



**XVII Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада**
теоретический тур, решения

2010
21
февраля

5–6 классы

1. Примерно сорок лет назад в СССР был очень популярен фильм «Тени исчезают в полдень», действие которого происходит в сибирской деревне. Исчезают ли там когда-нибудь тени и почему? Где, когда и почему тени могут исчезать в полдень?

Решение:

Если в какой-то момент тени исчезли, то это означает, что Солнце находится прямо над головой — в зените (пропажу теней по из-за пасмурного неба или ночного времени суток мы рассматривать не будем; помимо всего прочего, эти причины явно не могут систематически возникать во время полудня). Следовательно, вопросы задачи сводятся к таким: может ли Солнце наблюдаться в зените в Сибири и при каких условиях его можно наблюдать в зените.

Плоскость земного экватора наклонена к плоскости орбиты Земли вокруг Солнца под углом $23^\circ.5$. В результате Солнце может оказаться в зените только в точках поверхности Земли, находящихся на угловом расстоянии не более $23^\circ.5$ от земного экватора — т.е. в пределах от $23^\circ.5$ южной широты до $23^\circ.5$ северной широты (соответствующие параллели на Земле называются тропиками). Именно там тени в полдень могут пропадать (и случается это не более двух раз в год).

Сибирь — территория явно не приэкваториальная, так что ответ на первый вопрос задачи: в сибирской деревне тени в полдень исчезать не могут.

2. Завтра, 22 февраля 2010 года, некий человек пойдет на запад и увидит прямо перед собой Луну в первой четверти. Если человек при этом посмотрит на часы, какое примерно время они ему покажут?

Решение:

Если Луна находится в первой четверти (т.е. освещена правая половина диска), то это означает, что угол между направлениями на Луну и на Солнце равен 90° , причем Солнце находится на небе справа от Луны. Луна по условию на западе, следовательно, Солнце должно находиться в направлении на север (и под горизонтом). Это означает, что в это время — истинная солнечная полночь. Если действие происходит в России, то часы человека должны показывать примерно 1 час ночи (так как в России действует декретное время, на один час опережающее поясное).

Впрочем, в задаче не сказано, что место действия — именно Россия. Отсутствие декретного времени приведет к ответу «12 часов ночи». В более южных широтах существенным станет то обстоятельство, что линия, по которой Луна движется в течение суток, наклонена к горизонту под большим углом — из-за этого описанная в задаче ситуация наступит раньше, чем в истинную полночь. Однако в этом случае точный расчет времени становится достаточно сложной задачей.

Наконец, действие может происходить и в южном полушарии. В этом случае ответ не изменится, но немного поменяется само решение. В этом случае первая четверть

луны будет соответствовать освещенной *левой* половине диска, а Солнце окажется не на севере, а на юге (но также под горизонтом).

3. Различаются ли продолжительности покрытий некоторой далекой звезды Солнцем и Луной и во сколько раз? Угловые размеры Солнца и Луны можно считать одинаковыми.

Решение:

Покрытия происходят, когда Луна или Солнце в своем движении среди звезд закрывают какую-либо звезду от наблюдателя. Движение Луны среди звезд является отражением ее движения по орбите вокруг Земли, а Солнца — отражением движения Земли по орбите вокруг него. Эти два движения происходят с разными угловыми скоростями (угловая скорость — скорость изменения направления на объект), т.е. за одинаковый промежуток времени. Луна совершает полный оборот по небу (360°) чуть меньше, чем за месяц (точнее, за 27.3 суток), а Солнце — за год (примерно за 365.3 суток). Значит, угловая скорость Луны в

$$\frac{365.3}{27.3} \approx 13 \text{ раз больше угловой скорости Солнца}$$

и покрытие звезды Солнцем будет продолжаться в 13 раз дольше, чем Луной.

4. Согласно утверждению древнегреческого философа Аристотеля, звездное небо не изменяет своего вида, а все, что на небе меняется — это атмосферные явления. Однако, когда в 1572 году произошла вспышка сверхновой, датский астроном Тихо Браге смог опровергнуть это утверждение. Как он это сделал?

Решение:

Многие маленькие дети обнаруживают, что если поместить палец недалеко от собственного носа и смотреть на него попеременно то правым, то левым глазом, то будет казаться, что палец перемещается на фоне более далеких предметов. Это явление — состоящее в том, что направление на некоторый объект меняется при наблюдении его из разных точек — носит название параллактического эффекта и играет весьма большую роль в астрономии, позволяя определять расстояния до небесных объектов. Достаточно очевидно (можете проверить сами, реализовав описанный выше опыт с пальцем), что кажущееся смещение объекта будет тем меньше, чем дальше от наблюдателя он будет находиться.

Именно этим и воспользовался Тихо Браге. Он обнаружил, что при перемещении наблюдателя по поверхности Земли сверхновая не меняла своего видимого положения относительно далеких звезд и, следовательно, находилась на таком расстоянии, на котором параллактическое смещение настолько мало, что его невозможно заметить. На этом основании он сделал вывод о том, что сверхновая находится по крайней мере на таком же расстоянии, что и планеты Солнечной системы (а на самом деле — еще намного дальше).

5. Астроном наблюдает звезду во время ее захода точно на западе. В этот момент на востоке восходит другая звезда. Астроном начинает разворачивать телескоп на вторую звезду со скоростью, в 35 раз большей скорости суточного движения звезд на небе. Сколько времени уйдет на перевод телескопа на вторую звезду?

Решение:

Звезды движутся по небу в течение суток из-за того, что Земля, с которой мы на них смотрим, вращается вокруг своей оси. Поэтому полную окружность — 360° —

каждая звезда проходит за 24 часа (на самом деле чуть меньше, но для решения задачи эта поправка несущественна). Тогда получается, что скорость движения звезды составляет $360^\circ/24 \text{ часа} = 15^\circ/\text{час}$.

Так как наблюдавшиеся звезды находятся в диаметрально противоположных точках неба, угловое расстояние между ними составляет 180° . Вторая звезда движется со скоростью $15^\circ/\text{час}$ навстречу телескопу, а тот по условию движется к ней со скоростью, в 35 раз большей. Следовательно, относительная скорость их сближения в $35+1 = 36$ раз больше и составляет $15 \times 36 = 540^\circ/\text{час}$. Время, которое потребуется на то, чтобы пройти с этой скоростью угловое расстояние 180° , равно $180/540 = 1/3$ часа, т.е. 20 минут.