Задача №1

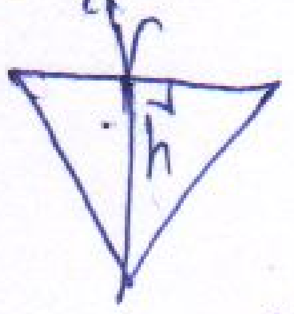
Оценим, какая площадь сферы радиусом $R_\oplus + h$ придется на 1 спутник.

$$\sigma = \frac{4\pi(R_\oplus+h)^2}{N} = \frac{4\pi(6371+550)^2}{30000} = 20064{,}4\,\text{км}^2$$

Допустим, что это площадь круга на сфере занимаемая спутником, тогда расстояние между двумя соседними

$$r = 2\cdot\sqrt{\frac{\sigma}{\pi}} = 79{,}9\,\text{км}\cdot 2 = 159{,}8\,\text{км}$$

Оценим ~~среднее~~ угловое расстояние между спутниками при набл. с высоты моря



$$\alpha_1 = 2\,\mathrm{arctg}\,\frac{r}{2h} = 16{,}53^\circ \approx 16{,}5^\circ$$

Угловое расстояние между соседними спутниками может меняться из-за высоты наблюдателя

Предположим нам удалось забраться на гору высотой $H \approx 8500$ м

Тогда угловое расстояние составит

$$\alpha_2 = 2\,\mathrm{arctg}\,\frac{r}{2(h-H)} = 16{,}79^\circ \approx 16{,}8^\circ$$

Угловое расстояние не может меняться по другим причинам, поскольку высота орбиты спут. постоянна, то есть эксцентриситет = 0

Ответ: $16{,}5^\circ - 16{,}8^\circ$

Задача №2

Блеск звезды не влияет на оценку расстояния до нее, поэтому для оценки этого расстояния нам понадобится лишь параллакс.

Расчитаем максимальное и минимальное растояние до звезды r_{max} и r_{min}.

$r_{max} = \frac{1}{\pi''_{min}}$ ПК, где π''_{min} - минимально возможный параллакс, выраженный в секундах дуги.

$r_{min} = \frac{1}{\pi''_{max}}$ ПК, где π''_{max} - максимально возможный параллакс, выраженный в секундах дуги

Растояние выражается при этом в парсеках

$$r_{max} = \frac{1}{0{,}015 - 0{,}005}'' \text{ ПК} = 100 \text{ ПК}$$

$$r_{min} = \frac{1}{0{,}015 + 0{,}05} \text{ ПК} = 50 \text{ ПК}$$

Среднее расстояние до звезды можно расчить по формуле

$$\cancel{r_{cp} = \frac{1}{\pi''_{cp}} \text{ ПК}} \quad r_{cp} = \frac{r_{max} + r_{min}}{2} = \frac{100 + 50}{2} = 75 \text{ ПК}$$

Отсюда следует, что точность оценки растояния составляет $r_{max} - r_{cp}$ и $r_{min} - r_{cp}$, то есть приблизительно $\pm$ 25 ПК

Ответ: Растояние до звезды составляет приблизительно 75 ПК с точностью до 25 ПК.

Задача №3

Определим поясное время в москве во время событий (для всех п. оно одинаково, т.к. $n^h = 3^h$)

для первого события

1) $T_{n_1} = UT_1 + n^h = UT + 3^h = 13^h 19^m$

для второго события

2) $T_{n_2} = UT_2 + n^h = UT_2 + 3^h = 5^h 47^m$

Тогда $T_{m\odot}$ составляет

1) $T_{m\odot_1} = T_{n_1} - n^h + \lambda_1^h = UT_1 + n^h - n^h + \lambda_1^h = UT_1 + \lambda_1^h = 10^h 19^m + \frac{\overset{3}{\cancel{8}0^\circ}}{360^\circ} \cdot 24^h = 12^h 19^m$

2) $T_{m\odot_2} = T_{n_1} - n^h + \lambda_1^h = UT_2 + n^h - n^h + \lambda_2^h = UT_2 + \lambda_2^h = 2^h 47^m + \frac{38}{360} \cdot 24 = 5^h 19^m$

Ответ: для первого события $T_{m\odot} = 12^h 19^m$, для второго события $T_{m\odot} = 5^h 19^m$

Задача № 4

Для начала расчитаем радиус орбиты геостационарного спутника.

$$r = \sqrt[3]{\frac{T^2 G M_\oplus}{4\pi^2}}$$, где T - звездные сутки в сек.

$$r = \sqrt[3]{\frac{(86400-296)^2 \cdot 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24}}{4\pi^2}} \approx 42{,}2 \text{ км} \cdot 10^3 = 42{,}2 \cdot 10^6 \text{ м}$$

Отсюда рассчитаем скорость движения спутника по орбите

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 42{,}2 \cdot 10^6 \text{ м}}{86104 \text{ сек}} \approx \cancel{3{,}14...} \; \cancel{3{,}...} \; 3079{,}42 \text{ м/с}$$

Известно, что тело упадет на землю, если его скорость будет меньше I космической для данной высоты.

Найдем v_I для спутника

$$v_I = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24}}{42{,}2 \cdot 10^6}} = 3079{,}515 \text{ м/с}$$

Соответственно, скорость, которую необходимо сообщить спутнику направлена против его движения и составляет $v_н = v - v_I \approx -0{,}1$ м/с. Учитывая погрешности вычислений, можно предположить, что спутнику необходимо сообщить совсем небольшую скорость для того, чтобы он упал на землю.

3

Задача №5

Для начала докажем, что это звезды „карлики"; то есть у них маленький радиус.

Для того, чтобы это доказать сравним радиус белого карлика с радиусом Солнца (солнце находится на главной последовательности, поэтому его радиус можно считать средним для звезд) по формуле

$L = 4\pi R^2 \sigma T^4$

Сравним светимости Солнца и бел. карлика

$\frac{L_\odot}{L} = \frac{4\pi R_\odot^2 \sigma T_\odot^4}{4\pi R^2 \sigma T^4}$ $\quad \frac{L_\odot}{L} = \frac{R_\odot^2 T_\odot^4}{R^2 T^4}$

Выражая радиус карлика через солнечный, получаем

$R = R_\odot \left(\frac{T_\odot}{T}\right)^2 \cdot \sqrt{\frac{L}{L_\odot}}$

Теперь сравним два белых карлика с Солнцем

1) $L = L_\odot \cdot 10^{-2}$ и $T = 12000\,K$

$R = R_\odot \left(\frac{5800}{12000}\right)^2 \cdot \sqrt{10^{-2}} = 0{,}023 R_\odot$

2) $L = L_\odot \cdot 10^{-3}$ и $T = 9000\,K$

$R = R_\odot \left(\frac{5800}{9000}\right)^2 \cdot \sqrt{10^{-3}} = 0{,}013 R_\odot$

Как видно, радиусы бел. кар. ≈ в 100 раз меньше солн. рад.

=> поэтому их называют „карликами"

Для более детального сравнения приведем в пример красный гигант радиус которого в $\left(\frac{T_\odot}{T}\right)^2 \cdot \sqrt{\frac{L}{L_\odot}}$ больше солнечного, например

$R = R_\odot \left(\frac{5800}{4500}\right)^2 \sqrt{10^2} \approx 17 R_\odot$, что означает, что рад. крас. гигантов ≈ в 1000 раз – 10000 раз больше рад. бел. карликов =>

=> их так называют по праву.

Белыми эти звезды называют, из-за цвета который они имеют, а цвет в свою очередь обуславливается высокой температурой. По закону смещения Вина $\lambda max = \frac{0{,}0029}{T} = \frac{0{,}0029}{8000} = 362{,}5$ нм. => максимум излучения этих звезд близок к белому – голубому спектру

Ответ: имеют маленькие размеры и белый цвет.