Бел-15
Лист 1
10 Класс

Задание №1

Дано:
$T = 409^d$
$m_{min} = 16^m$
$m_{max} = 6^m$
$R = 5 \cdot 10^2 R_\odot$

v - ?

Решение:
Особенность пульсирующей звезды заключается в том, что чем сильнее она сжимается и чем меньше её радиус, тем больше её светимость.
Т.к. рассматривается одна и таже звезда можно записать отношение: $-2{,}5 \lg \frac{R_{min}^2}{R_{max}^2} = 10$

$$\left(\frac{R_{min}}{R_{max}}\right)^2 = 10^{-0{,}4\Delta m}$$

$$\frac{R_{min}}{R_{max}} = 10^{-0{,}2\Delta m} = 10^{-0{,}2\cdot 10} = 0{,}01$$

1) $\frac{500 R_\odot}{R_{max}} = 0{,}01 \longrightarrow R_{max} = 50000 R_\odot$ - это слишком большое значение для размера звезды

2) $\frac{R_{min}}{500 R_\odot} = 0{,}01 \longrightarrow R_{min} = 5 R_\odot$ - вполне возможно

Промежуток между минимумом и максимумом: $T' = \frac{T}{2} = \frac{409^d}{2} = 204{,}5^d$

$\Delta R = 500 R_\odot - 5 R_\odot = 405 R_\odot$

$$v = \frac{\Delta R}{T'} = \frac{495 R_\odot}{204{,}5^d} = \frac{495 \cdot 7 \cdot 10^5 км}{204{,}5 \cdot 24 \cdot 3600 с} = \frac{495 \cdot 7 \cdot 10^3 км}{204{,}5 \cdot 24 \cdot 36 с} \approx$$

$$\approx 2{,}5 \cdot \frac{7 \cdot 10^3 км}{864 с} = 2{,}5 \cdot 8{,}1 \frac{км}{с} \approx 20 \frac{км}{с}$$

Ответ: $20 \frac{км}{с}$

$$\begin{array}{r} \times\, 24 \\ 36 \\ \hline 144 \\ +72 \\ \hline 864 \end{array} \qquad \begin{array}{r|l} 7000 & 864 \\ -6912 & \overline{8{,}1} \\ \hline 880 & \\ -864 & \end{array} \qquad \begin{array}{r} \times\, 25 \\ 81 \\ \hline 25 \\ 200 \\ \hline 2025 \end{array}$$

Бел-15
Лист 2
10 класс

Задание №2

Дано:

$N = 2{,}5 \pm 0{,}5 \cdot 10^{29}$

$R = 764$ км

$\rho = 1{,}24$ г/см³

---

p - ?

Решение:

Давление атмосферы - это сила тяжести атмосферы с которой она давит на площадь поверхности всей планеты.

$$p = \frac{F_T}{S_{пл}} = \frac{m_{атм} \cdot g_{пл}}{S_{пл}} = \frac{m_{атм} \cdot g_{пл}}{4\pi R_{пл}^2} = \frac{m_{атм} \cdot G M_{атм}}{4\pi R_{пл}^4},$$

$$M = \rho \cdot V; \quad p = \frac{m_{атм} \cdot G \cdot \rho V}{4\pi R^4} = \frac{m_{атм} \cdot G \cdot \rho \cdot 4\pi R^3}{3 \cdot 4\pi R^4}$$

$$\frac{m}{M} = \frac{N}{N_A}; \quad m = \frac{M \cdot N}{N_A}$$

$$p = \frac{M \cdot N}{N_A} \cdot \frac{G \cdot \rho \cdot \cancel{4}\cancel{\pi} R^{\cancel{3}}}{3 \cdot \cancel{4} \cdot \cancel{\pi} \cdot R^{\cancel{4}}} = \frac{M \cdot N}{N_A} \cdot \frac{G \cdot \rho}{3R};$$

Т.к атмосфера Кислородная, то $M_{O_2} = 32$ г/моль

$$p = \frac{32 \cdot 10^{-3} \cdot 2{,}5 \cdot 10^{29} \cdot 7 \cdot 10^{-11} \cdot 1{,}24 \cdot 10^{3}}{3 \cdot 6 \cdot 10^{23} \cdot 764 \cdot 10^{3}} = \frac{32 \cdot 2{,}5 \cdot 7 \cdot 1{,}24 \cdot 10^{18}}{3 \cdot 6 \cdot 764 \cdot 10^{26}} =$$

$$= \frac{32 \cdot 17{,}5 \cdot 1{,}24}{18 \cdot 764} \cdot 10^{-8} = \frac{560 \cdot 1{,}24}{13752} \cdot 10^{-8} \approx$$

$$\approx \frac{560 \cdot 1{,}25}{13750} \cdot 10^{-8} \approx \frac{700}{13750} \cdot 10^{-8} \approx 0{,}05 \cdot 10^{-8} \approx 5 \cdot 10^{-10} \text{ Па}$$

Ответ: $5 \cdot 10^{-10}$ Па

$$\begin{array}{r} 764 \\ \times\ 18 \\ \hline 6112 \\ 764 \\ \hline 13752 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 175 \\ \times\ 32 \\ \hline 340 \\ 525 \\ \hline 560{,}0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 560 \\ \times\ 125 \\ \hline 2800 \\ 1120 \\ 560 \\ \hline 70000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r|l} 7000 & 1375 \\ -6875 & 0{,}05 \end{array}$$

Задание №4

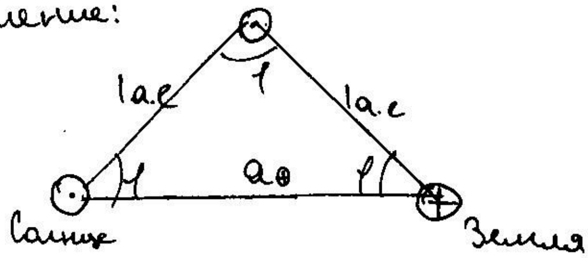
Дано:

$\Phi_{abs} = 1$

$l = 1$ а.е.

Δm - ?

Решение:



Солнце-Земля-Астероид образуют равносторонний треугольник. Каждый из углов φ равен $60°$.

Для наблюдателя с Земли фаза равна:

$$\Phi = \frac{1+\cos\varphi}{2} = \frac{1+\cos 60°}{2} = \frac{1,5}{2} = 0,75$$

$$E = \frac{L_{\odot}\cdot \pi R^2 \cdot \Phi}{4\pi a^2 \cdot 4\pi a^2} = \frac{L_{\odot}\cdot \pi R^2\cdot\Phi}{16\pi^2 a^4}$$

$$\frac{E_{abs}}{E_{\oplus}} = \frac{L_{\odot}\cdot\pi R^2\cdot\Phi_{abs}}{16\pi^2 a^4}\;\frac{16\pi^2 a^4}{L_{\odot}\cdot\pi R^2\cdot\Phi_{\oplus}} = \frac{\Phi_{abs}}{\Phi_{\oplus}} = \frac{1}{0,75} = \frac{4}{3} = 10^{0,4\Delta m}$$

$$\frac{4}{3} = 10^{0,4\Delta m}$$

$$\Delta m = 2,5\lg\frac{4}{3}$$

$\lg\frac{4}{3} \approx \lg 1$, но $\lg\frac{4}{3} > 0$; Пусть $\lg\frac{4}{3} \approx 0,1 \pm \Delta$

$\Delta m = 2,5\cdot 0,1 \approx 2,5 \approx 0,3^{\pm 0,1}$, где $m_{abs} < m_{\oplus}$

Ответ: на $0,3 \pm 0,1$

Бел-15
Лист 4
10 класс

Задание №3

Изменение положения точки ~~Перицентра~~ Перигелия происходит со скоростью: $\omega = \frac{360^\circ}{112000\,yr} \approx \frac{360^\circ}{120000\,yr} \approx 0,003^\circ/yr$

За 20 лет линия апсид сместится на малое расстояние, поэтому основной причиной изменения интервала дат будут високосные года (2012, 2016, 2020). Получается, что в среднем проходит 13 дней от даты Зимнего Солнцестояния до прохождения Землей Перигелия.

Период прецессии Земной оси - 26000 лет, именно от неё зависит дата Солнцестояния.

От Зимнего Солнцестояния до Нового года проходит 10 дней, это на 3 дня меньше, чем дата прохождения Перигелия.

Нужно, чтобы Зимнее Солнцестояние выпадало на 24 декабря:

Это могло происходить примерно 26000 лет назад т.к. величина в 3 дня не сильно велика.

За 26000 лет Перицентр проходит $0,003 \cdot 26000 = 26 \cdot 3 = 78^\circ$

~~Приняв угл. скорость Земли за 1°/д, получим 78 дней~~.

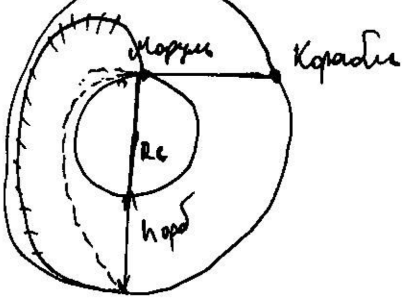
Ответ: 26000 лет назад: в 23980 году до н.э.

Задание №5

Дано:
$h = 70$ км

T - ?

Решение:



Энергетически выгодная орбита - это орбита Гомана - Цандера. Корабль нужно запускать в сторону вращения Луны, хотя ускорение такое вращение придаст небольшое.

$a = \frac{1}{2} R_c \cdot 2 + h_{орб} = \frac{1}{2} 2 \cdot 1740\text{ км} + 70\text{ км} = \frac{3480\text{ км} + 70\text{ км}}{2} = \frac{3550\text{ км}}{2}$

Эксцентриситет такой орбиты равен:

$$e = \frac{Q-q}{Q+q} = \cancel{2R_c + h - (2+} \frac{R_c + h - R_c}{R_c + h + R_c} \approx 0; \quad a = 1775\text{ км}$$

Получается, что кораблю нужно взлетать практически горизонтально. Кораблю так или иначе придется иметь 1ую космическую скорость в Перицентре орбиты, чтобы быть спутником Луны.

$$v = \sqrt{\frac{GM_c}{R_c}} = \sqrt{\frac{7 \cdot 10^{-11} \cdot 7 \cdot 10^{22}}{174 \cdot 10^4}} = \sqrt{\frac{49 \cdot 10^7}{174}} \approx \sqrt{\frac{2}{7} \cdot 10^7} \approx 1{,}7 \frac{км}{с}$$ - I косм. для Луны

Скорости обоих кораблей примерно равны

$$T_{модуля} = \frac{2\pi a}{v} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 1775}{1{,}7} = \frac{6 \cdot 1775}{1{,}7} = \frac{10650}{1{,}7} = $$

$$\begin{array}{r|l} 10650 & 17 \\ \hline -102 & 626{,}4\text{ с} \\ 45 & \\ -34 & \\ 110 & \\ -102 & \\ 80 & \\ -68 & \end{array}$$

Бел-15
Лист 6
10 класс

$$T_{кор} = \frac{2\pi(R+h)}{v} = \frac{2\cdot 3(1740+70)}{1{,}7} = \frac{6\cdot 1810}{1{,}7} = \frac{10860}{1{,}7}\,с \approx T_{мод}$$

~~Получается, что модулю нужно почти сразу стартовать, как только на горизонте появится основной корабль.~~

Периоды почти одинаковы, модулю нужно подождать, пока корабль пройдёт $\approx \frac{1}{6}$ часть своей орбиты или своего периода

$$T = \frac{1}{6}\cdot 6264 \approx 1000\,с = \frac{1000}{3600}\,ч = \frac{1}{36} = \underline{0{,}27\text{ часа}}$$

Ответ: через 0,27 часа; горизонтально по направлению вращения луны; 1,7 $\frac{км}{с}$