

НН-04

Чистовик

лист 1

Задача №1

$\delta$ -?

российское село  $\rightarrow$  северное полушарие

$h_{\text{ок}} = 2h_{\text{нк}}$

пусть зимнее солнцестояние было

21 декабря

Тогда полярная ночь длится 30 дней до 21 декабря и 30 после 21 декабря (с 21 ноября по 20 января)

усл. полярной ночи:  $h_0$  в верхней кульминации

определим склонение Солнца 21 ноября и 20 января  
 $\epsilon = 23^\circ 26'$   $t$  - время с в.р. о.р.



с 21 ноября по 21 сентября ( $\delta = 0$ )  
 прошло 60 дней

$l = \frac{360^\circ}{T_{\text{год}}} \cdot t$

$\frac{\sin l}{\sin 90^\circ} = \frac{\sin \delta}{\sin \epsilon}$

$\sin \epsilon \approx 0,4$

$l = \frac{360^\circ}{365,2422 \text{ д}} \cdot 60 \text{ д} =$

$= 59^\circ$

$\sin \delta = -\sin l \cdot \sin \epsilon$   $-\text{, т.к. } \delta < 0$

$\sin \delta = 0,4 \cdot 0,86 = -0,34$

$\downarrow$   
 $\sin l \approx 0,86$

$\delta = \arcsin$   
 $\delta \approx -20^\circ$   $\delta_0 \approx -20^\circ$

(продолжение на листе 2)

HH-04

Мисрабик

мест 2

продолжение задачи

д 1

$\gamma$  - рефракция  $\gamma = 35'$  (у горизонта)

$$h = -35' = 90^\circ - \varphi + \delta_0$$

↓

$$\varphi = 90^\circ + 35' + \delta_0 = 90^\circ - 20^\circ - 35' \approx 69,5$$

мы определили широту села, теперь

определим склонение звезды

①  $|\varphi| > |\delta|$

$$h_{вк} = 90 - \varphi + \delta$$

$$h_{нк} = -90 + \varphi + \delta$$

$$2 \cdot (-90^\circ + \varphi + \delta) = 90^\circ - \varphi + \delta$$

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

$$\delta_1 = 270^\circ - 3\varphi = 270^\circ - 208,5 = 61,5$$

ответ 1

окончательный ответ

②  $|\delta| > |\varphi|$

$$h_{вк} = 90 + \varphi - \delta$$

$$h_{нк} = -90 + \varphi + \delta$$

$$-180 + 2\varphi + 2\delta = 90 + \varphi - \delta$$

$$\delta = \frac{270 - \varphi}{3} =$$

$$= 66,6,$$

но  $h_{вк} = 90^\circ \rightarrow$  ответ не подходит

НН-04

Установки

лист [3]

### Задача №3

$$M = 2M_{\odot}$$

$$a_1 = 0,5 \text{ а.е.}$$

$$a_2 = 0,8 \text{ а.е.}$$

$$t_1 = t_2$$

$$J_2 = 2J_1$$

t - солнечные сутки

J - звездные сутки

$$a^3 = T^2 \cdot M \quad - \text{III з.к. Кеплера}$$

$$T_1 = 2 \sqrt{\frac{a_1^3}{2M_{\odot}}} \approx 0,25 \text{ года}$$

$$T_2 = 2 \sqrt{\frac{a_2^3}{M}} = 0,5 \text{ года}$$

$$\frac{1}{t} = \frac{1}{J} \pm \frac{1}{T} \quad - \text{формула солнечных суток}$$

$$\frac{1}{J_1} \pm \frac{1}{T_1} = \frac{1}{2J_1} \pm \frac{1}{T_2} \quad \text{определяется со знаками:}$$

чтобы выполнялось равенство,  
у внутренней планеты должно быть  
прямое вращение вокруг своей оси,  
а у внешней - обратное

(прямое  $\uparrow\uparrow$  с орбитальным)  
обратное  $\uparrow\downarrow$  с орбитальным)

продолжение  
задачи №3  
на листе №4

НН-04

Чистовик

мск 4

продолжение задачи

№3

$$\frac{1}{J_1} - \frac{1}{T_1} = \frac{1}{2J_1} + \frac{1}{T_2}$$

$$T_1 = 0,25 \text{ года}$$

$$T_2 = 0,5 \text{ года}$$

$$\frac{2-1}{2J_1} = \frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} = \frac{1}{2J_1}$$

(год земной)

$$J_1 = \frac{T_1 T_2}{2(T_2 + T_1)} = 0,083 \text{ года} \approx \frac{30 \text{ дней}}{\text{год}}$$

$$J_2 = 2J_1 = 0,166 \text{ года} \approx \frac{60 \text{ дней}}{\text{год}}$$

Заг. №5

$M_z = 4,5 \cdot 10^6 M_\odot$ . Как известно известно, пару лет назад получили снимки Ч.Д. в М87, ( $M \approx 10^9 M_\odot$ ), и эти снимки были сделаны в радиодиапазоне. рассчитаем длину

волны максимума излучения ч.д. с

массой  ~~$4,5 M_\odot$~~   $4,5 \cdot 10^6 M_\odot$  и  $M_\odot$  (продолжение на листе №5)

НН-04

Чистовик

лист №5

Продолжение задачи №5

$$\lambda_{\max} \approx R_g$$

$R_g$  - радиус Шварцшильда

$$R_g = \frac{GM}{c^2}$$

; ~~где~~

$$\lambda \approx 10^9 \text{ м}$$

$$\lambda_1 \text{ (где } M = 4,5 \cdot 10^6 M_{\odot}) \lambda_1 \approx \frac{1}{7} \cdot 10^9 \text{ м}$$

$$\lambda_2 \text{ (где } M_{\odot}) \lambda_2 \approx \frac{1}{7} \cdot 10^3 \text{ м}$$

$$\lambda_2 \approx 10^3 \text{ м}$$

получили ~~эт~~ и там и там ~~длина волны~~  
 галактическое радио,

но с разницей  $\theta$  в  $10^6$  порядков

в нашей галактике обособляет положение радиоволн,  
 поэтому проверим, сможем ли мы с  $\theta$  различить  
 эти линии н.г. (определим диаметр телескопа)

$$D \approx \frac{d}{\theta} ; \theta = \frac{2\lambda}{r} \quad r = 8 \text{ кпк} \quad T = \frac{b}{i} \text{ - з.н. Вина}$$

$(10^3 \text{ м})$   $D = \frac{r}{2} = 4 \text{ кпк}$  - не сможем :), но при

$\lambda_2$  будет довольно ~~высокая~~ интенсивность излучения  
 в радиодиапазоне ( $B \sim T \sim \frac{1}{\lambda_m}$ )

НН-04

Исследования (лист №6)

Продолжение задачи 5

Большая интенсивность излучения

$V \sim T$  из 3-на Релея-Джинса)

↓

меньше времени на релаксацию,  $\text{сдв}$

но в малом пути н.д. еще не "сфотографировали", поэтому ситуация с скоплением или н.д. звездных масс быть не может

Задача №4

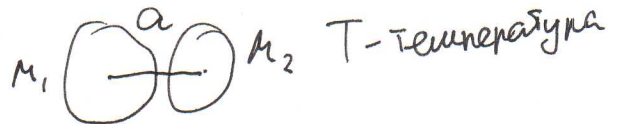
+ - период

$$M = M_{\odot}$$

$$T_{\odot} = 5800 \text{ K}$$

$$R_{\odot} = 696000 \text{ км}$$

$$a = 2R_{\odot} \approx 0,01 \text{ а.е.}$$



$$a^3 = T^2 (M_1 + M_2) \text{ - III З.и. Кеплера}$$

$$T = \sqrt{\frac{a^3}{2M_{\odot}}} = \sqrt{\frac{0,01^3}{2}} = \sqrt{0,0000005} = 7 \cdot 10^{-4} \text{ год}$$

$$\text{в году} \sim 3 \cdot 10^7 \text{ сек}$$

$$= 2,1 \cdot 10^4 \text{ с} =$$

$$\approx \boxed{6 \text{ часов}}$$

Спектральный класс

$$F: T \approx 8000 \text{ K}$$

на Г.П.

$$L \sim M^4 \\ R \sim R^{5,2}$$

(продолжение на листе 7)

HH-04

Условие

места ~~8~~ 7

Продолжение задачи на

Классификация звезд: ~~OBF~~  
OBAFGKM

на Г.П

⊙

~~km~~  $L \sim M^4$   
~~km~~

① F - более "горячий" класс  
звезд более яркие  
и массивные

оценим  $L_F \approx 16 L_\odot$

$T_F = 6000\text{K}$

$M_F \approx 2 M_\odot$

$L = 4\pi\sigma T^4 R^2$  - 3.н. Стефана-  
Больцмана  
 $\frac{R_F}{R_\odot} = \sqrt{\frac{L_F}{L_\odot} \frac{T_\odot^4}{T_F^4}}$

$$T_F^2 = \frac{a^3}{2M_F}$$

$$R_F = \sqrt{16 \cdot 1,5} = \sqrt{24} \approx 5 R_\odot$$

~~$\frac{T_F}{T} = \sqrt{\dots}$~~

$$\frac{t_F}{t} = \sqrt{\frac{R_F^2 M_\odot}{R_\odot^3 M_F}} = \sqrt{25} \approx 5 = \sqrt{72,9} \approx 8,5$$

~~$t_F \approx 20 \cdot t = \dots$~~   $t_F = 8,5 t = \boxed{51 \text{ час}}$

продол (продолжение на  
месте №8)

1-11-04

Установка

мет и 8

Продолжение №4

② для класса К оценим:

$$T_K \approx 10000 \text{ K} \quad L_K \approx \frac{1}{16} L_\odot$$

$$L \sim M^4 \rightarrow M_K = 0,5 M_\odot$$

$$L \sim R^2 T^4 \quad R_K = \sqrt{L_K \cdot \left(\frac{T_K}{T_\odot}\right)^{-4}} = \sqrt{\frac{1}{16}} R_\odot \approx \frac{R_\odot}{4}$$

$$\frac{t_K}{t} = \sqrt{\frac{R_K^3}{R_\odot^3} \cdot \frac{M_\odot}{M}} = \sqrt{\frac{2}{729}} \approx \sqrt{\frac{1}{365}} \approx \frac{1}{19}$$

$$t_K = \frac{t}{19} \approx \text{20 мин}$$

Задача №2

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = 2,5 \text{ см} - \text{радиодиапазон}$$

$$\theta \approx \frac{\lambda}{D} = 1,25 \cdot 10^{-2} \text{ рад.}$$

вопрос в том, возможно ли наблюдать на земле волны 2,5 см и угл. разрешением порядка (продолжение на лист 9) градуса?



НН-04

Установка

лист № 2 9

продолжение  
№ 2

Ответ: что-то не очень далекое (θ довольно  
большое + радиотелескопы делают  $\varnothing$  диаметрами  
600 м и больше)

что-то не очень далекое = что-то в нашей  
галактике  
(в плоскости млечного пути)

центр галактики находится в Стрельце,  
а антицентр - в Возничем (рядом на  
эклиптике близнецов)  
⇓

Когда  $\odot$  около точки З.С. и Л.С.  
происходит "засветка"

⇓  
даты: начало июня - середина июля  
+  
начало декабря - середина января