ЛИСТ 1

БЕЛ-10

10 КЛАСС

№1

Дано:
$\lambda = 3000 Å = 300$ нм
$D = 2,4$ м

β - ?

Решение:

Так как телескоп впервые уверенно разрешил её компоненты, то, значит, телескоп использовался на максимум его возможности. Это говорит о том, что угловое расстояние между компонентами и его минимальное разрешение телескопа одинаковы. То есть:

$\beta = \rho$

Минимальную разрешающую способность можно найти при помощи формулы:

$\beta = \frac{\lambda}{D}$

$\beta = \frac{300 \text{ нм}}{2,4 \text{ м}} = \frac{300 \cdot 10^{-9} \cancel{м}}{2,4 \cancel{м}} \cdot 200000'' = \frac{3'' \cdot 10^{-4}}{2,4} \cdot 2 \cdot 10^{5} = \frac{6'' \cdot 10^{-2}}{2,5} =$

$= 2,4'' \cdot 10^{-2} = 0,024''$

$60 \,|\, 25$
$50 \,|\, 2,4$
100
-100
0

Ответ: 0,024''

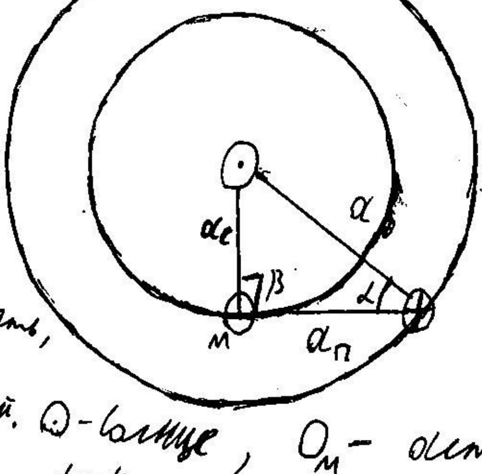
№2

Дано:
$m_{\odot} = -27^m$
$R = 50$ м
$D = 0,5$ м
$a_M = 0,866$ а.е.
$A_1 = A_M = 0,12$
$\alpha = 60°$

m - ?

Решение:

К задаче нарисуем чертёж.



В чертеже мы можем понять, что треугольник треугольный. Через теорему синусов:

$\frac{\sin\beta}{a_{\oplus}} = \frac{\sin\alpha}{a_c}$

$\sin\beta = \frac{a_{\oplus} \cdot \sin 60°}{a_c}$

$\odot$ - Солнце, O_M - астероид, ~~α - угл между~~ $\oplus$ - Земля

α - угловое расстояние между астероидом и Солнцем

ЛИСТ-2

БЕЛ-90
10 КЛАСС

$$\beta = \arcsin\left(\frac{a_\oplus \cdot \sin 60^\circ}{a_c}\right) = \arcsin\left(\frac{1 а.е. \cdot \sin 60^\circ}{0{,}866\, а.е.}\right) = \arcsin\left(\frac{1 а.е. \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2} а.е.}\right) =$$

$= \arcsin 1 = \frac{\pi}{2} = 90^\circ \Rightarrow$ мы видим астероид в элонгации $\Rightarrow$
$\Rightarrow$ мы видим четверть астероида, значит, ~~фаза~~ фаза $\Phi = 0{,}5$
Энергия, переданная нам с астероида, рассчитывается по формуле:

$$E_м = \frac{L_\odot \cdot 4\pi R_м^2 \cdot A \cdot \Phi}{4\pi a_c^2 \cdot 4\pi a_\oplus^2}$$

Тогда для Солнца: $E_\odot = \frac{L_\odot}{4\pi a_\oplus^2}$

По формуле Погсона через отношение энергии ~~Солнц~~ астероида к Солнцу посчитаем звёздную видимую величину

$$\frac{E_\odot}{E_м} = 10^{0{,}4(m_м - m_\odot)}$$

$$\frac{\dfrac{L_\odot \cdot 4\pi R_м^2 \cdot A \cdot \Phi}{4\pi a_c^2 \cdot 4\pi a_п^2}}{\dfrac{L_\odot}{4\pi a_\oplus^2}} = 10^{0{,}4(m_м - m_\odot)}$$

$$\frac{R_м^2 \cdot A \cdot \Phi \cdot a_\oplus^2}{a_c^2 \cdot a_п^2} = 10^{0{,}4(m_м - m_\odot)}$$

~~$a_п^2 = a_\oplus^2 \; a_c^2$ по т. Пифагора~~

~~$a_0 = \sqrt{a_\oplus^2 - a_c^2} = 1 а.е.^2$~~

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{a_\oplus}{a_п} \qquad \cancel{\operatorname{tg} 60^\circ} \quad a_п = \frac{a_\oplus}{\operatorname{tg} 60^\circ} = \frac{1 а.е.}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3} а.е.$$

$$\frac{R_м^2 \cdot A \cdot \Phi \cdot a_\oplus^2}{a_c^2 \cdot a_п^2} = \frac{(50\, м)^2 \cdot 0{,}1 \cdot 0{,}5 \cdot 1 а.е.^2}{\left(\frac{\sqrt{3}}{2} а.е.\right)^2 \cdot \left(\frac{\sqrt{3}}{3} а.е.\right)^2} = \frac{2500\, м^2 \cdot 0{,}1 \cdot 0{,}5 \cdot 1 а.е.^2}{\frac{3}{4} а.е.^2 \cdot \frac{3}{9} а.е.^2} = \frac{2500\, м^2 \cdot 0{,}05}{\frac{1}{4} а.е.^2} =$$

$$= \frac{10000\, м^2 \cdot 0{,}05}{1 а.е.^2} = \frac{500\, м^2}{(150 \cdot 10^9\, м)^2} = \frac{500}{(1{,}5 \cdot 10^{11})^2} = \cancel{\ldots} = \frac{5 \cdot 10^2}{2{,}25 \cdot 10^{22}} =$$

$= \approx \frac{2}{10^{20}}$

$\begin{array}{r|l} 50 & 75 \\ -45 & 3{,}3 \\ 50 & \\ -45 & \\ 5 & \end{array}$

ЛИСТ-3

БЕЛ-10

10 КЛАСС

$\lg_{10}\left(\frac{2}{10^{20}}\right) = 10^{0,4(m_\odot - m_m)}$

$\lg_{10}(10^{-20}) = 10^{0,4(m_\odot - m_m)}$

$\lg_{10}(10^{-20}) = 0,4(m_\odot - m_m)$

$-20 = 0,4(m_\odot - m_m)$

$\cancel{-22,5^m = m_\odot - m_m}$

$\cancel{-22,5^m = -27^m - m_m}$

$\cancel{-22,5^m + 27^m = m_m}$

$-50^m = m_\odot - m_m$

$\cancel{-50 + 27 = m_m}$

$m_m = m_\odot + 50^m$

$m_m = -27^m + 50^m$

$m_m = -23^m$

То есть, мы нашли звёздную величину для астероида: $+23^m$

~~Для~~ Для телескопа m_{min} рассчитывается по формуле:

$m_{min} = 2,1 + 5 \cdot \lg_{10}(D)$

$m_{min} = 2,1 + 5 \cdot \lg_{10}(500\text{мм})$

$m_{min} = 2,1 + 5 \cdot 2,8^m$

$m_{min} = 2,1^m + 14,0^m$

$m_{min} = \cancel{16} \; 16,1^m \Rightarrow$ не увидит, так как астероид значительно тусклее, чем минимальная звёздная у телескопа.

$\lg_{10}(1000) = 3$

$\lg_{10}(500) \approx 2,8$

$2,8 \times 5 = 14,0$

№2 Ответ: $+23^m$; не увидит

№3

Дано:

$a = 0,14$ а.е.

$R = 0,12$ а.е.

$m_к = m_\odot$

$P_{зв}$ - ?

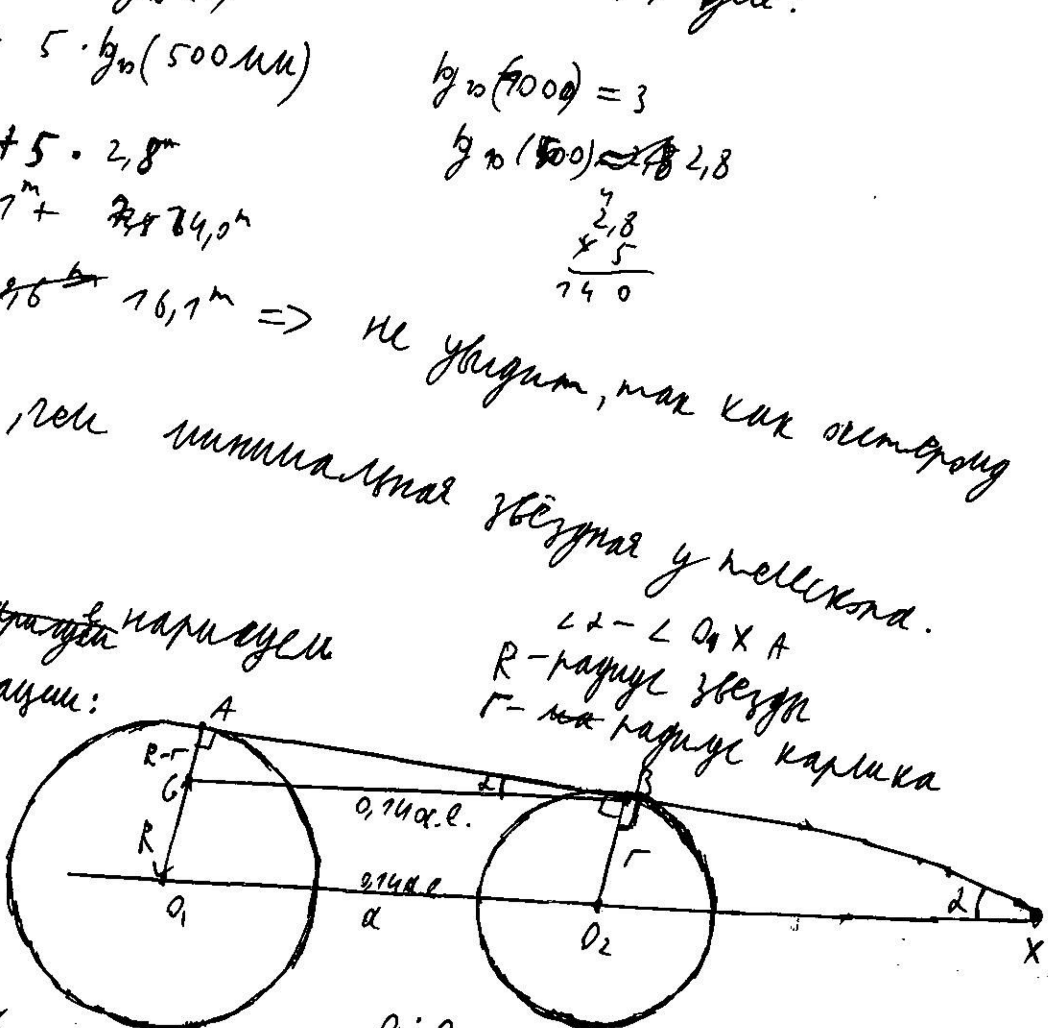
Решение:

Для задачи ~~нарисуем~~ нарисуем чертёж ситуации:

$\angle\alpha - \angle O_1XA$

R - радиус звезды

r - ~~на~~ радиус карлика



O_1A и BO_2 - радиусы $\Rightarrow$

$\Rightarrow AO_1$ и $BO_2 \perp AB$

AB - касательная

$\triangle O_1XA$ и $\triangle GAB$ - пр-уг.

$\triangle O_1XA \sim \triangle GAB$, т.к.

$O_1; O_2$ - центры звёзд; O_1 - звезды основного компонента; O_2 - карлика.

$\angle O_1AB = \angle O_2BX = 90^\circ$
$\angle \alpha$ – общий
$\Big\} \triangle O_1XA \sim GAB_1$ (по I признаку ~~подобия~~ подобия) $\Rightarrow$

$\Rightarrow \angle GBA = \angle O_1XA = \angle\alpha$

~~$\sin\angle\alpha =$~~ в $\triangle O_1XA$: $\sin\alpha = \frac{AO_1}{O_1X}$

в $\triangle GBA$: $\sin\alpha = \frac{R-r}{0{,}14\,а.е.}$ $\Big\} \Rightarrow$ $\sin\alpha = \frac{R-r}{0{,}14}$, $\sin\alpha = \frac{R}{0{,}14+x}$ $\Big\} \Rightarrow \frac{R-r}{0{,}14} = \frac{R}{0{,}14+x}$

$(0{,}14+x)(R-r) = 0{,}14R$

$0{,}14R - 0{,}14r + xR - xr = 0{,}14R$

$xR - xr - 0{,}14r = 0$

$xR - xr = 0{,}14r$

$x(R-r) = 0{,}14r$

$x = \frac{0{,}14r}{R-r}$

По подобию: $\frac{R}{r} = \frac{0{,}14\,а.е. + x}{x}$

$\frac{R}{r} = \frac{0{,}14}{x} + 1$

$\frac{R}{r} = \frac{0{,}14}{\frac{0{,}14r}{R-r}} + 1$

При подборе и подставлении $R = 0{,}1\,а.е.$ мы получили $r = 0{,}05\,а.е.$

$V = \frac{4}{3}\pi R^3$

~~$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m_\odot}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{2\cdot10^{30}\,кг}{\frac{4}{3}\cdot3\cdot(0{,}05\cdot150\cdot10^{9})^3} =$~~

~~$= \frac{2\cdot10^{30}\,кг}{4\cdot(7{,}5\cdot10^{9})^3} = \frac{10^{30}}{2\cdot(10^3\cdot10^9)^3} = \frac{10^{30}}{2\cdot10^{38}} =$~~

$\rho = \frac{m}{V}$

ЛИСТ ~~№~~5

БЕЛ-10
10 КЛАСС

№5

Дано:
$\delta = 69°20'$
$\alpha = 11^h 31^m$
$m = 3{,}8^m$
$\varphi = 68°58'$

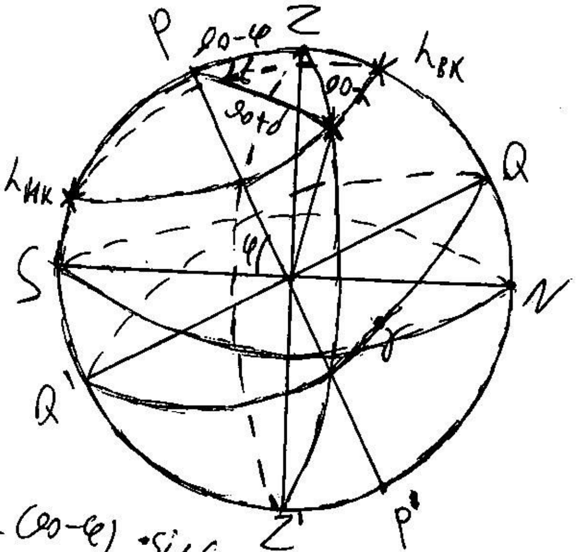
$\alpha \sim t$

Решение:
Изменяется звездная величина ~~из-за~~ по формуле:

$$\Delta m = \frac{0{,}2^m}{\sin h}$$

в зените звёздная величина падает на $0{,}2^m$, то есть $\Delta m_z = 3{,}6^m$
Нарисуем чертёж для ситуации

$\star$ - положение звезды на небе



По формуле косинусов для сферического треугольника:

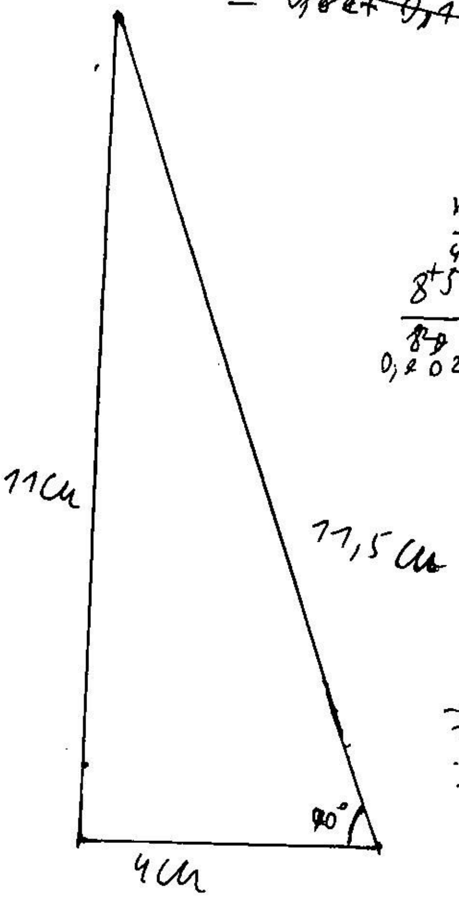
$$\cos(90-h) = \cos(90-\varphi) \cdot \cos(90-\delta) + \sin(90-\varphi) \cdot \sin(90-\delta) \cdot \cos t$$

$$\cos(90-h) = \sin h$$

$$\sin h = \sin\varphi \cdot \sin\delta + \cos\varphi \cdot \cos\delta \cdot \cos t$$

$$\sin h = \sin 70° \cdot \sin 70 + \cos 70° \cdot \cos 70° \cdot \cos t = \sin^2 70 + \cos^2 70 \cdot \cos t =$$

$$= \cancel{0{,}82 + 0{,}12 \cdot \cos t} = 0{,}9 + 0{,}12 \cdot \cos t$$



$0{,}95 \times 0{,}95 = 0{,}9025$

Нарисуем прямоугольный треугольник, чтобы посчитать $\sin 70$ и $\cos 70°$
При помощи линейки и транспортира длины сторон измерим

$$\cos 70° = \frac{4\,см}{11{,}5\,см} = 0{,}34$$

$$\sin 70 = \frac{11\,см}{11{,}5\,см} = 0{,}95$$

$110 : 115 = 0{,}95$

$40 : 115 = 0{,}34$

$0{,}34 \times 0{,}34 = 0{,}1156$

ЛИСТ - ~~7~~6

БЕЛ-10

10 КЛАСС

То есть зависимость видимой звездной величины такова:

$$\Delta m = \frac{0{,}2^m}{0{,}9 + 0{,}12 \cdot \cos t}$$

Ответ: $\Delta m = \dfrac{0{,}2^m}{0{,}9+0{,}12 \cdot \cos t}$

№4

Дано:

$m_н = 1{,}4 m_\odot$

$t = 1$ сек

$\Delta t = 10^{-4}$ сек

$\Delta\lambda = 0{,}5$ Å $= 0{,}05$ нм

$c = 300000 \frac{км}{с}$

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v}{c} = \frac{0{,}05 \text{ нм}}{660 \text{ нм}} = \frac{5}{6600} = \frac{1}{1320}$$

$300000 : 1300 = 23{,}7$

$6600 : 5 = 1320$

$$\frac{v}{c} = \frac{1}{1320}$$

$$v = \frac{c}{1320} = \frac{300000 \frac{км}{с}}{1320} = 27{,}3 \frac{км}{с}$$