№1
Дано:
$\tau = 60^d$

$\delta - ?$

Решение: Л стр 1 СТА-05

Полярная ночь в данном селе будет проходить при $\varepsilon \in [-23{,}5^\circ; \varepsilon']$; $\varepsilon'$ — некоторое склонение Солнца, при котором оно будет едва касаться горизонта в верхней кульминации, что будет означать конец полярной ночи;

Полярная ночь длилась от $\varepsilon'$ до $-23{,}5^\circ$ и снова до $\varepsilon'$ склонения.

Значит при переходе Солнца от $-23{,}5^\circ$ до $\varepsilon'$ прошло $30^d$. Считая, что Солнце равномерно движется по небесной сфере:

$\cancel{\delta}$ $\Delta\varepsilon' = \cancel{30}^{d} \cdot \frac{47^\circ}{\cancel{365}^{d}} \approx \frac{47}{12} \approx 4^\circ$ — изменение склонения за $30^d$

$\varepsilon' = -23{,}5 + \Delta\varepsilon' = -23{,}5^\circ + 4^\circ = -19{,}5^\circ$

При этом склонении высота в верхней южной кульминации будет равна нулю

$h_{вкю} = 90^\circ - \varphi + \delta$; $h_{вкю} = 0$

$0 = 90^\circ - \varphi + \varepsilon'$

$\varphi = 90^\circ + \varepsilon'$; $\varphi = 90^\circ - 19{,}5^\circ = 70{,}5^\circ$ — широта села

Для звезды

$h_{вк} = 2h_{нк}$

Для южной кульминации:

$90^\circ - \varphi + \delta_1 = 2\varphi + 2\delta_1 - 180^\circ$

$270^\circ - 3\varphi = \delta_1$; $\delta_1 = 270^\circ - 3 \cdot 70{,}5 = 58{,}5^\circ$

Для северной кульминации

$90^\circ + \varphi - \delta_2 = 2\varphi + 2\delta_2 - 180^\circ$

$270^\circ - \varphi = 3\delta_2$

$\delta_2 = \frac{270^\circ - \varphi}{3}$; $\delta_2 = \frac{270^\circ - 70{,}5^\circ}{3} = \frac{199{,}5}{3} = 66{,}5^\circ$

Ответ: $\delta_1 = 58{,}5^\circ$; $\delta_2 = 66{,}5^\circ$

№2

СТА-05



Дано:
$\nu = 12$ ГГц
$D = 2$ м

Решение:

$\lambda = \frac{c}{\nu}$

$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{12 \cdot 10^9} = 0{,}25 \cdot 10^{-1}$ м

Разрешающая способность радиотелескопа:

$\theta = \frac{\lambda}{D}$; $\theta = \frac{0{,}25 \cdot 10^{-1} \text{ м}}{2 \text{ м}} = 0{,}125 \cdot 10^{-1}$ рад $\approx 0{,}72^\circ$

Это минимальное угловое расстояние между солнцем и спутником, чтобы не создавалось помех. Помехи будут создаваться также при прохождении спутника по диску Солнца, значит полный размер области с помехами:

$\gamma = 2\theta + \rho$

$\gamma = 2 \cdot 0{,}72 + 0{,}5^\circ = 1{,}94^\circ$

Считая, что $\omega \approx 1^\circ/д$ – годичная скорость Солнца по небесной сфере

$\tau = 2^d$

Если спутник находится над экватором, то Солнце в моменты помех должно находиться также в зените. Это возможно в точках равноденствий, при этом $\pm\frac{\tau}{2}$ от них

Тогда примерные даты помех:

21-23 сентября
20-22 марта

Ответ: 21.09 – 23.09, 20.03 – 22.03

№4

Дано:
$M = M_\odot$
$R = R_\odot$

Решение:
Если звёзды соприкасаются, то расстояние между ними $A = 2R_\odot$
По III закону Кеплера, выражая T в годах, A в а.е, M в массах Солнца

$$\frac{A^3}{T^2} = \Sigma M$$

$$\Sigma M = 2M_\odot = 2$$

$$\frac{A^3}{T^2} = 2M_\odot \Rightarrow T = \sqrt{\frac{A^3}{2M_\odot}}$$

$$A = 2R_\odot = 2 \cdot \frac{7 \cdot 10^5}{1{,}5 \cdot 10^8} a_\odot \approx 2 \cdot 0{,}5 \cdot 10^{-2} a_\odot \approx 10^{-2} a_\odot$$

$$T = \left(\sqrt{\frac{10^{-6}}{2}}\right)^y = \left(10^{-3} \cdot \sqrt{0{,}5}\right)^y \approx (0{,}7 \cdot 10^{-3})^y \approx 0{,}25^d \approx 6^h$$

Орбитальный период составляет около $6^h$
Звёзды класса F больше звёзд класса G и могут быть легче ~~и могут~~, орбитальный период звёзд F будет больше периода G2 ~~К~~
Звёзды класса K меньше и могут быть массивнее; их период в среднем будет меньше периода звёзд типа Солнца

№3 стр 4 CTA-05

Дано:
$M = 2M_0$
$a_1 = 0{,}5a_0$
$a_2 = 0{,}8a_0$

$S_{1,2} - ?$

Решение:

По III закону Кеплера для Земли и планеты 1

$$\frac{T_0^2 M_0}{T_1^2 \cdot 2M_0} = \frac{a_0^3}{a^3} \Rightarrow T_1 = \frac{T_0}{2} \cdot \sqrt{\frac{a^3}{a_0^3}};\quad T_1 = 0{,}5^y \cdot \sqrt{0{,}5^3} =$$

$$= 0{,}25^y \sqrt{0{,}5} \approx 0{,}25^y \cdot 0{,}7 = 0{,}175^y$$

$\cancel{T_2 = 2}$

По III з-ну Кеплера для 1 и 2 планеты:

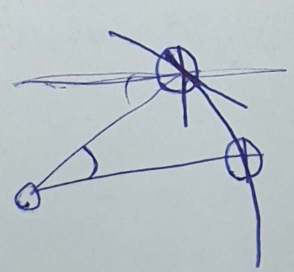
$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3} \Rightarrow T_2 = T_1 \sqrt{\frac{a_2^3}{a_1^3}};\quad T_2 = 0{,}175^y \cdot \sqrt{\frac{\cancel{0{,}512}^{4}}{\cancel{0{,}125}_{1}}} \approx 0{,}175^y \cdot 2 \approx$$

$$\approx 0{,}35^y$$

Обороты вокруг оси соответствуют звёздным суткам. Они различаются со звёздными из-за движение планеты по орбите. За звёздные сутки S планета успевает пройти расстояние по орбите и ей нужно докрутиться время $\Delta t$ до того же положения, тогда солнечные сутки:

$$\tau = S + \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{T}{360}$$



$$\tau_1 = \tau_2$$

$$S + \frac{T_1}{360} = 2S + \frac{T_2}{360}$$

$$S = \frac{T_1 - T_2}{360}$$

$$S_1 = S = \frac{0{,}175}{360} = \frac{\cancel{17{,}5}^{1} \cdot 10^{-2}}{\cancel{36}_{2} \cdot 10} = 0{,}5 \cdot 10^{-3}\,y \approx 1{,}8 \cdot 10^{-1\,d} = 0{,}18^d$$

$$S_2 = 2S = 10^{-3}\,y \approx 0{,}36^d$$

Ответ: $0{,}18^d$; $0{,}36^d$

№5  CTA-05

В таком случае в скоплении должно находиться около миллиона чёрных дыр. Они должны находиться на достаточном расстоянии друг от друга, чтобы не столкнуться. При таком количестве дыр скопление должно быть достаточно большим.

Радиус одной сверхмассивной чёрной дыры равен

$R = \frac{2GM}{c^2}$; $R = \frac{2\cdot 7\cdot 10^{-11}\cdot 4{,}5\cdot 10^{6}\cdot 2\cdot 10^{30}}{9\cdot 10^{16}} = 2\cdot 7\cdot 10^{9} = 1{,}4\cdot 10^{10}$ м

Это примерно в 10 раз меньше орбиты Земли. Размер скопления ~~дыр~~ «звёздных» дыр такой суммарной массы намного больше этого значения, поэтому в таком случае центр нашей галактики выглядел бы намного больше и поглотил некоторые звёзды вблизи.

Ответ: нет