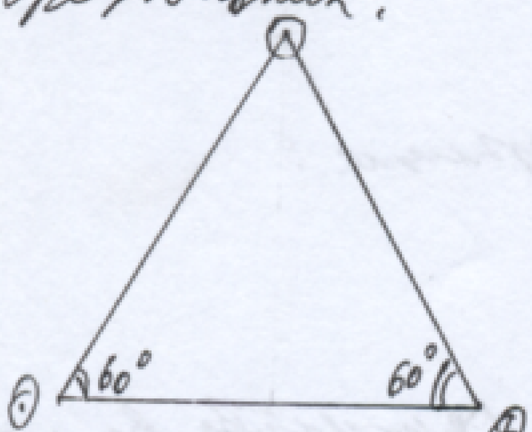
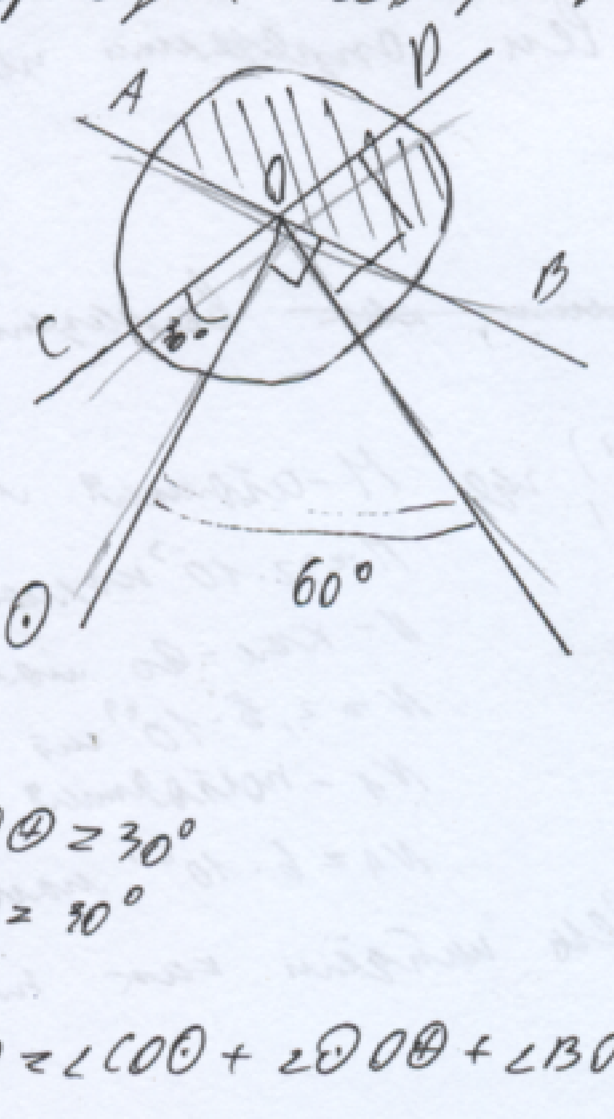
с него будет пропорционально только его фазе, т.е.: $\boxed{\text{Страница 2}}$

$E_В = \Phi E_А$, где $E_В$ — видимое кол-во энергии.
$E_А$ — абсолютное кол-во энергии (т.е. если бы астероид находился на расстоянии 1 а.е. от Солнца и от наблюдателя и имел бы полную фазу).

Т.к. расстояние между астероидом и Солнцем, а так же между астероидом и Землёй равно 1 а.е., т.е. расстоянию между Землёй и Солнцем, то все три тела образуют равносторонний треугольник:



Нарисуем астероид крупнее:



Заштрихованная часть — неосвещённая Солнцем

AB — линия — граница между освещённой частью астероида и теневой.

~~CD — часть астероида~~

CD — картинная плоскость для наблюдателя с Земли

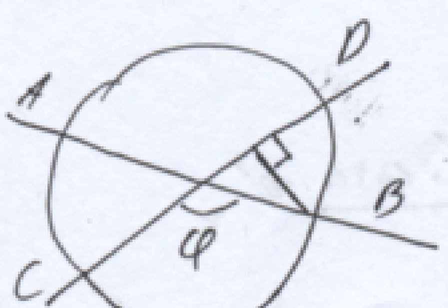
$AB \perp O☉$

$CD \perp O⊕$

$\angle CO☉ = 90° - \angle ☉O⊕ = 30°$

$\angle BO⊕ = 90° - \angle ☉O⊕ = 30°$

φ — фазовый угол $\varphi = \angle CO☉ + \angle ☉O⊕ + \angle BO⊕ = 120°$.



Фаза астероида Φ определится следующим образом:

$$\Phi = \frac{R + R\cos\varphi}{2R}$$, где R — радиус астероида

$$\Phi = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}\cos\varphi = \frac{1}{2}\left(1 + \frac{1}{2}\right) = \frac{3}{4}$$

Запишем формулу Погсона:

$$\frac{E_А}{E_В} = 10^{0,4(\Delta m)} \Leftrightarrow \frac{E_А}{\Phi E_А} = 10^{0,4\Delta m} \Leftrightarrow \lg\frac{4}{3} = 0,4\Delta m \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta m = \frac{\lg 2 + \lg 2 - \lg 3}{0,4} = \frac{0,3+0,3-0,48}{0,4} = 0,3$$

$\boxed{\text{Ответ: } \Delta m = 0,3}$

№ 1

Увидеть звезду глазом можно только в максимуме её блеска => $m_{max}=6^m$; по условию минимум блеска $m_{min}=16^m$.

Из формулы Погсона:

$$\frac{E_{max}}{E_{min}} = 10^{0,4(m_{min}-m_{max})}$$

Т.к. температура звезды не меняется, то значит меняется только её радиус => формулу Погсона можно записать так:

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

$$\frac{R_{max}}{R_{min}} = 10^2$$

Т.к. мы не знаем в каком моменте радиус звезды был равен $5\cdot10^2 R_\odot$, то проверим оба варианта:

(I) Пусть $R_{min} = 5\cdot10^2 R_\odot$, тогда $R_{max} = 5\cdot10^4 R_\odot$

Скорость оболочки определится как

$$V = \frac{2(R_{max}-R_{min})}{T} = \frac{2\cdot 49500 R_\odot}{409\cdot3600\cdot24} \approx \cancel{0,1 R_\odot c^{-1}}\ \frac{1}{357} R_\odot c^{-1}$$

$R_\odot \approx 7\cdot10^8$ м

$\cancel{V = 0,1 R_\odot = 7\cdot10^7 \text{ м/с}}$ $V = \frac{7\cdot10^8}{357} = \frac{10^8}{51} \approx \cancel{10^6 \text{ м/с}}\ 2\cdot10^6$ м/с

(II) Пусть $R_{max} = 5\cdot10^2 R_\odot$, тогда $R_{min} = 5 R_\odot$

$$V = \frac{2(R_{max}-R_{min})}{T} \approx 2\cdot10^4 \text{ м/с}$$

Но звёзды с размером порядка $5\cdot10^4 R_\odot$ не существует, значит ~~нет~~ пункт (I) можно не учитывать. $\boxed{\text{Ответ: } V \approx 2\cdot10^4 \text{ м/с}}$

№5

Рассчитаем период обращения главного корабля по III закону Кеплера, уточнённому Ньютоном, приняв радиус Луны $R_Л = 1730$ км

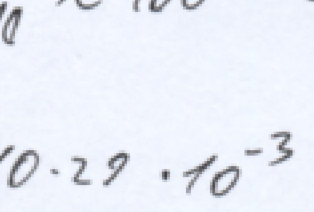
$$\frac{T^2}{T_Л^2}\frac{M_Л}{M_⊕} = \frac{a^3}{a_Л^3}$$

$$T = \sqrt{\frac{M_⊕}{M_Л}\cdot\frac{a^3}{a_Л^3}}\;T_Л$$

$$\frac{M_⊕}{M_Л}\approx 100 \Rightarrow T = 10\,T_Л\sqrt{\frac{a^3}{a_Л^3}} = 10\cdot 29\cdot\sqrt{\frac{(1730+70)^3}{383^3\cdot 10^{12}}} = 10\cdot 29\sqrt{\frac{18^3}{383^3}\cdot\frac{10^6}{10^{12}}} =$$

$$= 10\cdot 29\cdot 10^{-3}\sqrt{\frac{18^3}{383^3}} \approx \frac{29\cdot 10^{-2}}{2\sqrt{2}} \approx \frac{0,145}{1,4} \approx 0,1\text{ сут} = 2,4\text{ ч}$$

Нам не известна широта, с какой стартует модуль. Из-за этого мы не можем учесть ~~вращение~~ вклад в скорость модуля вращения Луны. Поэтому пренебрежём его. Тогда спутник должен подниматься вертикально, и с такой начальной скоростью, чтобы при достижении высоты 70 км его скорость оказалась равна 0.



$$\alpha = \arccos\left(\frac{R_Л}{R_Л+70}\right) = \arccos\left(\frac{1730}{1800}\right)$$

$$\cos\alpha = \frac{1730}{1800} \Rightarrow \sin\alpha = \sqrt{1-\frac{1730^2}{1800^2}} \approx 0,28$$

$$\sin\alpha \approx \alpha \approx 0,28\text{ рад}$$

Рассчитаем время, через которое главный корабль окажется в зените:

$$\tau = \frac{\alpha}{2\pi}T = \frac{0,28}{6,28}\cdot 2,4 \approx 0,1\text{ ч} = 6\text{ мин} = 360\text{ с}$$

Найдём время, которое потребуется модулю, для преодоления расстояния в 70 км:

$$S = \frac{g\tau_1^2}{2} \Rightarrow \tau_1 = \sqrt{\frac{2S}{g}}\ ;\ g \approx 1,6\text{ м/с}$$

$$\tau_1 = \sqrt{\frac{140000}{1,6}} \approx 300\text{ с}$$

Найдём время, через которое модуль должен стартовать после появления главного корабля над горизонтом.

$\Delta T = T - T_1 = \underline{1\,мин}$

Найдём скорость, с которой должен стартовать корабль:

$V = V_0 - gT_1$, $V = 0$ м/с, т.к. корабль должен затратить меньше топлива, а значит в момент достижения высоты 70 км его скорость должна равняться нулю.

$V_0 = gT_1 = 1{,}6 \cdot 300 = \underline{480\,м/с}$

$$\boxed{\text{Ответ: корабль должен стартовать через 1 минуту после появления главного корабля вертикально вверх, со скоростью 480 м/с.}}$$

№3

Земля проходит перигелий своей орбиты в разные моменты из-за того, что звёздный период обращения Земли равен 365,2422 сут, а календарный год 365 сут в обычный год и 366 сут в високосный.

Попробуем оценить, на сколько отстаёт Земля от точки перигелия, если 365 суток назад она была точно в ней: на это так же влияет вращение линии апсид орбиты Земли.

$T = T_г + T_{об}$, где $T_г = 365{,}2422 - 365 = 0{,}2422$ сут

$T_{об}$ – изменение из-за вращения линии апсид.

$T_{об} = \frac{365{,}2422}{112000} \approx 0{,}0033$ сут; т.е. за один обычный год накапливается ошибка $T = 0{,}2455$ сут, а за високосный $T' = -0{,}7545$ сут.

Страница 1 | Чел-1

№ 2

Определим ускорение свободного падения на Рее по формуле:

$g = G\frac{M}{R^2} \Leftrightarrow g = G\frac{\frac{4}{3}\pi R^3 \rho}{R^2} \Leftrightarrow g = \frac{4}{3}\pi G \rho R$ (1)

Давление на поверхности Реи определим по формуле:

$P = \frac{mg}{S}$ (2)

Массу атмосферы ~~определим, как~~ выразим из количества вещества.

$\nu = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A} \Rightarrow m = \frac{MN}{N_A}$ (3), где M - атомная масса кислорода

$M = 32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

N - кол-во молекул кислорода

$N = 2{,}5 \cdot 10^{29}$ шт

N_A - постоянная Авогадро

$N_A = 6 \cdot 10^{23}$ моль$^{-1}$

Площадь поверхности Реи найдём как площадь сферы:

$S = 4\pi R^2$ (4)

Подставим формулы (1), (3), (4) в формулу (2):

$P = \frac{MN}{N_A}\frac{\frac{4}{3}\pi G\rho R}{4\pi R^2} = \frac{MNG\rho}{N_A \cdot 3R} = \frac{32 \cdot 10^{-3} \cdot 2{,}5 \cdot 10^{29} \cdot 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 1{,}24 \cdot 10^{3}}{6 \cdot 10^{23} \cdot 3 \cdot 764 \cdot 10^{3}} =$

$= \frac{32 \cdot 2{,}5 \cdot 6{,}67 \cdot 1{,}24}{6 \cdot 3 \cdot 764} \cdot 10^{-8} \approx 10^{-10}$ Па

$\boxed{\text{Ответ: } P = 10^{-10} \text{ Па}}$

№ 4

Шарообразный астероид оказался на расстоянии 1 а.е. от Солнца и от Земли $\Rightarrow$ Кол-во энергии, которое приходит