

## Сириус и Вега

Астроном провел два последовательных визуальных наблюдения верхних кульминаций Веги ( $\alpha = 18^h 37^m$ ,  $\delta = 38^\circ 48'$ ) и Сириуса ( $\alpha = 6^h 46^m$ ,  $\delta = -16^\circ 44'$ ) и определил, что их высота одинакова.

- Чему равна географическая широта места наблюдения?
- Рассчитайте высоты этих звезд в нижних кульминациях.
- Наблюдение верхней кульминации Веги проведено в день летнего солнцестояния. Через какое времени состоялось наблюдение верхней кульминации Сириуса?

## Странный астероид

Орбита некоторого астероида дважды пересекает орбиту Земли. Расстояние от Земли до астероида в соединении и противостоянии всегда вдвое меньше расстояния от Земли до Солнца. Определите:

- большую полуось и эксцентриситет орбиты малой планеты;
- сидерический и синодический период обращения малой планеты;
- расстояние от Земли до малой планеты в тот момент времени, когда они находятся на одинаковом расстоянии от Солнца.

*Примечание:* орбиту Земли считайте круговой.

## Движение звезды

На расстоянии 100 пк от Земли в одной из точек равноденствий наблюдается некоторая звезда. В течение года величина относительного смещения линий в ее спектре  $\Delta\lambda/\lambda$  изменяется в интервале от  $-2.0 \times 10^{-4}$  до 0.0. Собственное движение звезды  $\mu_\alpha = 0.050''/\text{год}$ ,  $\mu_\delta = 0.00''/\text{год}$ .

- Найдите ее годичный параллакс.
- С какой скоростью движется эта звезда относительно Солнца?
- Через сколько лет расстояние между звездой и Солнцем станет минимальным?
- Как изменится при этом ее видимая звездная величина?

## Физические условия на планетах

Вокруг солнцеподобной звезды движутся две планеты. Первая — абсолютно черная и быстро вращающаяся. Вторая — отражает половину падающей на нее энергии и повернута к звезде все время одной стороной. (Атмосфер и гидросфер у планет нет, теплопроводность отсутствует).

- На каком расстоянии от звезды находится первая планета, температура ее поверхности равна земной (альbedo Земли  $\alpha = 0.30$ , парниковый эффект не учитывать).
- Во сколько раз расстояние от второй планеты до звезды больше, чем от первой, если средняя температура ее поверхности вдвое выше?
- Как изменилась бы температура поверхности этих планет, если бы парниковый эффект на них был равен земному ( $\Delta T_E = 40 \text{ K}$ )?

## Наблюдения на Паломарской обсерватории

Типичное искажение изображений в атмосфере, наблюдаемое на Паломарской обсерватории, составляет 1.5 угловых секунд (эта величина называется "seeing"). В задаче Вы

можете считать, что изображения звезд имеют вид равномерно освещенных дисков данного углового диаметра. В лучах V поверхностная яркость ночного неба в окрестности обсерватории равна 20.4 звездных величин на квадратную угловую секунду (Луна находится под горизонтом). Рассмотрим две звезды,  $m_V = 14$  и  $m_V = 21$ , наблюдаемые в 60-дюймовый телескоп.

(а) Вычислите спектральную плотность потока  $F_\lambda$  на длине волны 550 нм (центр полосы V) от каждой звезды.

(б) Найдите число фотонов, собираемое за секунду в лучах V 60-дюймовым телескопом от каждой звезды.

(с) Найдите число фотонов, собираемое за секунду в лучах V 60-дюймовым телескопом от участка неба диаметром 1.5 угловых секунд.

(d) С какой точностью можно измерять поток от звезды  $m_V = 21$  за 60-секундную экспозицию? (Флуктуации в подсчете  $N$  фотонов составляют  $\sqrt{N}$ ).

(е) Наблюдения на 60-дюймовом телескопе проводятся с CCD камерой (pixel size = 0.378 угловой секунды). С какой экспозицией должны проводиться наблюдения звезды  $m_V = 14$  для того, чтобы аккумулировать более 105 фотонов на пиксел?

## СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

Формула Планка для спектральной плотности потока абсолютно черного тела:

$$F_\lambda = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{hc/(\lambda kT)} - 1}$$

### Физические постоянные

Скорость света в вакууме	$c = 2.9979 \times 10^8$ м/с
Гравитационная постоянная	$G = 6.674 \times 10^{-11}$ м <sup>3</sup> · кг <sup>-1</sup> · с <sup>-2</sup>
Постоянная Стефана-Больцмана	$\sigma = 5.6704 \times 10^{-8}$ Вт · м <sup>-2</sup> · К <sup>-4</sup>
Постоянная Больцмана	$k = 1.3807 \times 10^{-23}$ Дж/К
Постоянная Вина	$b = 2.898 \times 10^6$ нм · К
Постоянная Планка	$h = 6.626 \times 10^{-34}$ Дж · с
1 дюйм	2.54 см

### Астрономические данные

Наклон эклиптики к небесному экватору	$\epsilon = 23^\circ 26'$
Астрономическая единица	1 а. е. = $1.496 \times 10^{11}$ м
Звездные сутки	$T_\oplus = 23$ часа 56 минут
Тропический год	$T_0 = 365.24$ суток
Сидерический год	$T_S = 365.26$ суток
Юлианский год	$T_J = 365.25$ суток
Средний радиус Земли	$R_\oplus = 6.371 \times 10^6$ м
Масса Солнца	$M_\odot = 1.989 \times 10^{30}$ кг
Поток излучения Солнца на 1 а. е.	$F_{\odot V} = 1.6 \times 10^2$ Вт · м <sup>-2</sup>
Светимость Солнца	$L_\odot = 3.846 \times 10^{26}$ Вт
Видимая звездная величина Солнца	$m_{\odot V} = -26.75$
Фильтр V	505 нм ... 595 нм