

VI Российская олимпиада школьников по астрономии и космической физике

Решения задач теоретического тура

Троицк,
24-30 марта 1999 г.

10 класс.

1. Так как нам известны широта и высота, то мы можем найти склонение Луны в этот (пока неизвестный для нас) день:

$$\begin{aligned}h_{\text{л}} &= 90^\circ - \varphi + \delta_{\text{л}} \\ \delta_{\text{л}} &= h_{\text{л}} - 90^\circ + \varphi \\ \delta_{\text{л}} &= 53^\circ,5 - 90^\circ + 60^\circ = 23^\circ,5.\end{aligned}$$

Поскольку Луна находится в узле, она наблюдается на эклиптике. Но так как Луна и Солнце во время полнолуния находятся в противоположных точках небесной сферы, то склонение Солнца равно $-23^\circ,5$. Следовательно, это произошло в одну из дат, близкую ко дню зимнего солнцестояния, то есть, в конце декабря.

2. Цвет звезды зависит от распределения энергии в её видимом спектре. Если учёный не ошибся (бывает, увы, и такое), и по спектральным линиям поглощения звезда имеет спектральный класс $A0$, то это могло произойти в одном случае – если излучение звезды испытало сильное межзвёздное поглощение. Как известно, слой межзвёздной пыли сильнее поглощает коротковолновое излучение, чем длинноволновое (как и при рассеянии света в земной атмосфере). Поэтому, если луч света преодолел большую толщину межзвёздной пыли, звезда не только ослабела, но и спектр её излучения мог измениться так, что интенсивность коротковолнового излучения стала меньше интенсивности длинноволнового излучения. Это и означает, что звезда кажется красной. Поскольку пыль сосредоточена в тонком слое в диске Галактики, звезда должна находиться в полосе Млечного Пути.
3. В этот момент Всемирное время составляло $10 - 3 = 7$ час. Поскольку звёздные часы убегают по сравнению с солнечными на $3 \text{ мин } 56 \text{ с} = 236$ секунд за солнечные сутки, в Гринвиче звёздное время на этот момент составило

$$S_{\Gamma} = 12^{\text{ч}} 12^{\text{м}} 00^{\text{с}} + 7 \text{ час} + (7/24) \cdot 236 \text{ с} = 19 \text{ час } 13 \text{ мин } 09 \text{ с}.$$

Поскольку разность времён равна разности долгот, получаем:

$$S = S_{\Gamma} + \lambda = 19^{\text{ч}} 13^{\text{м}} 09^{\text{с}} + 2^{\text{ч}} 29^{\text{м}} 15^{\text{с}} = 21 \text{ час } 42 \text{ мин } 24 \text{ с}.$$

4. Если бы Солнце не двигалось по эклиптике, то моменты стояний и наибольших элонгации совпадали бы. Но из-за движения Солнца по эклиптике с запада на восток стояния имеют место тогда, когда скорость

видимого движения планеты вдоль эклиптики компенсирует скорость Солнца. Поэтому правильным является 'Ответ 4'.

5. Линейный диаметр туманности составляет около $2,9$ пк (в одном радиане $180 \cdot 60 / \pi \approx 3438$ угловых минут, $2000 \cdot 5 / 3438 \approx 2,9$ пк). Для увеличения размеров на 10% (то есть, радиуса — на $0,145$ пк) требуется время

$$t \approx 0,145 \cdot 3,1 \cdot 10^{16} \text{ м} / 10^6 \text{ м/с} \approx 4,5 \cdot 10^9 \text{ с},$$

или около 140 лет.

6. Здесь нужно рассмотреть два аспекта. 1. Достаточно ли яркая Луна, чтобы быть видимой с Марса. 2. Достаточно ли угловое расстояние между Землёй и Луной, чтобы для невооружённого глаза они не сливались в один светящийся объект.

1. Расстояние от Луны до Марса меняется от $0,52$ а.е. до $2,52$ а.е. и в среднем составляет $1,52$ а.е. При этом, если бы Луна наблюдалась с Марса в своё полнолуние, то её звёздная величина была бы равна

$$m \approx -12,8^m + 5 \lg (1,52 \cdot 150000 / 384) \approx -12,8^m + 13,9^m \approx +1,1^m.$$

При наибольшем удалении Луны от Марса аналогично получаем $m \approx +2,2^m$. Таким образом, хотя Луна на Марсе в тёмное время суток не может наблюдаться в полнолуние, имеется достаточный запас яркости для того, чтобы она была хорошо видна невооружённым глазом в других конфигурациях. (Примечание: для большей корректности можно посчитать, например, звёздную величину Луны в случае, когда Земля для марсиан находится в наибольшей элонгации, ответ получается около $+1,6^m$)

2. Угловое расстояние между Луной и Землёй достаточно велико, даже в случае наибольшего удаления Земли от Марса оно составит $\arcsin((384/150000)/2,52)$, что соответствует примерно $3,5$ угловым минутам. Так что система будет вполне разрешаема глазом.

Таким образом, Луну на Марсе не просто можно увидеть, скорее её сложно не заметить.