

определяем $M_V = -2,7^m$. Расстояние найдем по формуле:
 $5 \lg r = m_V + 5 - M_V$. Откуда $r = 92$ пк. Найдем относительное изменение светимости, предварительно определив по кривой блеска максимальную ($2,13^m$) и минимальную ($2,08^m$) видимые звездные величины.

$$\Delta L/L = (L_{\max} - L_{\min})/L_{\max} = 1 - 2,512^{(2,13-2,08)} = 0,047 = 4,7 \% .$$

Примечание: количество баллов по каждой задаче определяется решением жюри.

А.Л. Поплавский

РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ
ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ТУРА



ЗАДАЧА 1. Для определения даты действия правила, указанного в задаче, найдем звездное время момента верхней кульминации Звезды фараонов. Т.к. в момент верхней кульминации Сириуса (как и любого другого светила) его часовой угол $t=0^h$, то звездное время $s = t + \alpha = \alpha = 3^h 11^m$. В первом приближении разность звездного и среднего солнечного времен $s - T_c = 24^h N / 365,25$, где N – число солнечных суток после осеннего равноденствия. Т.к. верхняя кульминация происходила в местную среднюю солнечную полночь, $N \approx 48$ дней, или, считая днем осеннего равноденствия 22 сентября, искомая дата – 9 ноября. Высоту Сириуса в верхней кульминации найдем по формуле $h = 90^\circ - \varphi + \delta = 60^\circ - 36^\circ = 24^\circ$.

Примечание: в настоящую эпоху Сириус кульминирует в полночь как раз в дни проведения олимпиады.

ЗАДАЧА 2. В соединении комета будет находиться через половину своего синодического периода, который неизвестен, т.к. неизвестен ее звездный период. Но комета – долгопериодическая (т.е. ее период обращения вокруг Солнца превышает 200 лет) и находится в афелии орбиты, поэтому ее собственным движением можно пренебречь. Тогда в соединении она будет находиться через половину орбитального периода Земли, т.е. через 0,5 года. Долгопериодическая комета, приближающаяся к Солнцу на 1 а.е. в перигелии, должна иметь очень вытянутую орбиту, близкую к параболе. Поэтому, ее скорость в перигелии

$$V_{II} \approx \sqrt{2GM_C/r} = \sqrt{2 \cdot 6,67 \times 10^{-11} \cdot 2 \times 10^{30} / 1,5 \times 10^{11}} \text{ м/с} = 42 \text{ км/с}.$$

ЗАДАЧА 3. Для ответа на вопросы задачи определим разрешающую способность OWL. Дифракционное качество изображений связано с разрешающей способностью равной дифракционному пределу. Тогда в оптическом диапазоне $\beta = 138''/D_{mm} = 0,00138''$. Рассчитаем линейные размеры объектов, видимых с помощью OWL под углом β на расстояниях 1,33 пк и 200 пк. В первом случае получаем $d_{\alpha Cen} = \beta_{рад} \cdot 1,33 \text{ пк} = 270 \text{ 000 км}$. Т.к. звезда α Центавра А является солнцеподобной, то полученный размер соответствует $\sim 0,2$ диаметра звезды. Очевидно, что таких пятен не бывает. Рассмотрим случай с Бетельгейзе (α Ориона): $d_{\alpha Ori} = \beta_{рад} \cdot 200 \text{ пк} = 4,1 \times 10^7 \text{ км}$. Т.к. звезда является сверхгигантом, ее диаметр $\approx 900 D_C = 900 \cdot 2 \cdot 7 \times 10^5 \text{ км} = 1,25 \times 10^9 \text{ км}$. Тогда

величина $d_{\alpha Ori}$ будет составлять 0,033 диаметра Бетельгейзе. В последнее десятилетие доказано, что такие и намного больших размеров пятна могут существовать на звездах-сверхгигантах. В результате приходим к, казалось бы, неожиданному выводу. Пятна с помощью OWL можно наблюдать только на более далекой Бетельгейзе. *Примечание: для решения данной задачи необходимо знание характеристик солнцеподобных звезд и сверхгигантов.*

ЗАДАЧА 4. Определим угловые размеры Фобоса в сравнении с угловыми размерами Солнца для наблюдателей марсианской астрономической обсерватории. Рассмотрим крайний случай – наблюдатель находится на экваторе Марса, т.е. ближе всего к Фобосу, обращаясь по круговой экваториальной орбите на высоте $h = 9380 \text{ км} - 3390 \text{ км} = 5990 \text{ км}$. При этом спутник Марса имеет угловые размеры $(28/5990) \text{ рад} \times (20/5990) \text{ рад} = 16' \times 11,5'$. Угловой диаметр Солнца равен $(32/1,524)' = 21'$. Легко видеть, что Фобос не сможет полностью закрыть Солнце при наблюдении из любой точки поверхности Марса. Поэтому в марсианской обсерватории можно увидеть только кольцеобразное затмение при наибольшем закрытии диска Солнца (оно будет квазикольцеобразным из-за несферичности Фобоса) и частные фазы. Определим на сколько звездных величин станет темнее. При наибольшей фазе Фобос закрывает Солнце своим наибольшим поперечником. Будем считать этот поперечник эллиптическим. Тогда отношение освещенности во время затмения к освещенности до затмения $E_{затм}/E_0 = 1 - S_{\phi}/S_C$, где S_{ϕ} – площадь наибольшего сечения Фобоса. Т.к. площадь эллипса равна πab (a – большая полуось, b – малая), получим $E_{затм}/E_0 = 1 - (16' \cdot 11,5')/(21')^2 = 0,58$. Следовательно, изменение звездной величины $\Delta m = 2,5 \lg(E_0/E_{затм}) \approx 0,6^m$. Таким образом, на Марсе станет темнее всего на $0,6^m$.

ЗАДАЧА 5. В задаче кривая блеска и зависимость период – абсолютная звездная величина представлены по данным спутника HIPPARCOS. Звездные величины приведены в лучах V (зеленая область спектра). С помощью кривой блеска находим период Полярной звезды: $P = 4,0 \text{ сут}$. Вычислив десятичный логарифм этой величины, по графику период – абсолютная звездная величина