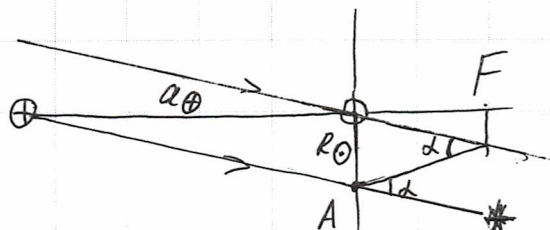


Задача 2.



$d_0 = 1''75$   $F$ -фокусное расстояние  
 $d_0$  - мал  $\Rightarrow$   
 $d_0 = \frac{R_0}{F_0}$

Расстояние от центра линзы до точки  $A = R_0$ , т.к. наблюдаем звезды около Солнца  $\Rightarrow$  в пределах  $R_0$

$F_0 = \frac{R_0}{d_0}$   $F \sim \frac{1}{M}$   
 фокусное расстояние для Солнца

$\frac{F_0}{F} = \frac{M}{M_0} = \frac{R_0}{d_0 F}$

$\Downarrow$   
 $F = \frac{R_0}{d_0} \cdot \frac{M_0}{M}$

(уюю отношения для грав. осей)  
 $d = \frac{R}{F} \Rightarrow d = \frac{R}{R_0} d_0 \frac{M}{M_0}$

где  $d_0 = \text{const} = 1''75$

$R_0, M_0$  - радиус и масса Солнца соответв.

Задача 5.

$N = 300615205$

$N_1 = 6000$  - кол-во звезд видимых невооруж. глазом, то есть до 6 м

~~Плотность~~ Концентрация звезд  $\approx \text{const} = 12$

↓

$$N_1 = \eta \cdot \frac{4}{3} \pi r^3, \text{ где } r - \text{реализованно дал. вид. звезды}$$

$$N = \eta \cdot \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{r^3}{r_1^3} \Rightarrow r^3 = r_1^3 \cdot \frac{N}{N_1}$$

Также мы знаем, что

$$m_{\text{виз}} = M_{\text{абс}} - 5 + 5 \lg R$$

$$m_{\text{виз}} = 6^m + 5 \lg \frac{D}{d}, \text{ } d - \text{радиус зрачка (в мм)}$$

визуальная

Рассмотрим "среднюю" звезду которую наблюдает муравей и любой другой человек

В среднем яркость звезда меньше чем у Солнца, т.е. много ярче чем звезда.

но если мы рассматриваем <sup>резельнд</sup> далёкую звезду которую мы видим, то она будет ярче Солнца  $\Rightarrow$  возмем  $M_{\text{абс}} = +5^m$

$$m_{\text{виз}} = M_{\text{абс}} - 5 + 5 \lg R \quad (R, \text{ в пк})$$

$$6^m = 5^m - 5^m + 5 \lg R$$

$$6^m = 5 \lg R$$

$$\lg R = 1,2 \Rightarrow R = 10^{1,2} \text{ пк}$$

✱

$$R = v'$$

⇓

$$r = v' \sqrt[3]{\frac{N}{N_1}} = 10^{1,2} \cdot \sqrt[3]{\frac{N}{N_1}}$$

⇓ Для углерода:

$$m_{\text{угл}} = 5^m - 5^m + 5 \lg R = 5 \lg R =$$

$$= 5 \lg r = \cancel{5 \lg (10^{1,2} \sqrt[3]{\frac{N}{N_1}})} = 5 \lg (10^{1,2} \sqrt[3]{\frac{N}{N_1}}) =$$

$$\approx 5 \cdot 1,2 + 5 \lg (\sqrt[3]{50000}) \approx$$

$$\approx 5 \cdot 1,2 + 5 \cdot 1,5 = \cancel{5(1,2+1,5)} = 5(2,7)$$

$$m_{\text{угл}} = 0,7 + 5 \lg \frac{D}{d} = 8,7^m$$

⇓

$$5 \lg \frac{D}{d} = 2,7^m$$

$$\lg \frac{D}{d} = \frac{2,7}{5}$$

$$D = 8 \text{ мм} \cdot 10^{\frac{2,7}{5}} \approx 8 \cdot 10 \approx 18$$

⇓

кромка штыря способность  $8,7^m$



Задача 4

В системе волине Юпитер гоме сохрается  
момеит импульса

I



$$M_0 = 2 \cdot 10^{30} \text{ м} \quad R_0 = 696000 \text{ км}$$

$$M_D = 2 \cdot 10^{27} \text{ м} \quad v$$

$$T_0 \approx \sqrt[3]{a_0^3} \approx 11,9 \text{ лет}$$

$$a_0 = 5,2 \text{ ае}$$

II



~~В системе Юпитера гоме сохрается момеит импульса~~

$$L = m v R \quad (\text{напряк } \perp v)$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{GM_0}{a_0}}$$

$$T_0 \approx 2\pi a_0 / v_0$$

$$L_0 = A \cdot M_0 v_0 R_0$$

A - коэффициент на из-за  
интерференции

$$L_D = M_D v_D a_D$$

$$A = \frac{2}{5}$$

$$L_D + L_0 = L_0'$$

$$M_D v_D a_D + A M_0 v_0 R_0 = A M_0 v_0' R_0$$

$$v_0' = \frac{A M_0 v_0 R_0 + M_D v_D a_D}{A M_0 R_0} =$$

$$= v_0 + \frac{M_D v_D a_D}{A M_0 R_0}$$

$$T_0' = \frac{2\pi R_0}{v_0'} = \frac{(2\pi) A M_0 R_0^2}{A M_0 v_0 R_0 + M_D v_D a_D}$$

~~Handwritten calculations and scribbles at the bottom of the page, including the formula for T\_0' and numerical values.~~



$$T' = \frac{2\pi \cdot 2 \cdot 10^{30} \cdot (7 \cdot 10^8)^2 \cdot \frac{2}{5}}{\frac{2}{5} \cdot 2 \cdot 10^{30} \cdot \frac{2\pi \cdot 7 \cdot 10^8}{24 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} + \frac{2 \cdot 10^{27} \cdot 2\pi \cdot (149,6 \cdot 10^9)^2}{11,9 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60}} =$$

$$= \frac{2\pi \cdot 2 \cdot 7^2 \cdot \frac{2}{5} \cdot 10^{30} \cdot 10^{16}}{\frac{2}{5} \cdot 2 \cdot \frac{2\pi \cdot 7}{24} \cdot 10^{30} \cdot 10^8 + \frac{2 \cdot 10^{27} \cdot 2\pi \cdot 15^2 \cdot 5/2^2 \cdot 10^{22}}{11,9 \cdot 3,6}}$$

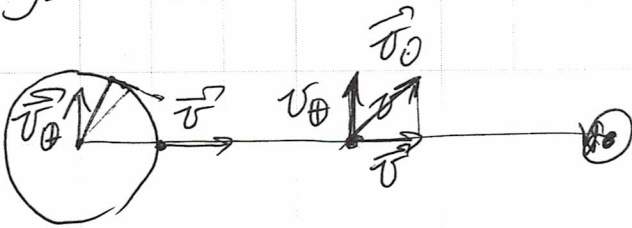
$$T' = \frac{2\pi R_0}{v_0 + \frac{M_0 \cdot v_{w0} a_w}{A \cdot M_0 \cdot R_0}} =$$

$$\approx \frac{2\pi R_0}{v_0 + \frac{5}{2} \cdot 10^3 \cdot 214 \cdot 5 \cdot v_w}$$

$$v_0 = \frac{2\pi R_0}{24g_w} = \frac{2\pi a_w}{5 \cdot 214 \cdot 24}$$

$$v_w = \frac{2\pi a_w}{11,9 \cdot 365} = \frac{2\pi a_w}{365 \cdot 11,9}$$

Задача 1.



$v$  на Солнце направлено  
 $v_{\oplus}$  - перпендикулярно  
 направлению  
 на Солнце

$v$  = скорость относительно земли

Ползгает Земля!

ЗСЗ:

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mv'^2}{2} - \frac{6Mm}{r_{\oplus}}$$

$v'$  - вне <sup>урав.</sup> зрения  
 Земли.

$$v' = \sqrt{v^2 - \frac{2GM_{\oplus}}{r_{\oplus}}}$$

скорость относительно земли  $v' \Rightarrow$

относительно  $\odot$  ( $v_0$ )

$$v_0 = \sqrt{v'^2 + v_{\oplus}^2} \quad v_{\oplus} - \text{скорость Земли}$$

вокруг  $\odot$

Мы хотим, чтоб шар прилетел на Солнце

$\Downarrow$   
 минимальное расстояние =  $R_0$

У шара есть скорость не нулевая  
 он будет збигать ее по касательной  
 к поверхности

В точном полета момент импульса = const

В нем момент:

$$L = v_{\oplus} \cdot a_{\oplus}, \text{ т.н. } v_{\oplus} - \text{ орбитальная скорость } v_{\oplus} \text{ (т.н. размер планеты)}$$

В конце пути: мал по сравнению с расстоянием то есть не важно на какой широте находится

$$L = v_{\pi} \cdot R_0 \Rightarrow v_{\pi} = \frac{v_{\oplus} a_{\oplus}}{R_0}$$

↓  
скорость в перигее

т.н. мы хотим чтобы близилишая точка к солнцу (перигей) была на поверхности солнца, иначе потребуются большая скорость, там же она перпендикулярна к т.н. перигей.

$$v_{\pi} = \sqrt{GM \left( \frac{2}{r_{\pi}} - \frac{1}{a} \right)} = \sqrt{GM \left( \frac{2a - r_{\pi}}{r_{\pi} a} \right)} =$$

$$\sqrt{\frac{GM(2a - a(1-e))}{a(1-e)a}} = \sqrt{\frac{GM(1+e)}{a(1-e)}}$$

$a$ , там же т.н. перигей

$$a(1-e) = R_0$$

$$v_{\pi} = \sqrt{\frac{GM}{R_0} (1+e)} = \frac{v_{\oplus} a_{\oplus}}{R_0}, \quad v_{\oplus} = \sqrt{\frac{GM}{a_{\oplus}}}$$

$$\frac{1+e}{R_0} = \frac{a_{\oplus}}{R_0^2} \Rightarrow (1+e)R_0 = a_{\oplus}$$

~~$$e = \frac{a_{\oplus}}{R_0} - 1$$~~



$e > 1 \Rightarrow$  шерболо

$$a_{\text{шар}} = \frac{R_{\oplus}}{(1-e)} = \frac{a_{\oplus}}{(1-e^2)}$$

$v_{\text{шара}}$  на расстоянии  $a_{\oplus}$ :

$$v_0 = \sqrt{GM \left( \frac{2}{a_{\oplus}} - \frac{1}{1-e^2} \right)}$$

$$= \sqrt{\frac{GM}{a_{\oplus}} (1+e^2)} = \sqrt{\frac{GM}{a_{\oplus}} + \frac{e^2 GM}{a_{\oplus}}}$$

$$v_0 = \sqrt{v'^2 + v_{\oplus}^2}$$

$$\Downarrow$$

$$v'^2 = e^2 \frac{GM}{a_{\oplus}} \Rightarrow v' = e v_{\oplus}$$

$$v' = \sqrt{v^2 - \frac{2GM}{V_{\oplus}}} = e v_{\oplus}$$

$$v^2 = e^2 v_{\oplus}^2 + \frac{2GM}{V_{\oplus}}$$

$$v = \sqrt{e^2 v_{\oplus}^2 + \frac{2GM}{V_{\oplus}}} = \sqrt{214^2 \cdot 30 \text{ м/с}^2 + \frac{2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24}}{6400000 \text{ м}}} =$$

$$v_{\oplus} \approx 30 \text{ м/с} \quad \approx 214 \cdot 30 \text{ м/с} \approx$$

$$M_{\oplus} = 6 \cdot 10^{24} \text{ м} \quad 6000 \text{ м/с}$$

$$V_{\oplus} = 6400000 \text{ м}$$

$$e = \frac{a_{\oplus}}{R_{\oplus}} - 1 = \frac{149,6 \cdot 10^9 \text{ м}}{70000000 \text{ м}} = \frac{1496}{7} \approx \frac{1500}{7} = 214$$



Задача 3.

$$\lambda_0 = 6563 \text{ \AA}$$

$$\lambda_1 = 7900 \text{ \AA}$$

$$\Delta\lambda = 16^\circ$$

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v}{c} \Rightarrow v = c \cdot \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{1,3}{6,5} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с} \approx 0,6 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

$$v = H \cdot r$$

$$v = \frac{v}{H} = \frac{c \Delta\lambda}{\lambda \cdot H} = \frac{3 \cdot 10^8 \cdot (7900 - 6563) \text{ \AA}}{70 \frac{\text{км/с}}{\text{Мпк}} \cdot 6563} =$$

$$= \frac{3 \cdot 10^5 \cdot 1337 \text{ \AA}}{70 \cdot 6563 \text{ \AA}} = \frac{1,3 \cdot 3}{6,5 \cdot 7} \cdot 10^4 =$$

$$= \frac{10}{6,5 \cdot 7} \cdot 10^4 \text{ Мпк} \approx$$

$$\approx \frac{10}{45,5} \cdot 10^4 \text{ Мпк}$$

$$\approx \frac{2 \cdot 10}{9,1} \cdot 10^4 \text{ Мпк} \approx$$

$$\approx 1000 \text{ Мпк}$$

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v + \Delta v}{c}$$

$$\frac{\Delta\lambda - \Delta\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v - \Delta v}{c}$$

$$M_{абс} \approx -21^m$$

$$M_{виз} = M_{абс} - 5 + 5 \lg \pi =$$

$$= -21^m - 5^m + 5 \lg(10000000000) =$$

$$= -26^m + 5 \cdot 9^m = 19^m$$