

VI Российская олимпиада школьников по астрономии и космической физике

Решения задач теоретического тура

Троицк,
24-30 марта 1999 г.

8-9 класс.

1. Чтобы Солнце не восходило в течение лунных суток, угол между осью вращения Луны и направлением на Солнце должен быть больше, чем $90^\circ + i = 91.5^\circ$. Отсюда угловое расстояние наблюдателя от полюса Луны не должно превышать 1.5° , т.е. селенографическая широта должна быть больше $90^\circ - 1.5^\circ = 88.5^\circ$.
2. Потому что, чем дальше от полюса, тем более длинные дуги оставляют звезды (больше их угловая скорость перемещения по небу), а следовательно, их свет размазывается на большую площадь, что и приводит к уменьшению яркости дуг.
3. В силу того, что Марс в среднем в полтора раза дальше от Солнца, чем Земля, угловой диаметр Солнца на марсианском небе в полтора раза меньше, чем на Земле, то есть около $20'$.
Из-за большой запыленности марсианской атмосферы небо приобретает красноватый оттенок. Тем не менее, из-за разреженности атмосферы, днем можно увидеть яркие звезды и планеты. Число звезд видимых днем можно увеличить, если подняться на одну из марсианских гор.
Звезды ночью видны лучше, чем на Земле, из-за меньшего поглощения в атмосфере. Предел для наблюдения невооруженным глазом составит около $7m$. Конфигурации созвездий точно такие же, как и на Земле. Движение Солнца и планет среди звезд будет почти таким же, как и для земного наблюдателя. Отличие состоит в том, что направление оси вращения Марса отличается от направления земной оси. Как следствие, суточное вращение будет происходить вокруг другой точки неба.
Условия видимости планет.
Максимальная элонгация Меркурия в полтора раза меньше, чем для земного наблюдателя. По-видимому, эта планета бывает редко доступна для наблюдений невооруженным глазом из-за большой близости к Солнцу.
Венера также будет располагаться ближе к Солнцу. Время её видимости сократится. При этом Венера останется самой яркой планетой на небе.
Земля окажется самой удобной для наблюдения внутренней планетой. Ярче нее только Венера и Юпитер. Максимальная элонгация Земли 38° . Рядом с Землей можно увидеть Луну.
Блеск внешних планет практически не меняется. Отличие состоит в том, что с Марса можно наблюдать Уран невооруженным глазом. Более того, наблюдаемыми становятся крупные астероиды главного пояса, такие как Веста и Церера.
Пожалуй, наибольшее отличие марсианского неба от земного состоит в

наличие двух «лун». И Фобос и Деймос обращены к Марсу одной стороной. Фобос движется по низкой орбите в сторону, обратную суточному вращению Марса. Это проявляется обратной сменой фаз. Причем, увидеть эту смену фаз можно три раза за сутки. Из-за близости к поверхности угловой размер Фобоса сильно зависит от высоты над горизонтом: в зените $15'$ и $9'$ у горизонта. Деймос располагается гораздо дальше от поверхности Марса. Лишь наблюдатель с острым зрением сможет увидеть маленький диск этой Луны ($2,5'$). Из-за таких спутников на Марсе не бывает полных солнечных затмений, но зато полные «лунные» затмения происходят весьма часто.

4. Телескоп увеличивает количество света от звезды, попадаемого в глаз наблюдателя, но не увеличивает, а только уменьшает видимую яркость неба (в этом легко убедиться, взглянув днем на небо в телескоп). Причина этого в том, что телескоп увеличивает угловой размер того небольшого кусочка неба, который виден в окуляр, как бы размазывая его свет на большую площадь, а это неизбежно приводит к тому, что небо в окуляр выглядит менее ярким, чем невооруженным глазом (строго говоря, это будет иметь место при любом увеличении, большем равнозрачкового). Поэтому на потемневшем фоне звезды будут легче различимы – особенно при использовании больших увеличений (но не на столько больших, при которых изображения звезд выглядят как размытые протяженные пятна, потому что тогда их яркость будет падать с ростом увеличения).

5. (только 8-й класс)

Период между двумя одноименными кульминациями звезды называется звездными сутками. Между двумя разноименными кульминациями проходит половина этого периода, т.е. половина звездных суток.

Таким образом, время $t_{н.к}$ ближайшей нижней кульминации равно:

$$t_{н.к} = 5^h 41^m + \frac{23^h 56^m}{2} = 17^h 39^m.$$

6. (только 8-й класс)

Большой телескоп собирает больше света, что позволяет видеть объекты более яркими. При этом, чем шире поток, принимаемый объективом телескопа, тем сильнее влияние атмосферной турбуленции, искажающей этот поток, что приводит к замазыванию изображения.

5. (только 9-й класс)

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. (только 9-й класс)

Вариантов может быть много в зависимости от фантазии отвечающего, но все они сводятся к использованию второго закона Ньютона.

Наиболее практично измерять частоту колебаний тела (сравнивать с частотой колебания «гири»), прикрепленного к концу пружины или пружин, концы которых закреплены на массивном корпусе корабля.