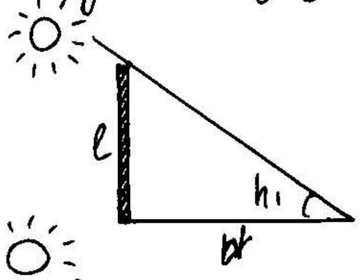
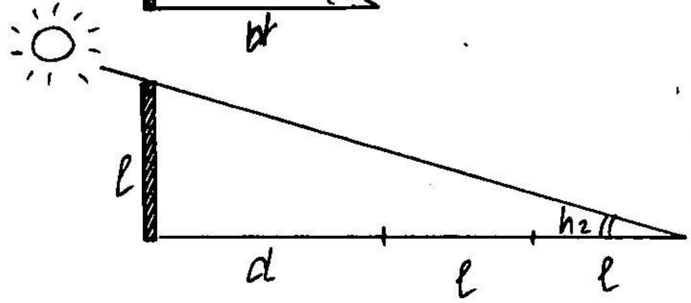
## Задача №1

Полдень соответствует верхней кульминации Солнца. Склонение Солнца в течение года меняется от $-23{,}^\circ5$ до $+23{,}^\circ5$. Соответственно из-за этого меняется высота верхней кульминации светила в течение года и меняется ~~высот~~ длина полуденной тени гномона. Пусть длина гномона – $l$, длина полуденной тени – $d$. Тогда у нас по условию задачи есть две ситуации:




– данная ситуация соответствует летнему солнцестоянию (на северном полушарии) и зимнему солнцестоянию на южном полушарии $tg\,h_1 = \frac{l}{d} \Rightarrow ctg\,h_1 = \frac{d}{l}$



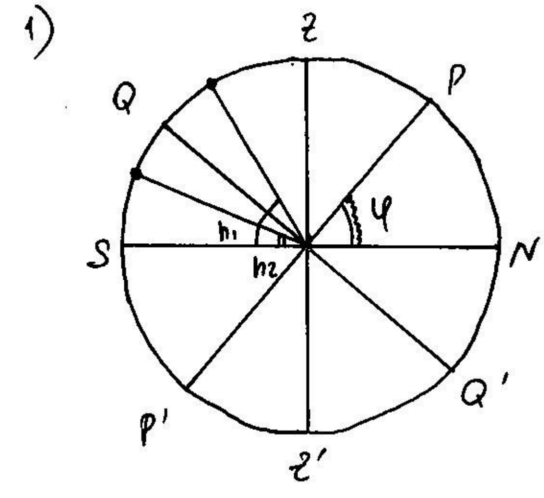

– данная ситуация соответствует зимнему солнцестоянию на северном полушарии и летнему солнцестоянию на южном полушарии $tg\,h_2 = \frac{l}{d+2l} \Rightarrow ctg\,h_2 = \frac{d}{l} + 2$

Теперь подумаем насчёт высоты. У нас может быть несколько ситуаций:

1) $h_1$ и $h_2$ находятся по одну сторону от зенита.
2) $h_1$ и $h_2$ находятся по разные стороны от зенита.

Рассмотрим каждую ситуацию:

1)




Т.к. в северном и южном полушарии ситуации идентичны, то в последствии полученную ~~высо~~ широту возьмем со знаком „–" для южного полушария.

Очевидно, что $h_1 > h_2$.

$h_1 = 90^\circ - \varphi + \delta$
$h_2 = 90^\circ - \varphi - \delta$, где $\delta = 23{,}^\circ5$

$$\begin{cases} ctg\,h_1 = \frac{d}{l}, \\ ctg\,h_2 = \frac{d}{l} + 2 \end{cases} \Rightarrow ctg\,h_2 = ctg\,h_1 + 2$$

$ctg\,h_2 - ctg\,h_1 = 2$ ; $ctg\,\alpha - ctg\,\beta = -\frac{\sin(\alpha-\beta)}{\sin\alpha \cdot \sin\beta} = \frac{\sin(\beta-\alpha)}{\sin\alpha\cdot\sin\beta}$ – из тригонометрии

Бел-11
Лист 10
11 класс

Задача № 3

Т.к. Всплеск был замечен на широтах [ 30°; 50°] => $\delta \approx 40°$

Ответ: $\alpha = 2{,}1^h$, $\delta = 40°$

БЕЛ-11
Лист 2
11 КЛАСС

Задача №1 (продолжение)

$$ctg h_2 - ctg h_1 = \frac{\sin(h_1-h_2)}{\sin h_1 \cdot \sin h_2} = 2$$

$$h_1 - h_2 = (90° - \varphi + \delta) - (90° - \varphi - \delta) = 90° - \varphi + \delta - 90° + \varphi + \delta = 2\delta$$

$$\frac{\sin(2\delta)}{\sin(90° - \varphi + \delta) \cdot \sin(90° - \varphi - \delta)} = \frac{\sin(2\delta)}{\cos(\varphi - \delta) \cdot \cos(\varphi + \delta)} = 2$$

$\cos\alpha \cdot \cos\beta = \frac{1}{2}(\cos(\alpha - \beta) + \cos(\alpha + \beta))$ – из тригонометрии

$$\cos(\varphi - \delta)\cos(\varphi + \delta) = \frac{1}{2}(\cos(2\delta) + \cos(2\varphi))$$

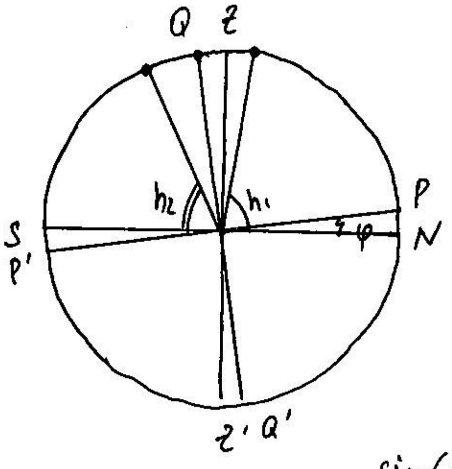
$$\frac{\sin(2\delta) \cdot 2}{\cos(2\delta) + \cos(2\varphi)} = 2 \Rightarrow \frac{\sin 2\delta}{\cos 2\delta + \cos 2\varphi} = 1 \Rightarrow \sin 2\delta = \cos 2\delta + \cos 2\varphi \Rightarrow$$

$$\delta = 23{,}5° \Rightarrow 2\delta = 47° \approx 45° \Rightarrow \cos(45°) = \sin(45°) = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\Rightarrow \cos 2\varphi = 0 \Rightarrow 2\varphi = 90° \Rightarrow \varphi = 45°$$

Следовательно: $\varphi = \pm 45°$.

2)




Т.к. в северном и южном полушарии ситуации идентична, то в последствии полученную широту возьмем со знаком „–" для южного полушария.

Очевидно, что $h_1 > h_2$.

$h_1 = 90° + \varphi - \delta$

$h_2 = 90° - \varphi - \delta$

$$ctg h_2 = ctg h_1 + 2 \Rightarrow ctg h_2 - ctg h_1 = 2$$

$$\frac{\sin(h_1 - h_2)}{\sin h_1 \cdot \sin h_2} = \frac{\sin(90° + \varphi - \delta - 90° + \varphi + \delta)}{\sin(90° + \varphi - \delta) \cdot \sin(90° - \varphi - \delta)} = \frac{\sin(2\varphi)}{\cos(\delta - \varphi)\cos(\varphi + \delta)} = 2$$

$$\frac{\sin(2\varphi) \cdot 2}{\cos(2\varphi) + \cos(2\delta)} = 2 \Rightarrow \frac{\sin(2\varphi)}{\cos(2\varphi) + \cos 2\delta} = 1 \Rightarrow \sin 2\varphi = \cos 2\varphi + \cos 2\delta$$

$$\cos 2\delta = \cos(2 \cdot 23{,}5°) = \cos 47° \approx \cos 45° = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\sin 2\varphi - \cos 2\varphi = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \sin 2\varphi - \sin(90° - 2\varphi) = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$\sin 2\varphi - \sin(90° - 2\varphi) = 2 \cdot \sin\left(\frac{2\varphi - 90° + 2\varphi}{2}\right)\cos\left(\frac{2\varphi + 90° - 2\varphi}{2}\right)$ – из тригонометрии

$$2 \cdot \sin(2\varphi - 45°) \cdot \cos(45°) = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow 2 \cdot \sin(2\varphi - 45°) \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \sin(2\varphi - 45°) = \frac{1}{2}$$

Задача №1 (продолжение)

$\sin(2\varphi - 45^\circ) = \frac{1}{2} \Rightarrow \sin(30^\circ) = \sin(2\varphi - 45^\circ)$

$30^\circ = 2\varphi - 45^\circ \Rightarrow 2\varphi = 30^\circ + 45^\circ = 75^\circ \Rightarrow \varphi = \frac{75^\circ}{2} = 37{,}5^\circ$

$\varphi = \pm 37{,}5^\circ$. Комментарий: Зачем так много тригонометрии ???

Ответ: $\varphi = \pm 45^\circ$, $\varphi = \pm 37{,}5^\circ$

Задача №2

Дано:
$M = 1{,}4 M_\odot$
$T = 0{,}03$ сут
$m = 14{,}5 M_{ю}$
$\rho - ?$

Решение:

Мы знаем, что $\frac{M_\odot}{M_{ю}} = 1000 \Rightarrow \frac{M}{m} = \frac{1{,}4 M_\odot}{14{,}5 M_{ю}} = \frac{1{,}4 \cdot 1000}{14{,}5} \approx 100 \Rightarrow$

$\Rightarrow$ при расчете большой полуоси спутника можем пренебречь массой спутника.

$\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$ или $\frac{T^2}{a^3} = \frac{1}{M}$, $T$ в [год], $a$ в [а.е.], $M$ в [$M_\odot$]

$a^3 = T^2 M = \left(\frac{0{,}03}{365}\right)^2 \cdot 1{,}4 = \frac{0{,}0009 \cdot 1{,}4}{360^2} = \frac{9 \cdot 10^{-4} \cdot 1{,}4}{6^4 \cdot 10^2} = \frac{9 \cdot 1{,}4}{6^4} \cdot 10^{-6} \approx$

$\approx \frac{10 \cdot 1{,}4}{6^4} \cdot 10^{-6} = \frac{1{,}4}{6^4} \cdot 10^{-5} \approx \frac{1{,}2}{6^3 \cdot 6} \cdot 10^{-5} = \frac{0{,}2}{6^{+3}} \cdot 10^{-5} = \frac{2}{6^3} \cdot 10^{-6} =$

$= \frac{2}{216} \cdot 10^{-6} \approx \frac{2}{200} \cdot 10^{-6} = \frac{1}{100} \cdot 10^{-6} = 10^{-8}$

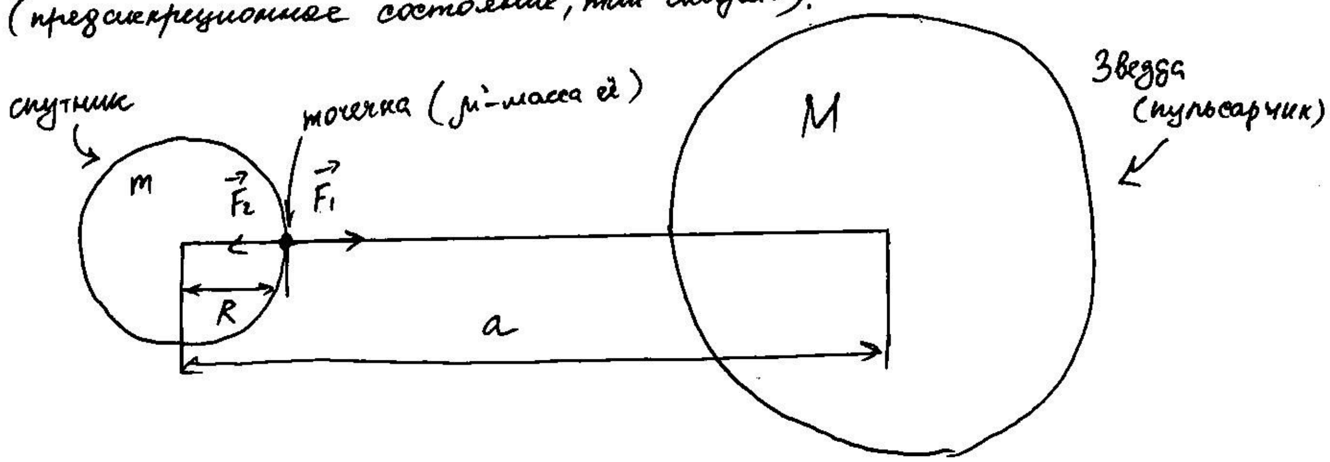
$\begin{array}{r} \overset{3}{36} \\ \times\ 6 \\ \hline 216 \end{array}$

$a = 10^{-\frac{8}{3}} = 10^{-2} \cdot 10^{-\frac{2}{3}} = 10^{-2} \sqrt[3]{\frac{1}{100}} \approx 10^{-2} \sqrt[3]{\frac{1}{125}} = 10^{-2} \sqrt[3]{\frac{1}{5^3}} = \frac{10^{-2}}{5} =$

$5^3 = 125$

$= 2 \cdot 10^{-3}$ а.е. $= 150 \cdot 10^6 \cdot 2 \cdot 10^{-3}$ км $= 300 \cdot 10^3$ км $= 3 \cdot 10^5$ км

Найдем радиус спутника. Возьмём крайний случай, когда на точку на экваторе спутника действуют силы притяжения спутника и звезды и они равны (предсекреционное состояние, так сказать).



Задача № 2 (продолжение)

$F_1 = F_2$

$$\frac{GMm}{(a-R)^2} = \frac{GMm}{R^2} \Rightarrow \frac{M}{(a-R)^2} = \frac{m}{R^2} \Rightarrow \frac{M}{m} = \frac{(a-R)^2}{R^2} = \left(\frac{a-R}{R}\right)^2 = \left(\frac{a}{R}-1\right)^2$$

$$\sqrt{\frac{M}{m}} = \frac{a}{R}-1 \Rightarrow \frac{a}{R} = 1+\sqrt{\frac{M}{m}} \Rightarrow R = \frac{a}{1+\sqrt{\frac{M}{m}}} \ominus$$

Мы ранее вычислили, что $\frac{M}{m} = 100 \Rightarrow \sqrt{\frac{M}{m}} = 10$

$$\ominus\ \frac{3\cdot10^5 км}{1+10} = \frac{3\cdot10^5 км}{11} \approx \frac{3\cdot10^5 км}{10} = 3\cdot10^4 км$$

Найдем плотность:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{\frac{4}{3}\pi R^3} \approx \frac{m}{4R^3} = \frac{M}{400R^3} = \frac{1{,}4 M_\odot}{400R^3},\ M_\odot = 2\cdot10^{30} кг$$

$$\rho = \frac{1{,}4\cdot2\cdot10^{30} кг}{400\cdot(3\cdot10^4 км)^3} = \frac{1{,}4\cdot2\cdot10^{30} кг}{400\,(3\cdot10^7 м)^3} = \frac{1{,}4\cdot2\cdot10^{30} кг}{400\cdot9\cdot10^{21} м^3} = \frac{1{,}4\cdot2}{400\cdot9}\cdot10^9 \frac{кг}{м^3} =$$

$$= \frac{1{,}4\cdot2}{4\cdot9}\cdot10^7 \frac{кг}{м^3} \approx \frac{1{,}5\cdot2}{4\cdot9}\cdot10^7 \frac{кг}{м^3} = \frac{3}{4\cdot9}\cdot10^7 \frac{кг}{м^3} = \frac{1}{4\cdot3}\cdot10^7 \frac{кг}{м^3} = \frac{1}{12}\cdot10^7 \frac{кг}{м^3} \approx$$

$$\approx \frac{10^7}{10} \frac{кг}{м^3} = 10^6 \frac{кг}{м^3}$$

Плотность довольно большая. Плотность больше плотности Солнца, но меньше плотности нейтронной звезды. Но при этом плотность большая. Поэтому можно сказать, что это белый карлик какой-нибудь. А белый карлик состоит из плазмы. Вот.

Ответ: $\rho = 10^6 \frac{кг}{м^3}$, вещество — плазма

Задача № 4

| Дано: | Решение: |
|---|---|
| $\lambda = 5170{,}7\ \text{Å}$<br>$\lambda_1 = 5174{,}1\ \text{Å}$<br>$\lambda_2 = 5174{,}2\ \text{Å}$<br>$\rho = 0{,}7\ г/см^3$<br>$L - ?$ | Так. Оксид титана дан не случайно. Оксид титана возникает у старых звёздочек (тяжелое вещество), а известно, что старые звезды — ~~старые звезды~~ красные звезды. Значит наша звезда спектрального класса M (ну или в крайнем случае K или R). Т.к. M — это звезды с характерным красным цветом. |

Бел-11
Лист 5
11 класс

## Задача №4 (продолжение)

Почему в центре диска есть наблюдаемая длина волны, большая лабораторного значения? Звезда двигается. Т.к. $\lambda_1 > \lambda_0$, то звезда отдаляется.

Эффект Доплера для удаляющейся звезды: $\frac{\lambda_1 - \lambda_0}{\lambda_0} = \frac{v_0}{c}$

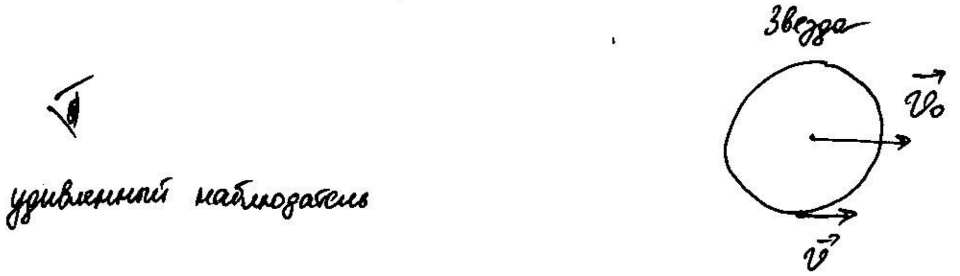
$$v_0 = \left(\frac{\lambda_1}{\lambda_0} - 1\right)c$$

Звезда двигается и вращается.

Эффект Доплера для вращения звезды: $\frac{\lambda_2 - \lambda_0}{\lambda_0} = \frac{v}{c}$

$$v = \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_0} - 1\right)c$$

$\lambda_2 > \lambda_0 \Rightarrow$ вращение звезды происходит от нас




Тогда скорость вращения: $\Delta\vec{v} = \vec{v_0} - \vec{v}$

$$\Delta v = v_0 - v = \left(\frac{\lambda_1}{\lambda_0} - 1\right)c - \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_0} - 1\right)c = \left(\frac{\lambda_1}{\lambda_0} - \frac{\lambda_2}{\lambda_0}\right)c = \frac{\lambda_1 - \lambda_2}{\lambda_0}c$$

$$\Delta v = \frac{5174{,}1\,\text{Å} - 5174{,}2\,\text{Å}}{5170{,}7\,\text{Å}} \cdot 300000\,\frac{км}{с} = -\frac{0{,}1\,\text{Å}}{5170{,}7\,\text{Å}} \cdot 300000\,\frac{км}{с} = \frac{30000}{5170{,}7}\,\frac{км}{с} \approx$$

$$\approx -\frac{30000}{5000}\,\frac{км}{с} = -6\,\frac{км}{с}$$. Знак „–" в дальнейшем ничего нам не сделает.

$$\Delta v = 6\,\frac{км}{с} = 6000\,\frac{м}{с}$$

С другой стороны: $\Delta v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$

$$M = V \cdot \rho = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho \approx 4R^3\rho \Rightarrow R^3 = \frac{M}{4\rho} \Rightarrow R = \sqrt[3]{\frac{M}{4\rho}}$$

$$\Delta v = \sqrt[2]{\frac{GM}{\sqrt[3]{\frac{M}{4\rho}}}} = \sqrt{GM \cdot \sqrt[3]{\frac{4\rho}{M}}} = \sqrt[6]{\frac{G^3M^3 \cdot 4\rho}{M}} = \sqrt[6]{\frac{G^3M^2 4\rho}{1}} = \sqrt[6]{G^3M^2 4\rho}$$

Бел - 11
Лист 6
11 класс

Задача №4 (продолжение)

$$\Delta v = \sqrt[6]{G^3 M^2 4\rho} \Rightarrow \Delta v^6 = G^3 M^2 4\rho \Rightarrow M^2 = \frac{\Delta v^6}{G^3 4\rho} \Rightarrow M = \frac{\Delta v^3}{2\sqrt{G^3\rho}}$$

$$M = \frac{\left(6\cdot 10^3 \frac{м}{с}\right)^3}{2\sqrt{6{,}67\cdot 10^{-11}\cdot 700}}\, кг \approx \frac{6^3\cdot 10^9}{2\sqrt{7\cdot 10^{-11}\cdot 700}} = \frac{6^3\cdot 10^9}{2\sqrt{7^2\cdot 10^{-9}}} = \frac{6^3\cdot 10^9}{2\cdot 7\cdot 10^{-4}\sqrt{10^{-1}}} \approx$$

$$\approx \frac{6^3\cdot 10^{13}\cdot 3}{2\cdot 7} = \frac{6^3\cdot 10^{13}\cdot 3}{14} \approx \frac{6^3\cdot 10^{13}\cdot 3}{12} = \frac{6^2\cdot 10^{13}\cdot 3}{2} = \frac{9\cdot 6\cdot 10^{13}\cdot 2}{2} =$$

$$\sqrt{\frac{1}{10}} \approx \sqrt{\frac{1}{9}} = \frac{1}{3}$$

$$= 9\cdot 6\cdot 10^{13} \approx 10\cdot 6\cdot 10^{13} = 6\cdot 10^{14}\, кг = \frac{6\cdot 10^{14}}{2\cdot 10^{30}} M_\odot = 3\cdot 10^{-16} M_\odot$$

$$M = \frac{\left(6\cdot 10^3 \frac{м}{с}\right)^3}{2\sqrt{\left(6{,}67\cdot 10^{-11}\frac{Н}{кг}\right)^3\cdot 700\frac{кг}{м^3}}} \approx \frac{6^3\cdot 10^9}{2\sqrt{7^3\cdot 10^{-33}\cdot 700}}\, кг = \frac{6^3\cdot 10^9}{2\cdot 7^2\sqrt{10^{-31}}}\, кг \approx$$

$$\approx \frac{6^3\cdot 10^9}{2\cdot 50\cdot 10^{-15}\sqrt{\frac{1}{10}}}\, кг \approx \frac{6^3\cdot 10^9\cdot 3}{2\cdot 50\cdot 10^{-15}}\, кг = \frac{6^3\cdot 10^9\cdot 3}{100\cdot 10^{-15}}\, кг = \frac{6^3\cdot 10^9\cdot 3}{10^{-13}}\, кг =$$

$$= 6^3\cdot 3\cdot 10^{22}\, кг = 36\cdot 6\cdot 3\cdot 10^{22}\, кг \approx 40\cdot 20\cdot 10^{22}\, кг = 8\cdot 10^{24}\, кг =$$

$= \dfrac{8\cdot 10^{24}}{2\cdot 10^{30}} M_\odot = 4\cdot 10^{-6} M_\odot$. Что-то не так. Хотя у нас красный карлик... Попробуем выразить радиус.

$$\Delta v = \sqrt{\frac{GM}{R}}\ ;\quad M = \rho\cdot\frac{4}{3}\pi R^3 \Rightarrow v^2 = \frac{G\cdot\rho 4\pi R^3}{3R} = \frac{G\rho 4 R^3}{R}$$

$$v^2 = G\rho 4 R^2 \Rightarrow R = \frac{v}{2\sqrt{G\rho}} = \frac{(6\cdot 10^3)}{2\sqrt{6{,}67\cdot 10^{-11}\cdot 700}}\, м =$$

$$= \frac{6\cdot 10^3}{2\sqrt{7\cdot 10^{-11}\cdot 7\cdot 10^2}}\, м = \frac{6\cdot 10^3}{2\cdot 7\cdot\sqrt{10^{-9}}}\, м = \frac{6\cdot 10^3\cdot 3}{2\cdot 7\cdot 10^{-4}}\, м = \frac{6\cdot 3\cdot 10^7}{2\cdot 7}\, м =$$

$$= \frac{6\cdot 3\cdot 10^7}{14}\, м \approx \frac{6\cdot 3\cdot 10^7}{12}\, м = \frac{3\cdot 10^7}{2}\, м = 1{,}5\cdot 10^7\, м = 15000\, км$$

По закону Стефана - Больцмана: $L = 4\pi R^2 \sigma T^4$

Т.к. спектральный класс M, то $T \approx 3000\, K$.

Бел-11
Лист 7
11 класс

Задача №5

Дано:
$r, M, T, \mu$
$\rho(h) - ?$

Решение:
Т.к. звезда вращается, то вместе с ней вращается и протопланетный диск. За счет вращения основная часть вещества сконцентрирована в плоскости симметрии диска. Следовательно, можно сделать вывод, что

$\rho \sim h^{-1}$!

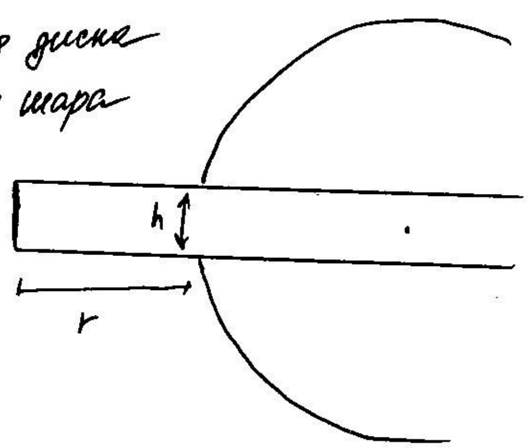
Т.к. у нас гидростатическое равновесие, то:

$F_p = F_m$ ← сила гравитации

сила давления

$F_m = \frac{GMm}{r^2}$ ; $F_p = p \cdot S = \begin{cases} p \cdot 2\pi r h & \text{– для диска} \\ p \cdot 4\pi r^2 & \text{– для шара} \end{cases}$

$p \cdot 2\pi r h = \frac{GMm}{r^2}$



Вид сбоку

$p = \frac{1}{3}\rho \bar{v}^2$ – основное уравнение МКТ

$\frac{1}{3}\rho \bar{v}^2 \cdot 2\pi r h = \frac{GMm}{r^2}$

$v^2 = \frac{3KT}{m} = \frac{3RT}{\mu}$

Иная идея: $dF_p = p \cdot dS = p \cdot 2\pi r\, dh$

Проинтегрируем: $F_p = \int_0^{2r} p 2\pi r\, dh = p\, 2\pi r^2 \cdot 2 = p\, 4\pi r^2$

$\frac{GMm}{r^2} = p \cdot 4\pi r^2 \Rightarrow \frac{GMm}{r^2} = \frac{1}{3}\rho \bar{v}^2 \cdot 4\pi r^2$

$m = \nu \mu = \frac{V}{V_m}\mu = \frac{4\pi r^2 h}{V_m}\mu$

$\frac{GM \cdot \cancel{4\pi r^2} h \mu}{V_m \cancel{r^2}} = \frac{1}{\cancel{3}}\rho \cdot \frac{\cancel{3}RT}{\mu} \cdot \cancel{4\pi} r^2 \Rightarrow \frac{GMh\mu}{V_m} = \rho\frac{RT}{\mu}$

$\rho = \frac{GM\mu^2 h}{V_m RT}$. Что-то не так.

БЕЛ-11
Лист 8
11 класс

Задача №5 (продолжение)

Ответ: $\rho = \frac{GM\mu^2 h}{V_m RT}$

Задача №4 (продолжение)

$15 \times 15 = 75 + 15 = 225$ $\quad$ $225 \times 4 = 900$

Тогда $L = 4\pi R^2 \sigma T^4$, $T = 3000K$

$L = 4\cdot 3\cdot (15\cdot 10^6 м)^2 \cdot 5{,}67\cdot 10^{-8} \frac{Вт}{м^2\cdot K^4}\cdot (3\cdot 10^3 K)^4 \approx$

$6\times 3 = 18 \approx 20$
$81 \approx 80$

$\approx 4\cdot 3\cdot 225\cdot 10^{12}\cdot 6\cdot 10^{-8}\cdot 81\cdot 10^{12}\ Вт = 900\cdot 3\cdot 10^{12}\cdot 6\cdot 81\cdot 10^{4}\ Вт \approx$

$\approx 900\cdot 20\cdot 80\cdot 10^{16} Вт = 9\cdot 2\cdot 8\cdot 10^{20} Вт \approx 16\cdot 10^{21} Вт = 1{,}6\cdot 10^{22}\ Вт$

Ответ: $L = 1{,}6\cdot 10^{22}\ Вт$

Задача №5

Дано:
$\varphi_1 = 30°33'$
$\lambda_1 = -90°47'$
$\varphi_2 = 46°27'$
$\lambda_2 = -119°25'$
$\varphi_3 = 43°38'$
$\lambda_3 = 10°30'$
Date: 31 дек.
$T = 22^h 00^m$ UT
$\Delta t = 3\cdot 10^{-3}$ с
$\varphi = 43°40'$
$\lambda = 41°26'$

$\alpha$ - ?
$\delta$ - ?

Решение:

Найдем местное время в местах, где расположены гравитационные телескопы.

$T_1 = T + \frac{\lambda_1}{360°}\cdot 24^h = 22^h - \frac{90°47'}{360°}\cdot 24^h \approx 22^h - \frac{90°}{360°}\cdot 24^h = 22^h - 6^h = 16^h$

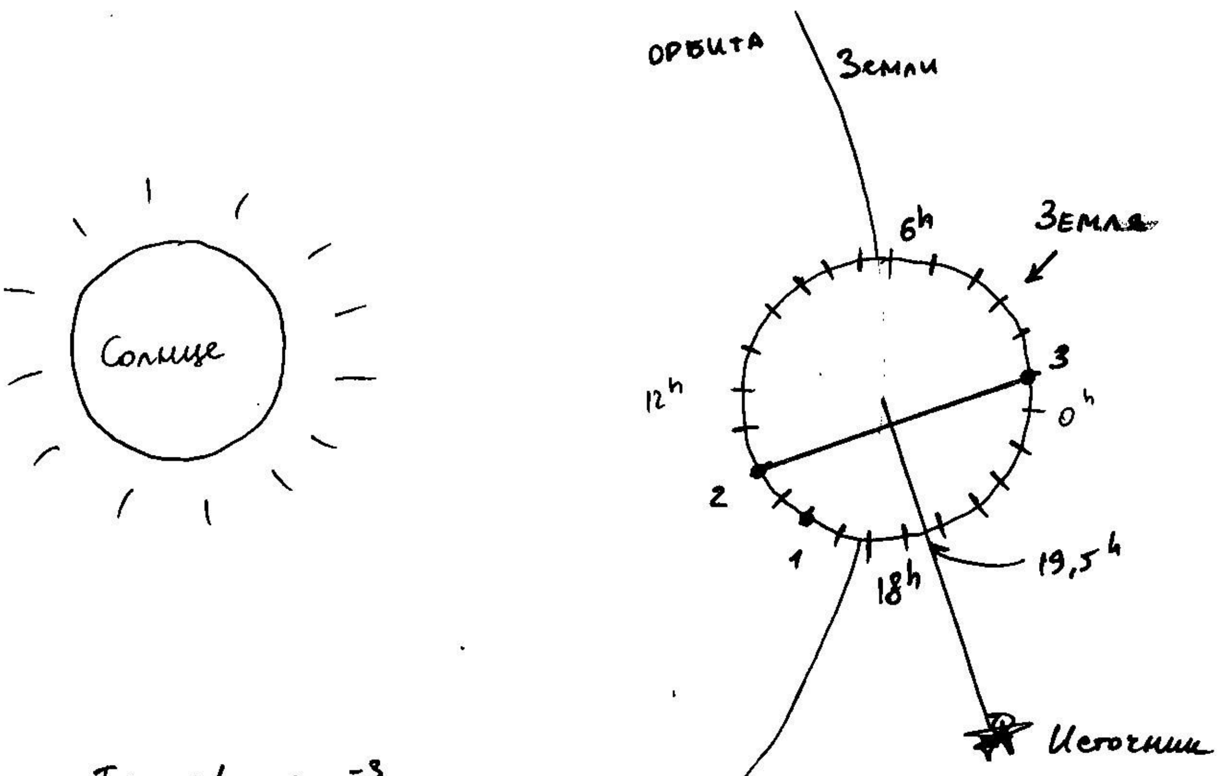
$T_2 = T + \frac{\lambda_2}{360°}\cdot 24^h \approx 22^h - \frac{120°}{360°}\cdot 24^h = 22^h - \frac{24^h}{3} = 22^h - 8^h = 14^h$

$T_3 = T + \frac{\lambda_3}{360°}\cdot 24^h \approx 22^h + \frac{45°\cdot 24^h}{360°} = 22^h + \frac{24^h}{8} = 22^h + 3^h = 1^h$

Тогда можем нарисовать схему расположения данных объектов. См лист 9

Бел-11
Лист 9
11 класс

Задача №3 (продолжение)




Т.к. $\Delta t = 3 \cdot 10^{-3}$ с, а скорость гравитационного сигнала равна скорости света, то:

$$\Delta l = \Delta t \cdot c = 3 \cdot 10^{-3} c \cdot 300000 \frac{км}{с} = 900 \text{ км}.$$

$\frac{\Delta l}{R_\oplus} = \frac{900}{6400} = \frac{9}{64} \approx \frac{8}{64} = \frac{1}{8} = 0{,}125 \Rightarrow$ т.к. $\Delta l << R_\oplus \Rightarrow$ точки 2 и 3 должны быть примерно на одной линии. Тогда если мы их соединим и опустим перпендикуляр из центра, то источнику вали соответствует: $19{,}5^h$. Тогда разность с Солнцем: $\Delta T = 19{,}5^h - 12^h = 7{,}5^h$

Найдем прямое восхождение Солнца на 31 декабря:

$\Delta \alpha = \frac{\Delta t \cdot 24^h}{365{,}24^d}$, где $\Delta t = 9^d$ от зимнего солнцестояния.

$$\Delta \alpha = \frac{9 \cdot 24^h}{360^d} = \frac{9}{15}^h = \frac{3}{5}^h = 0{,}6^h \Rightarrow \alpha_\odot = 18^h + 0{,}6^h = 18{,}6^h.$$

$$\begin{array}{r} + \begin{array}{r} 18{,}6 \\ 7{,}5 \end{array} \\ \hline 26{,}1 \end{array}$$

Тогда прямое восхождение источника:

$$\alpha = \alpha_\odot + \Delta T = 18{,}6^h + 7{,}5^h = 26{,}1^h = 2{,}1^h$$