Региональный этап всероссийской олимпиады школьников по астрономии в 2016-2017 учебном году

Шифр							
А	С	-	1	1	-	2	5

1	2	3	4	5	6
0	-	8	5	0	-

Количество баллов
13

Задача № 3

Дано:

$\rho = 3{,}5$ г/см^3,

Fe_2O_3,

$M_{Fe} = 56$ г/моль,

$M_O = 16$ г/моль,

Δx - ?

Решение.

1) $2Fe_2O_3 \rightarrow 4Fe + 3O_2$ - уравнение химич реакции.

Из 2х моль Fe_2O_3 получаем 3 моля O_2

$M_{O_2} = 2 \cdot M_O = 32$ г/моль

$M_{Fe_2O_3} = 2 \cdot M_{Fe} + 3 \cdot M_O = 112 + 48 = 160$ г/моль

$\nu_{Fe_2O_3} \cdot M_{Fe_2O_3} = 2 \cdot 160 (г) = 320$ г - масса лимонита

$\nu_{O_2} \cdot M_{O_2} = 3 \cdot 32$ г $= 96$ г - масса кислорода.

Из 320 г лимонита получаем 96 г кислорода.

2) $P = \frac{F}{S} = \frac{m \cdot a}{S} = \frac{m_{O_2} \cdot GM}{R^2 \cdot 4\pi R^2}$, $a = \frac{GM}{R^2}$ $S = 4\pi R^2$

$P_{атм\ земли} = 10^5$ Па.

$G = 6{,}672 \cdot 10^{-11}$ м$^3 \cdot$ кг$^{-1} \cdot$ с$^{-2}$ - гравитационная пост.

$R = 3397{,}2$ км - радиус Марса.

$M = 6{,}419 \cdot 10^{23}$ кг масса Марса.

$m_{O_2} = \frac{P \cdot 4\pi R^4}{GM} = \frac{10^5 \cdot 4\pi \cdot (3397{,}2)^4 \cdot (10^3)^4}{6{,}672 \cdot 10^{-11} \cdot 6{,}419 \cdot 10^{23}}$ кг $=$

$= 3906165{,}93 \cdot 10^{12}$ кг

$\frac{m_{O_2}}{m_{Fe_2O_3}} = \frac{96}{320} = \frac{3}{10}$

$m_{Fe_2O_3} = \frac{m_{O_2} \cdot 10}{3} = \frac{39061659{,}3 \cdot 10^{12}}{3}$ кг $= 13020553{,}1 \cdot 10^{12}$

3) $V = \frac{m}{\rho} = \frac{m_{Fe_2O_3}}{\rho} = \frac{13020553{,}1}{3500}$ м$^3 = 3720 \cdot 10^{12}$ м^3

$V = V_1 - V_2 = \frac{4\pi R^3}{3} - \frac{4\pi (R - \Delta x)^3}{3} = \cancel{\frac{4\pi}{3} (R^3 - (R-\Delta x)^3) =}$

$\cancel{= \frac{4\pi}{3} (\Delta x (R^2 + R^2 + R\Delta x + R^2 - 2R\Delta x + \Delta x^2)}$

$$\frac{4\pi(R-\Delta x)^3}{3}=\frac{4\pi R^3}{3}-V$$

$$(R-\Delta x)^3=R^3-\frac{3V}{4\pi}$$

$$R-\Delta x=\sqrt[3]{R^3-\frac{3V}{4\pi}}$$

$$\Delta x=R-\sqrt[3]{R^3-\frac{3V}{4\pi}}=\cancel{3397,2-3397,1999974\ м}=$$

$$=$$

$$\Delta x=3397,2\cdot10^{3}-\sqrt[3]{10^9\left(3397,2^3-\frac{3\cdot10^3\cdot V}{4\pi}\right)}=3397,2\cdot10^3-3397,174\cdot10^3=$$

$$=25,66\ м$$

Ответ: Чтобы давление кислорода на Марсе равнялось атмосферному давлению на Земле нужно переработать грунт толщиной 25,66 м

Задача №4

Дано:

$m_1=1,4^m$

$D_1=24$ пк

$M_1=3,5M_2$

$T_1=16$ ч

$T_1-?$

Решение.

$I\sim\frac{T^4R^2}{D^2}$ - блеск прямо пропорционален температуре в 4ой степени, квадрату радиуса и расстоянию в -2ой степени

$$\frac{I_1}{I_2}=\frac{T_1^4\cdot R_1^2\cdot D_2^2}{D_1^2\cdot T_2^4\cdot R_2^4}=10^{0,4(m_2-m_1)}$$

$$T_1^4=10^{0,4(m_2-m_1)}\cdot\frac{D_1^2\cdot T_2^4\cdot R_2^2}{R_1^2\cdot D_2^2}$$

$m_2=-26,78^m$ - звездная величина Солнца

$T_2=5800\ K$

$R_2=695\ 000$ км - радиус Солнца

$D_2=1$ а.е. $=\frac{1}{206265}$ пк - расстояние от Солнца до Земли

Найдем R_1

$\tau_1=\frac{2\pi R_1}{v_1}$, v_1 - скорость вращения точки на поверхности звезды Регул

$$v_1=\frac{2\pi R_1}{\tau_1}$$

a – центростремительное ускорение точки на поверхности звезды Регул

$a = \frac{v_1^2}{R_1}$ $\quad a = \frac{GM_1}{R_1^2}$

$\frac{v_1^2}{R_1} = \frac{GM_1}{R_1^2}$

$v_1^2 = \frac{GM_1}{R_1} = \left(\frac{2\pi R_1}{T_1}\right)^2 = \frac{4\pi R_1^2}{T_1^2}$

$R_1^3 = \frac{T_1^2 GM_1}{4\pi}$

$R_1 = \sqrt[3]{\frac{T_1^2 GM_1}{4\pi}} = \sqrt[3]{\frac{T_1^2 G M_2 \cdot 3,5}{4\pi}}$

$M_2 = 1,989\cdot10^{30}$ кг – масса Солнца.

$R_1 = \sqrt[3]{\frac{(16\cdot3600\ с)^2\cdot 6,67\cdot10^{-11}\cdot 3,5\cdot1,989\cdot10^{30}}{4\pi}} = \sqrt[3]{122,65464\cdot10^{27}} =$

$= 4,968531\cdot10^{9}$ м $= 4,968531\cdot10^{6}$ км.

$T_1^4 = \frac{D_1^2\cdot T_2^4\cdot R_2^2\cdot 10^{0,4(m_2-m_1)}}{R_1^2\cdot D_2^2} = \frac{24^2\cdot 5800^4\cdot 695000^2\cdot 10^{0,4(-26,78-1,4)}}{(4,968531\cdot10^{9})^2\cdot\left(\frac{1}{206265}\right)^2} = \cancel{\frac{5,426\cdot10^{20}}{479498,4\ K}}$

~~$T_1 = 152\,622,99$ K~~ $\quad = 5,426\cdot10^{26}\cdot10^{-11,272} =$

~~Ответ: $T_1 = 152\,622,99$ K~~ $\quad = 5,426\cdot10^{14,728}$ K^4

$T_1 = 3150,5$ K

Ответ: Температура поверхности Регула равна 3150,5 K

Задание №1

Дано:

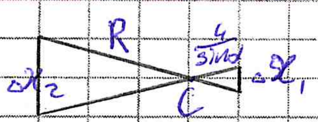
$h = 4$ м

$\omega = 1°/сек.$

широта, l_{min} – ?

Решение:

$v_3 = 29,8$ км/с $= 29800$ м/с – скорость Земли отн-но Солнца и наоборот.

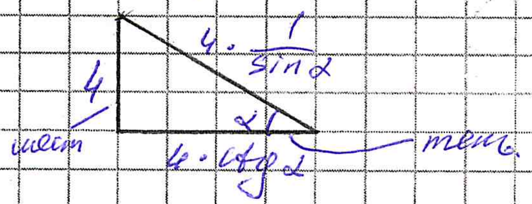


C – мест.

$\frac{\Delta x_1}{\Delta t}$ – скорость крайней точки тени

$\frac{\Delta x_2}{\Delta t}$ = — скорость вращения Солнца отн-но Земли.

R - расстояние от Земли до Солнца.



$$\frac{R}{\frac{4}{\sin\alpha}} = \frac{\Delta x_2}{\Delta x_1}$$

$$\Delta x_1 = \frac{4\Delta x_2}{R\sin\alpha}$$

$$v_т = \frac{\Delta x_1}{\Delta t} = \frac{4\Delta x_2}{\Delta t\, R\sin\alpha} = \frac{4v_3}{R\sin\alpha}$$ — скорость конца тени.

$$v_т = \omega\cdot 4\, ctg\,\alpha$$

$$\frac{4v_3}{R\sin\alpha} = \omega\cdot 4\cdot\frac{\cos\alpha}{\sin\alpha}$$

$$\cos\alpha = \frac{4v_3}{\omega\cdot 4\cdot R}$$

$$\alpha = \arccos\frac{4v_3}{4\omega R}$$

$$\alpha = \arccos\frac{4\cdot 29800\ м/с}{4\cdot\frac{1}{57\cdot60}\frac{рад}{с}\cdot 150\cdot10^8\ м} = 89,96^\circ$$

~~Тогд~~ Такой угол наклона Солнца возможен на широтах от $(23,43 + 0,039)^\circ$ ю.ш. до $(23,43+0,039)^\circ$ с.ш., т.е. от $23,469^\circ$ ю.ш. до $23,469^\circ$ с.ш.

Максимальная длина тени равна.

$$4\cdot ctg\,\alpha = \frac{4}{tg\,\alpha} = \frac{4}{1432,4}\ м = 0,00279\ м$$

Ответ: ~~Про~~ Скорость тени от шеста могла равняться 1°/мин на широтах от $23,469^\circ$ ю.ш. до $23,469^\circ$ сев. ш., максимальная

Длина тени при этом равнялась 0,00279 м.

Задача № 5

Дано:

$t = 20$ лет

$M_1 = -18^m$

$m_B = -4^m$

$R = 15$ кпк

$\frac{\Delta m}{\Delta d} = 2^m/\text{кпк}$

$t_{\text{на земле}}$ - ?

Решение

$M_1 = m_1 + 5^m - \lg D$, D - расстояние до звезды в пк.

$m_1 = M_1 - 5^m + \lg D = -23^m + \lg D$

$m_1 < -4^m$

$-4^m > -23^m + \lg D$

$\lg D < 19^m$

~~$D < 10^{19}$~~ $D = \frac{m_1 \cdot 10^3}{2^m} = \frac{m_1 \cdot 10^3}{2^m\,\text{пк}} = m_1 \cdot \frac{\Delta d}{\Delta m}$

$\lg \frac{m_1 \cdot 10^3}{2^m} < 19^m$

$\lg \frac{m_1}{2^m} < 16^m$

$\lg m_1 - \lg 2^m < 16^m$

$\lg m_1 < 15{,}7^m$

$m_1 < 10^{15{,}7}$

$D < 15 \cdot 2$ кпк $=$

$D < 30$ кпк

$m_1 = \frac{D \cdot 2^m}{10^3} =$

$m_1 - D \cdot \frac{\Delta m}{\Delta d} < m_B$

$m_1 + \frac{D \cdot 2^m}{10^3} < -4^m$

$-23^m + \lg D + \frac{D \cdot 2^m}{10^3} < -4^m$

$\lg D \cdot 500 + D < 19^m \cdot 500$

~~При $D \in (0; 3000)$ кпк выполняется~~

~~...~~ Найдя допустимые D, найдем допустимую площадь возникновения сверхновых ярче Венеры (учтем, что солнечная система у края галактики) и разделим эту площадь на площадь галактики. Умножим 20 лет на отношение площади галактики к допустимой и найдем промежуток t ближайший к найденному и кратный 20