



7–8 классы

1. Две звезды одновременно восходят в Петербурге. При этом известно, что первая звезда зайдет через 12 часов после восхода, а вторая — через 3 минуты после восхода. Расстояние от первой звезды до Солнца составляет 5 парсек. Расстояние от второй звезды до Солнца — 12 парсек. Чему равно расстояние между этими двумя звездами в парсеках?

Решение:

Точки восхода и захода звезды в некоторой местности симметричны относительно линии, соединяющей север и юг. Отсюда несложно догадаться, что звезда, между восходом и заходом которой прошло 3 минуты, взошла (и зашла) практически точно на юге, а звезда, между восходом и заходом которой прошло 12 часов (т.е. половина суток) взошла точно на востоке и зашла точно на западе.

Итак, в некоторый момент времени (когда обе звезды всходили), они обе находились на горизонте, причем одна из них находилась точно на востоке, а вторая — точно на юге. Следовательно, угол между направлениями на эти звезды при наблюдении с Земли (и, как следствие, с Солнца) равен 90° , т.е. он прямой. Таким образом, треугольник, образованный звездами и Солнцем, прямоугольный, в нем нам известны два катета и нам требуется найти гипотенузу. Теорема Пифагора позволяет это сделать: $\sqrt{5^2 + 12^2} = \sqrt{169} = 13$ пк.

2. Будем считать, что Солнце полностью состоит из протонов (ядер атомов водорода). Известно, что каждый отдельный протон сталкивается с каким-то другим протоном в среднем один раз в 10 миллиардов лет. Оцените, сколько столкновений двух протонов происходит в Солнце за одну секунду, если масса Солнца составляет $2 \cdot 10^{33}$ г, а масса одного протона — $2 \cdot 10^{-24}$ г.

Решение:

Если мы разделим массу Солнца на массу одного протона, то получим количество протонов в Солнце. Это количество составляет

$$N = \frac{2 \cdot 10^{33}}{2 \cdot 10^{-24}} = 10^{57} \text{ штук.}$$

Каждый протон сталкивается с каким-то другим протоном раз в 10 миллиардов лет, т.е. раз в 10^{10} лет или раз в $3 \cdot 10^{17}$ секунд (выяснить, что в году примерно $3 \cdot 10^7$ секунд, можно, приближенно вычислив $365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60$). Следовательно, раз всего протонов 10^{57} , то количество столкнувшихся за одну секунду протонов равно

$$\frac{10^{57}}{3 \cdot 10^{17}} = \frac{1}{3} \cdot 10^{40}.$$

Однако в каждом столкновении участвует по крайней мере два протона (и, в подавляющем большинстве случаев, не больше двух), поэтому для оценки числа столкновений последний результат надо разделить на два. В итоге получаем, что в секунду на Солнце происходит $(1 \div 2) \cdot 10^{39}$ столкновений.

3. Как известно, сейчас в России существует традиция отмечать «старый Новый год», который наступает в ночь с 13 на 14 января. Определите, в какой момент (с точностью до минуты) по московскому времени в 2013 году надо было отмечать наступление «старого Нового года», если известно, что дореволюционная Россия не только жила по юлианскому календарю, но и использовала в качестве стандартного времени среднее солнечное время Пулковской обсерватории. Долгота обсерватории равна $30^{\circ}19'$ восточной долготы.

Решение:

Во-первых, долгота обсерватории отличается от долготы центрального меридиана часового пояса на $19'$. Поскольку в окружности Земли по долготе 24 часа или 360° , то каждый часовой пояс имеет ширину 15° , и, следовательно, смещение на $15'$ по долготе соответствует изменению времени на 1 минуту. Поэтому разница в $19'$ с интересующей нас точностью также означает, что Новый год до революции был сдвинут на 1 минуту *раньше* (так как обсерватория восточнее центрального меридиана часового пояса).

Во-вторых, как известно, сейчас в России московское время по сравнению с временем соответствующего часового пояса также сдвинуто вперед на два часа, причем сдвиг этот был введен не ранее 1917 года.

В итоге получаем, что «старый Новый год» наступает в 1 час 59 минут ночи 14 января.

4. Оцените размер (в километрах) деталей рельефа на диске Луны, видимых невооруженным глазом (т.е. без телескопа). Известно, что невооруженным глазом человек может увидеть детали с угловым размером не менее $1'$, диаметр Луны примерно в четыре раза меньше диаметра Земли.

Решение:

Известно, что угловой диаметр диска Луны составляет примерно полградуса, т.е. $30'$. Следовательно, невооруженным глазом можно увидеть детали, примерно в 30 раз меньше диаметра Луны. Сам диаметр Луны, как следует из условия, примерно в 4 раза меньше диаметра Земли, а последний составляет примерно 13 тыс.км. В итоге получаем

$$\frac{13000}{4 \cdot 30} \approx 100 \text{ км.}$$

5. Пунктуальный полярник идет вдоль центрального меридиана некоторого часового пояса к географическому полюсу, проходит через полюс и оказывается в другом часовом поясе. На сколько часов и вперед или назад полярнику надо перевести часы? Нужно ли ему менять дату на календаре, и если нужно, то в какую сторону? Рассмотрите все возможные случаи.

Решение:

Предположим для начала, что полярник работает в Арктике (а полюс, соответственно, северный). Новый часовой пояс будет диаметрально противоположным старому, поэтому часы полярник в любом случае должен перевести на 12 часов в какую-то сторону. При этом, если при пересечении полюса линия перемены дат для полярника оказывается справа, то это означает, что он переходит из восточного полушария в западное, т.е. часы следует перевести на 12 часов назад, если же линия перемены дат слева, то вперед. При переводе часов может оказаться, что новое время попадает в другие сутки (например, в исходном часовом поясе 6 часов утра, а полярник переводит часы назад): в таком случае следует перевести в том же направлении также и календарь (т.е. в рассматриваемом примере 24-часовые часы переводятся на 18 часов, а календарь — на сутки раньше).

Если полярник работает находится в Антарктиде, то процедура остается практически такой же, однако меняется относительное положение линии перемены дат: если она при переходе через полюс окажется слева, что часы переводятся вперед, если справа — назад.