

XXIV Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
отборочный тур, решения

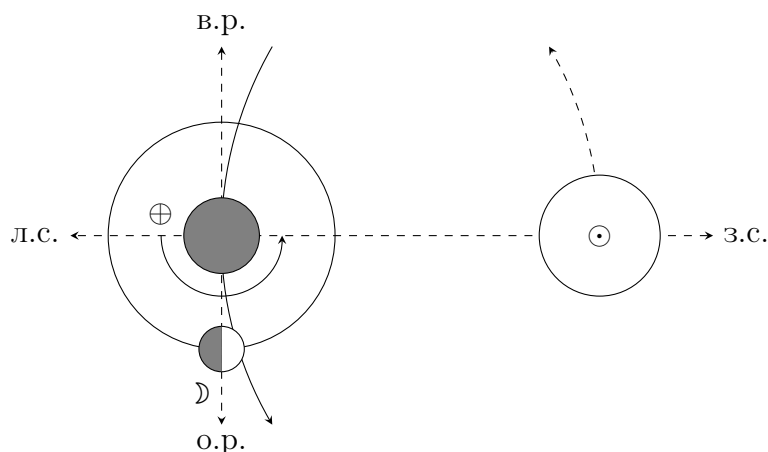
2017
2 декабря
16 января

10 класс

1. Вычислите, во сколько (с точностью до часа) взойдет Луна над горизонтом 21 декабря в Петербурге, если известно, что в этот день она будет иметь фазу последней четверти? Наклоном орбиты Луны к эклиптике и уравнением времени пренебречь.

Решение (8 баллов):

21 декабря Солнце находится вблизи точки зимнего солнцестояния (з.с.) и «движется среди звезд» в сторону точки весеннего равноденствия (в.р.). Так как Луна имеет фазу последней четверти, то при этом она находится в точке осеннего равноденствия (о.р.), то есть на экваторе к западу от Солнца (наклоном лунной орбиты пренебрегаем). Следовательно, Луна взойдет около истинной солнечной полуночи. Однако гражданское время, по которому мы живем, сдвинуто относительно солнечного времени на 1 час вперед. Следовательно, по гражданскому времени Луна взойдет около часа ночи.



2. Карта рельефа Венеры строилась методом радиолокации. Наблюдения проводились с Земли в тот момент, когда Венера была ближе всего к Земле. Перепады высот на поверхности Венеры измерялись с погрешностью 1 м. Оцените относительную точность часов, которые необходимо использовать при таких наблюдениях.

Решение (8 баллов):

В момент, когда Венера ближе всего к Земле, она находится от Земли на расстоянии 0.3 а.е. Для того, чтобы при радиолокации с такого расстояния можно было заметить изменение в расстоянии, равное 1 м, требуется, чтобы относительная точность часов равнялась $1 \text{ м} / 0.3 \text{ а.е.}$ (при радиолокации сигнал должен пройти от Земли до Венеры и обратно, т.е. пройти удвоенное расстояние между планетами, однако и расстояние, соответствующее перепадам рельефа, сигнал также проходит дважды). Так как $0.3 \text{ а.е.} \approx 4.5 \cdot 10^{10} \text{ м}$, получаем, что относительная точность часов должна была быть не хуже $2 \cdot 10^{-11}$.

3. Альтаир (α Орла) и Акрукс (α Южного Креста) имеют одинаковые видимые звездные величины в оптическом диапазоне. Какая из этих звезд будет ярче при наблюдении в ультрафиолетовой области спектра, если эффективная температура Альтаира равна 8000 К, а Акрукса — 28000 К?

Решение (8 баллов):

Известно, что чем больше эффективная температура звезды, тем в более коротковолновую область спектра смещается максимум излучения (по закону смещения Вина). Излучение ультрафиолетового диапазона (УФ) имеет меньшую длину волны, чем оптического. Следовательно, более горячая звезда — Акрукс — будет ярче в УФ, чем менее горячая — Альтаир.

4. Средняя плотность вещества звезды — красного гиганта составляет $1.5 \cdot 10^{-7}$ г/см³. Оцените минимально возможный период осевого вращения такой звезды.

Решение (8 баллов):

Минимально возможный период вращения можно получить, считая, что в этом случае скорость движения частиц на экваторе звезды совпадает с первой космической скоростью (в самом деле, если скорость движения частиц больше, то они просто улетят с поверхности).

Поскольку скорость движения по круговой орбите

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$

(M — масса тела, R — его радиус, G — гравитационная постоянная), то минимальный возможный период можно выразить как

$$P = \frac{2\pi R}{\sqrt{GM/R}} = \sqrt{\frac{3\pi}{G\rho}},$$

где ρ — средняя плотность тела ($\rho = \frac{3}{4\pi} M/R^3$). Подставляя числовые данные, получаем ответ — около $3 \cdot 10^7$ с, т.е. примерно один год.

5. Карликовая галактика Чаша 2, открытая в январе 2016 г, расположена на расстоянии 118 кпк от Солнца и имеет абсолютную звездную величину -8.2^m . Во сколько раз суммарная светимость данной галактики меньше светимости принадлежащего Млечному Пути шарового скопления Омега Центавра, расположенного на расстоянии $d = 18300$ св. лет и имеющего видимую звездную величину $m_c = +3.9^m$?

Решение (8 баллов):

Определим абсолютную звездную величину скопления:

$$M_c = m_c + 5 - 5 \lg(d/3.26) \approx -10^m.$$

По формуле Погсона для абсолютных звездных величин $M_c - M_\Gamma = 2.5 \lg \frac{L_\Gamma}{L_c}$,
 $L_\Gamma = L_c \cdot 10^{0.4(M_c - M_\Gamma)} \approx L_c \cdot 0.2$.