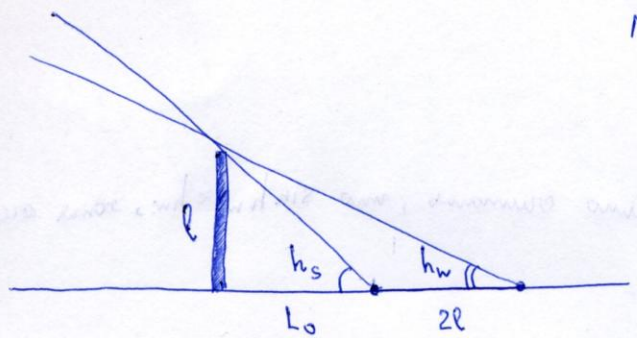


N1.



h_s, h_w - максимальная и минимальная высота солнца над горизонтом в нагорье
 l - длина тень

Максимальная высота солнца в нагорье получается в день летнего солнцестояния

$$h_s = 90^\circ + 23^\circ - \varphi = 113^\circ - \varphi$$

Минимальная - в день зимнего солнцестояния:

$$h_w = 90^\circ - 23^\circ - \varphi = 67^\circ - \varphi$$

$$h_s = h_w + 46^\circ \approx h_w + 45^\circ \quad (\text{при условии вычисления})$$

$$\begin{cases} \operatorname{tg} h_s = \frac{l}{L_0} \\ \operatorname{tg} h_w = \frac{l}{L_0 + 2l} \end{cases}$$

$$\frac{\operatorname{tg} h_s}{\operatorname{tg} h_w} = \frac{l}{L_0} \cdot \frac{L_0 + 2l}{l} = \frac{L_0 + 2l}{L_0} = 1 + 2 \operatorname{tg} h_s$$

$$\operatorname{tg} h_s = \operatorname{tg} (h_w + 45^\circ) = \frac{\sin(h_w + 45^\circ)}{\cos(h_w + 45^\circ)} = \frac{\sin h_w \cos 45^\circ + \sin 45^\circ \cos h_w}{\sin h_w \sin 45^\circ - \cos h_w \cos 45^\circ}$$

$$\begin{aligned} \cos 45^\circ &= \sin 45^\circ \\ \operatorname{tg} h_s &= \frac{\sin h_w + \cos h_w}{\sin h_w - \cos h_w} \end{aligned}$$

Пренебрежем тем, что получено, что при h_w получено мал и $\sin h_w \approx h_w, \cos h_w \approx 1$

$$\operatorname{tg} h_s \approx \frac{h_w + 1}{h_w - 1}$$

$$\frac{h_w + 1}{h_w - 1} \cdot \frac{1}{h_w} = 1 + 2 \frac{h_w + 1}{h_w - 1}$$

$$\left(\frac{1}{h_w} - 2\right) \frac{h_w + 1}{h_w - 1} = 1$$

$$\frac{1 - 2h_w}{h_w} \cdot \frac{h_w + 1}{h_w - 1} = 1$$

$$\frac{h_w + 1 - 2h_w^2 - 2h_w}{h_w^2 - h_w} = 1$$

Радиус ~~спутника~~ не может превышать (значительно превышает) величину r , определяемую соотношением:

$$\frac{GM}{(a-r)^2} = \frac{gm}{r^2}$$

$$a-r \approx a$$

$$\frac{M}{a^2} = \frac{m}{r^2}$$

$$r^2 = \frac{m}{M} a^2$$

$$r \approx a \sqrt{\frac{m}{M}} = 300\,000 \text{ км} \cdot \sqrt{\frac{0,0145 M_{\oplus}}{1,4 M_{\oplus}}} \approx 300\,000 \text{ км} \cdot \sqrt{10^{-2}} = 30\,000 \text{ км}$$

Значит масса спутника не может быть меньше, чем

$$\rho = \frac{m}{\frac{4}{3}\pi R^3} \approx \frac{m}{4r^3} = \frac{0,0145 M_{\oplus}}{4r^3} = \frac{0,0145 \cdot 2 \cdot 10^{27} \text{ кг}}{4 \cdot 27 \cdot 10^{27} \text{ м}^3} = \frac{145 \cdot 10^{-4} \cdot 2 \cdot 10^9}{108} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$= \frac{290}{108} \cdot 10^5 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \approx 2,8 \cdot 10^5 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Это намного больше средней плотности звезд или планет. Возникает спутник облетает вокруг карлика!

№ 3.

Траектории будут распространяться со скоростью света, поэтому:

$$\Delta r = \Delta v \cdot c = 3 \cdot 10^{-3} c \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 9 \cdot 10^5 \text{ м} = 900 \text{ км}$$

Траектории несутся параллельно друг другу на высоте $\varphi \approx 45^\circ$ и

крайнее расстояние между ними:



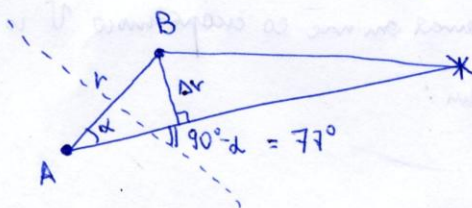
из $\triangle ABO$ по м. cos:

$$r^2 = R^2 \cos^2 \varphi + R^2 \cos^2 \varphi - 2R^2 \cos^2 \varphi \cos \Delta \lambda \stackrel{A}{=} 2R^2 \cos^2 \varphi (1 - \cos \Delta \lambda)$$

$$r = R \cos \varphi \sqrt{2 - 2 \cos \Delta \lambda}$$

$$\Delta \lambda \approx 120^\circ$$

$$r = 6400 \text{ км} \cdot \cos 45^\circ \cdot \sqrt{2 - 2 \cdot \frac{1}{2}} \approx 6400 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \approx 4500 \text{ км}$$



$$\sin \alpha = \frac{\Delta r}{r} = \frac{900 \text{ км}}{4500 \text{ км}} = \frac{1}{5}$$

Значит угол α равен примерно 13°

$$\alpha \approx \sin \alpha = \frac{1}{5} \approx 13^\circ$$

α - угол, под которым будет виден сегмент AB из той точки,

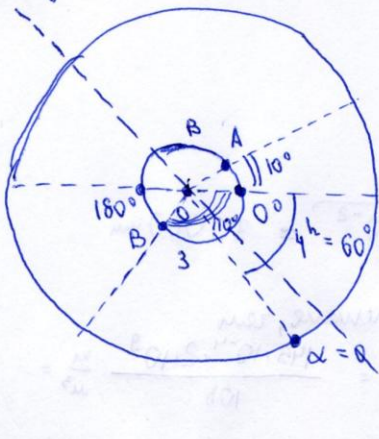
(3)

амплитуда пружини прабмагнетроннаго синара.

на гомоне $\lambda=0$: $T_0 = UT = 22^h = t_0 + 12^h \Rightarrow t_0 = 10^h$

31 декабрь гомоннаго дунго ко гно зуннаго сачунгемоннаго, номану $\alpha_0 \approx 18^h$.

на гомоне $\lambda=0$: $s = \alpha_0 + t_0 = 4^h$ - збегонне время



Зунна на $4^h = 60^\circ$ занагунне ($\lambda = -60^\circ$) $s=0$ и

у море с $\alpha=0$ $t=0$.

Направленне на море с $\alpha=0$ немум прудунгемоннаго немгу номану А и В (абмагнетроннаго немеконану), но амману - прунневно на 10° к занагу

Направленне на немоннаго прабмагнетроннаго синара

амману на 77° ан сачи O' , м.е. на 87° ан направленне на море с $\alpha=0$

Тунне бесачунгемоннаго немоннаго синара $\alpha \approx 87^\circ = \frac{29}{360} \cdot 24^h \approx 6^h$

Монум прудунгемоннаго, умо дечене рамма-веннека не уганеа фразу абмагнетроннаго уз-гу море, умо в море радиогемни (СДОРАН) немоннаго в немум ренсунгуну прабмагнетроннаго синара не зганеи,

В немум боосого:

$$\cos t = \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \delta$$

В море с $\lambda = 45^\circ 26'$ $s = 4^h + \lambda \approx 7^h$

И.к. $s = \alpha + t$, но $t = s - \alpha = 7^h - 6^h = 1^h = 15^\circ$

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\cos t}{\operatorname{tg} \varphi} \approx \frac{\cos 15^\circ}{\operatorname{tg} 45^\circ} \approx \frac{1}{1} = 1 \quad (\cos 15^\circ \approx 1, \text{ м.к. гур } 15^\circ \text{ гомоннаго на})$$

$$\delta \approx 45^\circ$$

Омбем: $\alpha = 6^h, \delta = 45^\circ$.

По прунну сачунгемоннаго дунго, умо збегонне ан нас со сачунгемоннаго v и брангемоннаго с немоннаго сачунгемоннаго u на эванго, пруннеи:

$$\frac{v}{c} = \frac{\lambda_1 - \lambda_0}{\lambda_0}$$

$$\frac{v+u}{c} = \frac{\lambda_2 - \lambda_0}{\lambda_0} = \frac{\lambda_2 - \lambda_1 + \lambda_1 - \lambda_0}{\lambda_0} = \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{\lambda_0} + \frac{\lambda_1 - \lambda_0}{\lambda_0} = \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{\lambda_0} + \frac{v}{c}$$

$$\frac{u}{c} = \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{\lambda_0}$$

$$u = \frac{5174,2 \text{ \AA} - 5174,1 \text{ \AA}}{5170,7 \text{ \AA}} \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{c}} = \frac{1}{51707} \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{c}} \approx 6000 \frac{\text{m}}{\text{c}}$$

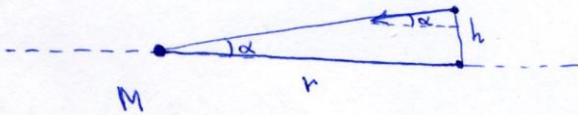
$$v = \frac{\lambda_1 - \lambda_0}{\lambda_0} = \frac{5174,1 - 5170,7}{5170,7} c = \frac{3,4}{5170,7} \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{c}} \approx 200000 \frac{\text{m}}{\text{c}}$$

~~Это очень большая скорость. Возможно, эта звезда не принадлежит к...~~

Т.к. в спектре наблюдается линия поглощения оксида титана, то у этой звезды не очень высокая температура ($T \approx 2500 \text{ K}$), т.к. это, возможно, звезда спектрального класса M.

№5.

Рассмотрим ракету, находящуюся на высоте h над поверхностью планеты, для неё действуют гравитационная центробежная



сила притяжения к звезде, которая возмущает ракету от прямого вращательного движения.

Она равна: $F_{\text{возм}} = \frac{GMm}{r^2} \cdot \frac{h}{r} = \frac{GMmh}{r^3}$

$$m = \frac{\mu}{N_A}$$

$$F_{\text{возм}} = \frac{GM\mu h}{N_A r^3}$$

Пусть ракету выведут в гравитационную энергию E , тогда она может подняться на высоту, определенную соотношением:

$$E = \int_0^h F_{\text{возм}}(h) dh = \int_0^h \frac{GM\mu h}{N_A r^3} dh = \frac{GM\mu}{N_A r^3} \int_0^h h dh = \frac{GM\mu h^2}{2N_A r^3}$$

$$h = \sqrt{\frac{2N_A r^3 E}{GM\mu}}$$

Если ракету с энергией E $N(E)$ штук, то количество