Шифр ХИ - М2 - 3

Задание 1

В северном полушарии, если полярная ночь длится 60 дней, она начинается за 30 дней до зимнего солнцестояния и заканчивается через 30 дней после него: склонение Солнца на ~~грани~~ границе этого периода: $\delta_{\odot 1} \approx -\varepsilon \cos 30^\circ \approx -20^\circ$.

На границе полярной ночи высота Солнца в верхней кульминации: $90^\circ - |\varphi - \delta_{\odot 1}| = -50'$

отсюда: $\varphi = 70^\circ 50'$

$50'$ – сумма величины рефракции на горизонте и углового радиуса Солнца.

~~Склонение~~ высота звезды в верхней кульминации:

$$h_1 = 90^\circ - |\varphi - \delta|$$

в нижней кульминации:

$$h_2 = \varphi - 90^\circ + \delta$$

$h_1 = 2h_2$ $\quad 90 - |\varphi - \delta| = 2\varphi - 180^\circ + 2\delta$

$90^\circ - \varphi + \delta = 2\varphi - 180^\circ + 2\delta$ $\qquad$ $90^\circ - \delta + \varphi = 2\varphi - 180^\circ + 2\delta$

$\delta = 270^\circ - 3\varphi$ $\qquad$ $3\delta = 270^\circ - \varphi$

$\boxed{\delta = 57^\circ 30'}$ $\qquad$ $\delta = 66^\circ$

$\varphi - \delta > 0$ $\qquad$ $\varphi - \delta > 0,\ |\varphi - \delta| \neq \delta - \varphi$

При недостатке места для записи попросите дополнительный бланк ответов

Задание 2

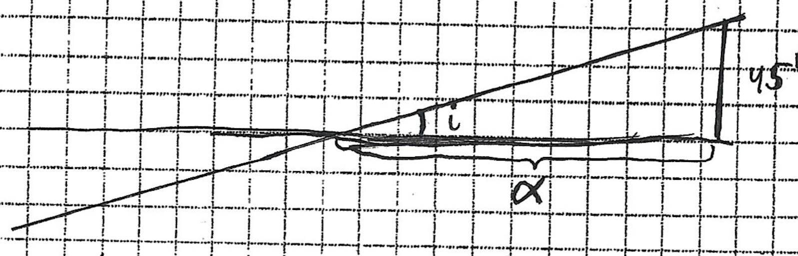
Длина волны излучения на частоте 12 ГГц.

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3 \cdot 10^8}{1{,}2 \cdot 10^{10}} = 2{,}5 \text{ см}.$$

Угловое разрешение: $\frac{\lambda}{D} = \frac{1}{80}$ рад $\approx 45'$

Ретрансляционные спутники обращаются вокруг Луны и предназначены для передачи сигналов на её обратную сторону. Засветка возникает, когда расстояние от Луны до Солнца составляет порядка этой величины - в сезон солнечных затмений.

Орбита Луны наклонена к эклиптике на $i = 5°$



$\alpha = \frac{45'}{i} \approx 10°$. Дугу в $10°$ Луна проходит менее, чем за 1 день.

Отсюда получаем, что засветка возникает два дня около ~~дн~~ времени солнечного затмения, которые обычно происходят в середине марта.

Задание 3

Период обращения планет вокруг звезды

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{(0{,}5\,а.е.)^3}{2GM_\odot}} = 0{,}25 \text{ года}$$

$$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{(0{,}8\,а.е.)^3}{2GM_\odot}} = 0{,}5 \text{ года} = 2T_1$$

Солнечные сутки: $\frac{1}{T_{сол1}} = \left|\frac{1}{T_{э1}} - \frac{1}{T_1}\right|$

если направление осевого вращения совпадает с направлением орбитального. $\frac{1}{T_{сол2}} = \left|\frac{1}{T_{э2}} - \frac{1}{T_2}\right| = \frac{1}{2}\left(\left|\frac{1}{T_{э1}} - \frac{1}{T_1}\right|\right) = \frac{1}{2T_{сол1}}$

$T_{э1}$, $T_{э2}$ – осевой период вращения планет, $T_{сол1}$, $T_{сол2}$ – солнечные сутки на них.

аналогично, если направления осевого вращения обеих планет – против орбитального вращения, получаем:

$$\frac{1}{T_{сол1}} = \frac{1}{T_{э1}} + \frac{1}{T_1} \qquad \frac{1}{T_{сол2}} = \frac{1}{T_{э2}} + \frac{1}{T_2} = \frac{1}{2T_{сол1}}$$

Таким образом мы получили, что, чтобы продолжительность солнечных суток совпадала, планеты должны вращаться в разные стороны. При этом внешняя планета обращается вокруг своей оси против орбит. движения, а внутренняя – сонаправлено с ним.

$$\frac{1}{T_{сол1}} = \left|\frac{1}{T_{э1}} - \frac{1}{T_1}\right| = \frac{1}{T_{э2}} + \frac{1}{T_2} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{T_{э1}} + \frac{1}{T_1}\right)$$

$$\frac{1}{2T_{э1}} = \frac{3}{2T_1} \qquad \boxed{T_{э1} = \frac{T_1}{3} = 1 \text{ месяц}} \quad \boxed{T_{э2} = 2T_{э1} = 2\text{ мес}}$$

Т.к. по условию $T_1 > T_{э1}$, то

$$\left| \frac{1}{T_{э1}} - \frac{1}{T_1} \right| = \frac{1}{T_{э1}} - \frac{1}{T_1}$$

Задание 4

Т.к. звезды соприкасаются поверхностями, расстояние между их центрами порядка их диаметра. Для звезд типа Солнца это $a \approx D_{\odot} \approx 0{,}01$ а.е.

Тогда орбитальный период $T_1 = T_{\oplus}\sqrt{\frac{a^3}{a_{\oplus}^3}} \cdot \sqrt{\frac{M_{\odot}}{2M_{\odot}}} =$

$7 \cdot 10^{-4}$ года. ≈ 6 часов.

Для звезд класса F масса и радиус примерно в 3 раза больше солнечных

Тогда период обращения: $T_2 = T_{\oplus}\sqrt{\frac{27a^3}{a_{\oplus}^3}} \cdot \sqrt{\frac{M_{\odot}}{6M_{\odot}}} =$

18 часов - период около суток

Для звезд класса K масса примерно $0{,}5 M_{\odot}$, ~~радиус~~ диаметр примерно $0{,}5 D_{\odot}$

Тогда период обращения: $T_3 = T_{\oplus}\sqrt{\frac{0{,}5^3 a^3}{a_{\oplus}^3}} \cdot \sqrt{\frac{M_{\odot}}{M_{\odot}}} \approx 3$ часа

Задание 5

Чтобы создать шаровое скопление из черных дыр звездной массы в начале должно было быть не меньшее кол-во звезд, чем черных дыр в скоплении.

Однако известно, что центральный объект имеет размер не более 13 а.е., притом шаровые звездные скопления с массой порядка массы центрального объекта имеют размер не менее нескольких десятков или сотен парсек. При превращении в черную дыру звезда сбрасывает часть своей массы, её гравитация уменьшается, также заметим, что т.к. расстояние между звездами даже в плотных областях центра галактики много больше их радиуса, то гравитационное поле зависит только от массы объекта, но не от его типа. Поэтому скопление не будет сжиматься под собственной гравитацией, а других механизмов сжатия у него нет. Поэтому скопление черных дыр настолько малого размера образоваться не могло.