1	2	3	4	5	6	Σ
8	8	8	8	8		40

Задание № 1

Дано:

$L = 1{,}2 \cdot 10^{41}$ Вт

$E_\odot = 1{,}4 \cdot 10^{3}$ Вт/м^2

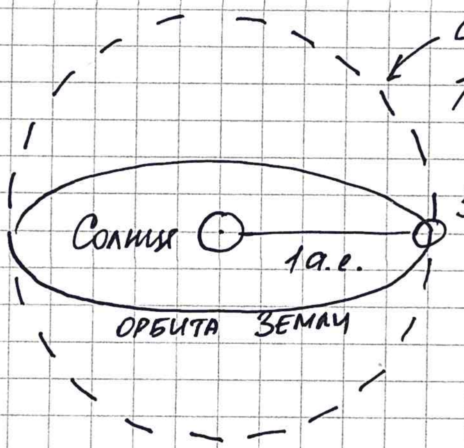
D - ?

Решение:

По определению Солнечной постоянной:

$E_\odot = \frac{L_\odot}{4\pi a^2}$, где $L_\odot$ - светимость Солнца

a - расстояние от Земли до Солнца



Чтобы Земля получала от 6С 0014О3+811827 столько же энергии, что и от Солнца, то суммарные мощности излучения этих объектов, проходящие через единичную площадку, должны быть равны.

Следовательно:

$E = E_\odot$, $E = \frac{L}{4\pi D^2}$

$E_\odot = \frac{L}{4\pi D^2} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{L}{4\pi E_\odot}}$

$D = \sqrt{\frac{1{,}2 \cdot 10^{41} \text{ Вт}}{4 \cdot \pi \cdot 1{,}4 \cdot 10^3}} = 2{,}6 \cdot 10^{18}$ м $= 17{,}4 \cdot 10^6$ а.е. $= 84{,}4$ пк

Ответ: $D = 2{,}6 \cdot 10^{18}$ м $= 17{,}4 \cdot 10^6$ а.е. $= 84{,}4$ пк 8б

 ШИФР 11-04

Задание №3

8б

Дано:

$D = 22$ м

$a = 1,3$ а.е.

$T_{экв} = 16$ с

$\frac{v_{экв}}{v_{орб}} - ?$

Решение:

Найдем длину экватора: $L = \pi D$

Тогда скорость движения точек на экваторе астероида равна: $v_{экв} = \frac{L}{T_{экв}} = \frac{\pi D}{T_{экв}}$

По III закону Кеплера:

$\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$, т.к. всё происходит в Солнечной системе, то $M = M_\odot = 2 \cdot 10^{30}$ кг $\Rightarrow$ член данного равенства $\left(\frac{4\pi^2}{GM}\right) \approx 1$, если $[T] = 1$ год, $[a] = 1$ а.е.

Тогда можем применить III закон Кеплера в ином виде: $T^2 = a^3 \Rightarrow T = a^{3/2}$

$T = (1,3 \text{ а.е.})^{3/2} = 1,48$ лет

Тогда найдем скорость движения на орбите:

$v_{орб} = \frac{2\pi a}{T}$

Найдем искомое отношение скоростей:

$$\frac{v_{экв}}{v_{орб}} = \frac{\pi D}{T_{экв}} \cdot \frac{T}{2\pi a} = \frac{DT}{T_{экв} \cdot 2a} = \frac{22\text{ м} \cdot \overbrace{1,48 \cdot 365,24 \cdot 24 \cdot 3600\text{ с}}^{\text{перевод из [год] в [с]}}}{16\text{ с} \cdot 1,3 \cdot \underbrace{150 \cdot 10^9\text{ м}}_{\text{перевод из [а.е.] в [м]}} \cdot 2} =$$

$= 1,65 \cdot 10^{-4} \approx 1,65 \cdot 10^{-4}$ $\Rightarrow$ скорость движения точки на экваторе астероида меньше в 6073,1 раз, чем орбитальная его скорость.

Ответ: $\frac{v_{экв}}{v_{орб}} = 1,65 \cdot 10^{-4}$

Задание №4

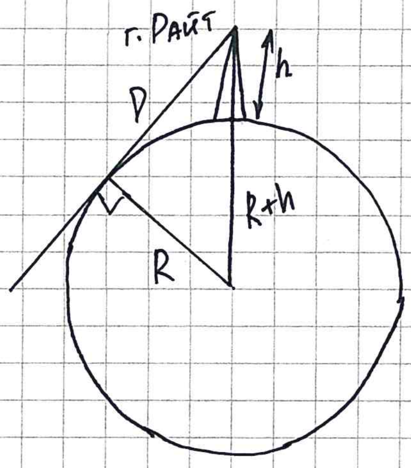
Дано:

$R = 1{,}2 \cdot 10^3$ км

$h = 4$ км

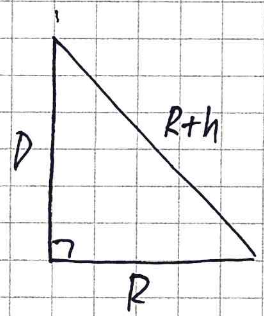
$D - ?$

Решение:



Плутон

По данному чертежу мы видим, что образовывается треугольник прямоугольный со сторонами D, R и R+h :



По теореме Пифагора для данного треугольника:

$(R+h)^2 = D^2 + R^2$

$D^2 = (R+h)^2 - R^2$

Т.к. по условию задачи $h \ll R$, то применим тождество для малых величин:

$D^2 = (R+h)^2 - R^2 = R^2\left(1+\frac{h}{R}\right)^2 - R^2 = R^2\left(1+\frac{2h}{R}-1\right) = R^2 \cdot \frac{2h}{R} = 2hR$

$D = \sqrt{2hR}$

$D = \sqrt{2 \cdot 4\text{км} \cdot 1{,}2 \cdot 10^3\text{км}} = 98\text{км}$

Вообще, человеческий глаз разрешает объекты, чьи угловые размеры превышают 1'. Поэтому важно, какие именно объекты там находятся. В частности, самый минимальный и далекий объект, который будет виден с вершины горы, имеет размер $r = D\,tg(1') = 98\text{км} \cdot tg(1') = 28{,}5$м. Всё относительно.

Ответ: $D = 98$ км.

Задание 3 (II способ решения)

Скорость движения точек на экваторе астероида равна: $v_{экв} = \frac{\pi D}{T_{экв}}$

Средняя ~~экваториальная~~ орбитальная скорость астероида на круговой орбите равна: $v_{орб} = \sqrt{\frac{GM_\odot}{a}}$, где G – гравитационная постоянная, M – масса Солнца

$G = 6{,}67 \cdot 10^{-11} \frac{м^3}{с^2 \cdot кг}$

$M = 2 \cdot 10^{30}$ кг

Тогда отношение скоростей: $\frac{v_{экв}}{v_{орб}} = \frac{\pi D}{T_{экв}} \cdot \sqrt{\frac{a}{GM_\odot}} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{v_{экв}}{v_{орб}} = \frac{\pi \cdot 22м}{16с} \sqrt{\frac{1{,}3 \cdot 150 \cdot 10^9 м}{6{,}67 \cdot 10^{-11} \frac{м^3}{с^2 \cdot кг} \cdot 2 \cdot 10^{30} кг}} = 1{,}65 \cdot 10^{-4}$$

Ответ: $\frac{v_{экв}}{v_{орб}} = 1{,}65 \cdot 10^{-4}$

Задание №5

Дано:

$\rho_{ю} = \rho_\odot$

$\frac{M_\odot}{M_{ю}} = 10^3$

$\Delta m - ?$

Решение:

Найдем отношение радиусов через равенство плотностей:

$\rho_{ю} = \rho_\odot$, $\rho_{ю} = \frac{M_{ю}}{V_{ю}}$, $\rho_\odot = \frac{M_\odot}{V_\odot}$

$$\frac{M_{ю}}{V_{ю}} = \frac{M_\odot}{V_\odot} \Rightarrow \frac{M_{ю}}{\frac{4}{3}\pi R_{ю}^3} = \frac{M_\odot}{\frac{4}{3}\pi R_\odot^3} \Rightarrow \frac{M_{ю}}{M_\odot} = \frac{R_{ю}^3}{R_\odot^3}$$

$$\left(\frac{R_\odot}{R_{ю}}\right)^3 = \frac{M_\odot}{M_{ю}} \Rightarrow \frac{R_\odot}{R_{ю}} = \sqrt[3]{\frac{M_\odot}{M_{ю}}} = \sqrt[3]{10^3} = 10$$

По формуле Погсона:

$$\frac{E}{E_\odot} = \frac{E_\odot - E_{ю}}{E_\odot} = 10^{0{,}4\,\Delta m}$$

$$1 - \frac{E_{ю}}{E_\odot} = 10^{0{,}4\Delta m}$$

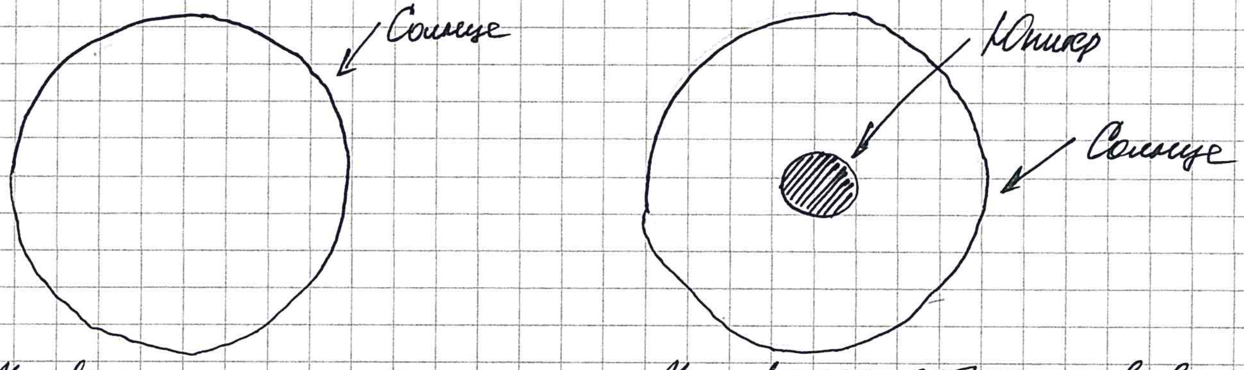
$$E \sim S \Rightarrow E \sim R^2 \Rightarrow E_{ю} \sim R_{ю}^2, \quad E_\odot \sim R_\odot^2 \Rightarrow \frac{(R_{ю})^2}{(R_\odot)^2} = \frac{E_{ю}}{E_\odot}$$

$$1 - \frac{E_{ю}}{E_\odot} = 1 - \left(\frac{R_{ю}}{R_\odot}\right)^2 = 10^{0{,}4\Delta m} \Rightarrow \Delta m = 2{,}512 \lg\left(1 - \left(\frac{R_{ю}}{R_\odot}\right)^2\right)$$

$\Delta m = 2{,}512 \lg\left(1 - \frac{1}{100}\right) = -0{,}01^m$ (или если точнее, то $-0{,}011^m$)

Задание №5 (продолжение)

Разберемся, что же всё-таки происходит:



Что видели астрономы до прохождения Юпитера по диску Солнца

Что видели астрономы во время прохождения Юпитера по диску Солнца

Когда Юпитер проходит по диску Солнца, то яркость Солнца падает => падает создаваемая светилом освещенность и энергия. Поэтому видимая звездная величина падала на $0,01^m$.

Ответ: $\Delta m = -0,01^m$ (если расчитывать по $\frac{E}{E_\odot}$)

$\Delta m = 0,01^m$ (если расчитывать по $\frac{E_\odot}{E}$)

8б

Задание №2

Во время столкновения быстро движущихся частиц солнечного ветра с атомами в земной атмосфере, то атомы в земной атмосфере возбуждаются и „выделяют" свет, который мы называем полярными сияниями. Атомы кислорода и азота „ответственны" за возникновение полярных сияний на Земле. Во-первых, именно эти два элемента содержатся в наибольшем количестве в атмосфере Земли, в то время как железа и урана или очень мало, или вообще нет в атмосфере.

Задание № 2 (продолжение)

Во-вторых, именно линии этих двух элементов сильнее всего возбуждаются в нашей атмосфере. Это происходит из-за большого кол-ва этих элементов (кислорода и азота) в атмосфере и из-за того, что эти элементы наиболее легкие и их легче ионизовать („оторвать" последний электрон с орбитали). 8б