 \text{ msec. sec}$$

$$6. \Delta t \approx 0,97 \text{ msec. sec}$$

$$7. \Delta t \approx 19 \text{ msec. sec}$$

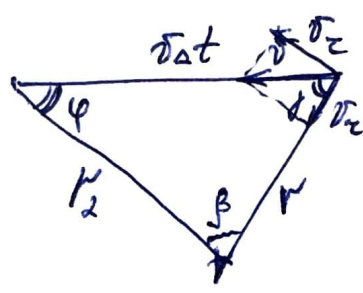
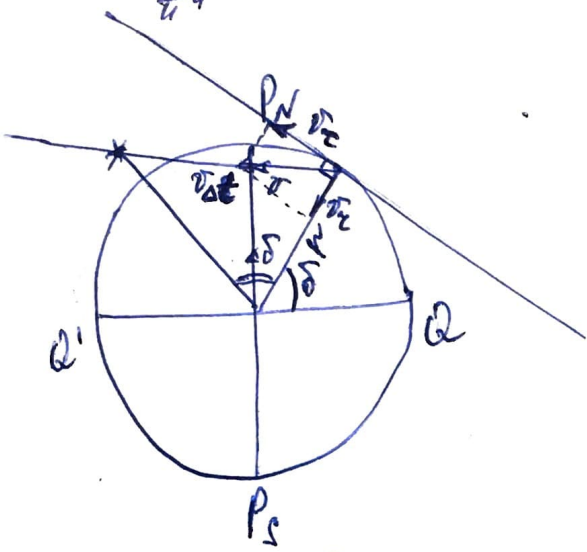
$$8. \Delta t \approx 20 \text{ msec. sec}$$

$$9. \Delta t \approx 17,5 \text{ msec. sec}$$

④ $\alpha = 0^h$ $v_z = -20 \text{ км/с}$
 $\delta = +60^\circ$ $\mu_\delta = 5''/\text{год}$
 $\pi'' = 0,1''$
 $\Delta t = 260000 \text{ лет}$

$\frac{260000 \text{ лет}}{26000} = 10 \text{ оборотов} \Rightarrow$ координаты не меняются
 если бы звезда не перемещалась.
 (прецессия оси Земли)

$\omega = \frac{1}{\pi^4} = 10 \text{ нк}$



$\frac{v_{\Delta t}}{\sin \beta} = \frac{r}{\sin \varphi} = \frac{r_2}{\sin \gamma}$
 $\gamma = \arctg\left(\frac{v_z}{v_{\Delta t}}\right)$
 $v_z = 4,74 \cdot \mu_\delta \cdot r$

$v = \sqrt{(4,74 \cdot 5 \cdot 10)^2 + 20^2} = 237,8 \text{ км/с}$

$r_2^2 = r^2 + (v_{\Delta t})^2 - 2r v_{\Delta t} \cos \gamma$

$r_2 = \sqrt{10^2 + \left(\frac{237 \cdot 260000 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 365,25}{206265 \cdot 1,5 \cdot 10^8}\right)^2 - 2 \cdot 10 \cdot \frac{237 \cdot 260000 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 365,25}{206265 \cdot 1,5 \cdot 10^8} \cos\left(\arctg\left(\frac{4,74 \cdot 5 \cdot 10}{20}\right)\right)} \approx$

$\approx 62,805 \text{ нк}$

$\sin \varphi = \frac{r \sin \gamma}{r_2} = \frac{10 \cdot \sin\left(\arctg\left(\frac{4,74 \cdot 5 \cdot 10}{20}\right)\right)}{62,805}$

$\varphi \approx 9,13^\circ$ $\gamma \approx 85,18^\circ$

$\beta \approx 85,69^\circ$

$\delta^* = 110^\circ - (\beta + \delta) = 110^\circ - 85,69^\circ - 60^\circ = \boxed{34^\circ 9'}$