

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

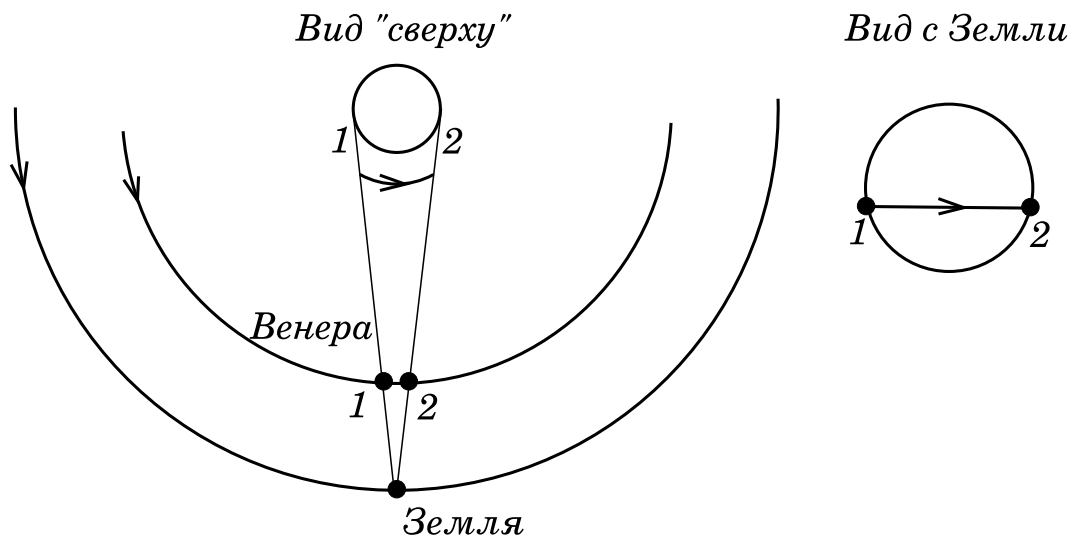
2012
19
февраля

7–8 классы

1. 6 июня состоится прохождение Венеры по диску Солнца. В каком направлении (справа налево или слева направо) Венера будет двигаться по диску? Зависит ли ответ на предыдущий вопрос от места наблюдения? Обоснуйте свой ответ.

Решение:

Все планеты движутся по своим орбитам вокруг Солнца против часовой стрелки, если смотреть с северного полюса. Когда Венера проходит по диску Солнца для наблюдателя с Земли, она находится на стороне своей орбиты, наиболее близкой к Земле (в так называемом нижнем соединении). В этом случае относительно земного наблюдателя, находящегося в северном полушарии Земли, Венера будет двигаться слева направо (см. рисунок).



Совершенно очевидно, что для наблюдателя из южного полушария картина перевернется и Венера будет двигаться по диску Солнца справа налево.

Строго говоря, все вышесказанное касается средних и высоких широт обоих полушарий. Приэкваториальная область оказывается «переходной», там происходит переворот картинки, и Венера для наблюдателей на этих широтах движется практически в вертикальном направлении.

2. Человек, стоящий на экваторе Земли, движется с некоторой скоростью относительно центра Земли. Космонавт, стоящий на экваторе Луны, движется с некоторой скоростью относительно центра Луны. Какая из этих двух скоростей больше и во сколько раз, если известно, что радиус Луны в 4 раза меньше радиуса Земли?

Решение:

Движение стоящего на экваторе человека относительно центра планеты возникает вследствие вращения этой планеты вокруг своей оси. Каждая точка экватора планеты, совершая полный оборот в 360° , проходит при этом путь, равный длине окружности экватора $L = 2\pi R$, где R — радиус планеты. Так как радиус Луны в 4 раза меньше радиуса Земли, то и длина окружности экватора Луны в 4 раза меньше длины экватора Земли. Земля делает полный оборот вокруг своей оси за 1 сутки, а Луна — за 27.3 суток (можно округлить до 30). Таким образом, точка на экваторе Земли проходит в 4 раза больший путь за примерно в 30 раз меньшее время. Следовательно, скорость, с которой человек, стоящий на экваторе Земли, движется относительно ее центра, примерно в 120 раз больше аналогичной скорости для Луны.

3. Астроном, находящийся в Петербурге, наблюдает некоторую звезду в зените. Другой астроном, в другом городе, в тот же момент наблюдает ту же звезду около горизонта. Оцените расстояние между городами. На каких материках может находиться второй город?

Решение:

Поскольку оба астронома наблюдают одну и ту же далекую звезду (отметим, что звезда не может быть Солнцем — в Петербурге оно в зените не бывает), то направление на нее из обоих городов должно совпадать. Однако в Петербурге это направление совпадает с направлением радиуса Земли, проведенного к городу, а в другом городе — перпендикулярно ему. Следовательно, радиусы, проведенные к Петербургу и другому городу, должны быть перпендикулярны друг другу. Поскольку Земля — шар, это означает, что расстояние между городами составляет четверть окружности Земли, т.е. около 10 тысяч километров.

Кроме этого, можно заметить, что оба астронома наблюдали звезду одновременно. Отсюда можно сделать вывод, что оба города находятся примерно на одном и том же меридиане, иначе, когда в одном из них темно, в другом будет светло, и наблюдать звезды будет невозможно. Вспомнив, как выглядит карта Земли, можно понять, что возможный материк только один — Африка.

4. Оцените среднюю площадь одного созвездия в квадратных градусах.

Решение:

Квадратный градус — это участок на небесной сфере размером $1^\circ \times 1^\circ$. Так как общее количество созвездий на небе известно (88), задача сводится к оценке площади небесной сферы в квадратных градусах. Неплохую оценку можно получить, сравнив небесную сферу с поверхностью Земли, на которой координаты каждой точки задаются широтой (диапазон изменения которой составляет 180°) и долготой (диапазон изменения — 360°). Тогда в качестве оценки можно сказать, что поверхность любой сферы (и Земли, и небесной сферы в том числе) составляет примерно $180 \cdot 360 \approx 65$ тыс. квадратных градусов. На самом деле этот результат несколько завышен, поскольку в окрестности полюсов сферы меридианы сходятся, однако для оценки им можно воспользоваться. В итоге получаем, что средняя площадь одного созвездия составляет $65\,000/88 \approx 700$ квадратных градусов.

5. Много лет назад в нашей Галактике недалеко друг от друга вспыхнули две Сверхновые. В результате вспышек образовалось два «пузыря» из горячего и разреженного межзвездного газа, плотность вещества которых меньше плотности окружающей межзвездной среды. Затем эти два «пузыря» начали двигаться относительно ближайших к ним звезд в диаметрально противоположных направлениях. Почему «пузыри» начали двигаться? Почему направления движения оказались противоположными?

Решение:

Газ внутри «пузырей» менее плотный, чем окружающая среда. Следовательно, если в окрестности «пузырей» действует тяготение (что, конечно, верно), то «пузыри», в соответствии с обычным законом Архимеда, должны всплывать вверх.

Но что значит «вверх» в Галактике? Известно, что в простейшем приближении наша Галактика представляет собой сравнительно тонкий диск. Поэтому для всех объектов Галактики направлением «вверх» — против силы тяжести — будет направление от диска. Тогда, если два «пузыря» оказались с двух разных сторон относительно плоскости диска, направления, в которых на них будет действовать сила Архимеда, окажутся практически противоположными.