Задачи на характеристики телескопов

Продолжаю публикацию цикла задачек по астрономии. Сегодня у меня на повестке дня задачи на характеристики телескопов — такие задачи обычно встречаются в задачниках по астрономии, однако могут попасть и в задачник по физике.

Для визуализации формул я буду использовать сервис LaTeX2gif, чтобы эти формулы отображались и в RSS-ленте этого блога. В качестве источника для задач я воспользуюсь книгой «Сборник задач по астрономии», выпущенную в Москве издательством «Просвещение» в 1980 году и написанную Михаилом Михайловичем Дагаевым.

Немного теории

Основными характеристиками телескопа являются его фокусное расстояние *F*, диаметр объектива *D* и относительное отверстие

$$A = \frac{D}{F},$$

часто называемое светосилой.

Даваемое телескопом увеличение

$$W = \frac{F}{f} = \frac{\beta}{\rho},$$

где *f* — фокусное расстояние окуляра, ρ — угловые размеры светила при наблюдении невооруженным глазом и β — угловые размеры того де светила при наблюдении в телескоп. Кратность увеличения обычно обозначается знаком X, проставляемым около числа в виде показателя степени (например, 50^x, 120^x и т.д.).

Наибольшее увеличение, допускаемое телескопом при хороших атмосферных условиях,

$$W_m = 2D,$$

а наименьшее или равнозрачковое увеличение

$$W_z = D/6,$$

где *D* — диаметр объектива, выраженный в миллиметрах.

Разрешение (или разрешающая сила) телескопа Θ характерезуется наименьшим угловым расстоянием между двумя точечными объектами, при котором они видны рядом, не сливаясь друг с другом:

$$\Theta = \frac{140''}{D},$$

а соответствующее ему увеличение, называемое разрешающим увеличением,

$$W_\Theta = \frac{D}{2}.$$

Проницающая способность (сила) телескопа $m_т$ представляет собой предельную звёздную величину звёзд, доступных наблюдениям в телескоп в тёмную, безоблачную ночь:

$$m_т = 2,^m 10 + 51gD.$$

В формулах (5), (6) и (7) диаметр *D* объектива телескопа тоже выражен в миллиметрах.

Изображение светила (или расстояние между светилами) в фокальной плоскости телескопа (обычно говорят: в фокусе телескопа), в том числе и на полученных в ней фотоснимках, имеет линейные размеры

$$d = F \tan \rho,$$

а при малых угловых размерах

$$d = F\frac{\rho'}{3438'} = F\frac{\rho''}{206265''},$$

где ρ′ — угловые размеры в минутах дуги и ρ″ — те же размеры в секундах дуги.

Тогда угловой масштаб снимка будет

$$\xi' = \frac{\rho'}{d}['/\text{мм}]$$

или

$$\xi'' = \frac{\rho''}{d}[''/\text{мм}],$$

а линейный масштаб

$$\xi = \frac{R}{d},$$

где *R* — линейные размеры светила.

Диаметр поля зрения телескопа, выраженный в минутах дуги,

$$N = \frac{2000'}{W}$$

и более точно определяется по прохождению звезды по диаметру поля зрения неподвижного телескопа:

$$N = \frac{\tau}{4}\cos\delta,$$

где τ — продолжительность прохождения звезды в секундах и δ — склонение звезды.

Пример

Условие: Угловой диаметр Венеры вблизи её наибольшей элонгации равен 25″. Какой нужно применить окуляр, чтобы при наблюдениях в телескоп с фокусным расстоянием объектива 10,8 м Венера была видна размерами с Луну, угловой диаметр которой равен 32′, и какой будет диаметр изображения планеты на негативе, полученном в фокусе телескопа? Найти также масштабы негатива, зная, что диаметр Венеры равен 12100 км.

Дано: *F* = 10,8 м = 1080 см; Венера, ρ = 25″, *R* = 12100 км; β = 32′ = 1920″.

Решение: По формулам (2), (9), (11) и (12) получим: увеличение

$$W = \frac{\beta}{\rho} = \frac{1920}{25} = 77^{\text{x}};$$

окуляр с фокусным расстоянием

$$f = \frac{F}{W} = \frac{1080}{77}; f = 14,0\text{см} = 140\text{мм};$$

диаметр изображения планеты на фотонегативе

$$d = F\frac{\rho''}{206265''} = 1080 \cdot \frac{25''}{206265''} = 0,13\text{см} = 1,3\text{мм};$$

угловой масштаб негатива

$$\xi'' = \frac{\rho''}{d} = \frac{25''}{1{,}3} = 19'',2\text{мм}^{-1};$$

линейный масштаб

$$\xi = \frac{R}{d} = \frac{12100}{1{,}3} = 9300\text{км/мм}.$$