

8-9 класс

1. Условие. Из аэропорта Толмачево в Новосибирске рейс 178 вылетает в 10 часов утра по местному времени. В аэропорту Домодедово этот же рейс приземляется в 10 утра, но уже по московскому времени. Оцените, с какой средней скоростью летит самолет, если учесть, что города находятся на одной широте, но в разных часовых поясах. Что также может повлиять на точность вашего расчета? Свой ответ поясняйте графически. Длину окружности экватора Земли округлим до 40 тыс. км.

1. Решение. Предположим сначала, что Новосибирск и Москва расположены в середине своих часовых поясов. Предположим, также, что самолет летит вдоль параллели, на которой расположены Москва и Новосибирск. В таком случае, чтобы вылететь и приземлиться в одно и то же поясное время самолет должен двигаться с той же скоростью, что и скорость вращения Земли на широте Москвы (Новосибирска).

Произвольная точка на земном экваторе за звездные сутки проходит расстояние 40000 км. Значит, она движется со скоростью около 1700 км/ч. На широте φ произвольная точка будет двигаться со скоростью в $\cos \varphi$ раз меньшей, т.е. 930 км/ч. Это немного превышает скорость пассажирских самолетов, а если учесть, что для взлета и посадки требуется дополнительные маневры, то средняя скорость реальных самолетов окажется еще меньше.

На точность наших расчетов повлияли следующие факторы. Во-первых, Москва и Новосибирск не находятся в серединах своих часовых поясов. Во-вторых, самолеты летают по путям, которые приблизительно совпадают с дугами больших кругов, проходящих через точки отправления и назначения, а не вдоль параллелей.

2. Условие. На новой астрономической площадке Московского планетария, недавно открытого после реконструкции, установлен указатель расстояний до разных пунктов на нашей планете: «МГУ им. Ломоносова — 7,5 км», «Нижний Новгород — 390 км», «г. Эльбрус — 1485 км», «Филиппинские о-ва — 8485 км» — всего около тридцати. Стрелки указателя расположены не горизонтально, а в соответствии с реальным направлением на данный пункт.

а) Под каким углом к вертикали расположена установленная с южной стороны столба стрелка с надписью «южный полюс»?

б) Надпись на этой стрелке гласит: «южный полюс — 16195 км». Каково на самом деле расстояние от указателя до южного полюса Земли «по прямой»?

2. Решение. Сделаем рисунок: изобразим земной шар (точнее, его сечение плоскостью московского меридиана) и обозначим O — центр Земли, M — Москва и S — южный

17 марта 2012 год.
66-я Московская астрономическая олимпиада

полюс. Пренебрегая сжатием Земли, будем считать треугольник MOS равнобедренным: угол MOS в нём равен 146° , т.к. широта Москвы — 56° . В точке M отрезок MO — это вертикаль, а MS — направление на южный полюс; угол между ними равен

$$(180^\circ - 146^\circ) : 2 = 17^\circ.$$

Теперь вычислим расстояние. Сторона MS треугольника равна

$$2 \cdot OM \cdot \cos 17^\circ = 1,93 \cdot OM.$$

Приняв земной радиус OM равным среднему (6370 км), получим MS = 12300 км.

3. Условие. Герои повести современного канадского фантаста Ричарда Ловетта проводят геологические изыскания на Тритоне. Вот как автор описывает пейзаж:

"Низко над западным горизонтом висел большой полумесяц Нептуна. На ладонь выше восточного зависло солнце. Когда я проснусь, Нептун так и останется на прежнем месте. А солнце будет ходить по кругу, завершая его каждые несколько дней". (Ричард Ловетт "Сокровище Нептуна" – журнал "Если" №12, 2010 год, стр.84, перевод с английского Андрея Новикова)

Всё ли в этом отрывке правильно с точки зрения астрономии?

3. Решение. Возможно ли, чтобы при наблюдении с Тритона Нептун «оставался на прежнем месте»? — Да, поскольку это синхронный спутник; период его вращения вокруг своей оси равен периоду обращения вокруг планеты, и направления вращений совпадают. Поэтому Тритон, подобно Луне, повёрнут к Нептуну одной своей стороной, и для наблюдателя, находящегося на этой стороне Тритона, Нептун висит над горизонтом в одном и том же месте.

Возможно ли, чтобы «Солнце ходило по кругу»? — Да, поскольку ось вращения Тритона сильно наклонена к эклиптике. Обращаясь вместе с Нептуном вокруг Солнца, Тритон попеременно «показывает» Солнцу то один, то другой свой полюс. Наблюдатель, расположенный в приполярной зоне, действительно может видеть незаходящее Солнце, описывающее полный круг за период вращения спутника (примерно за 6 суток).

Ошибка автора в другом. Персонаж видит Нептун низко над западным горизонтом, а Солнце — низко над восточным. Однако при таком расположении светил фаза Нептуна должна быть почти полной. Тогда как автор описывает «большой полумесяц».

4. Условие. В одном учебнике по астрономии написано, что «расхождение между старым и новым стилем, составляющее в настоящее время в 13 суток, сохранится до конца XXI века». Согласны ли вы с этим утверждением?

17 марта 2012 год.
66-я Московская астрономическая олимпиада

4. Решение. На первый взгляд кажется, что утверждение правильное. Действительно, вплоть до 2100 года расхождений в счёте високосных лет у старого и нового стиля не будет. Расхождение появится 14 марта 2100 года по новому стилю, которому будет соответствовать 29 февраля по старому.

Тем не менее, утверждение из учебника не совсем точно. Дело в том, что следующий, XXII век начнётся только 1 января 2101 года! (Поскольку нулевого года в нашей эре не было, счёт лет в столетии начинается с первого года и заканчивается сотым). Таким образом, в конце XXI века будет период в несколько месяцев, когда разница стилей станет равной уже не 13, а 14 суток.

5. Условие. Когда ваши бабушки и дедушки были маленькими, на радио была чудесная детская передача «Радионяня». Однажды в передаче прозвучала песенка на стихи Аркадия Хайта:

*Над Землю ночью поздней,
Только руку протяни,
Ты ухватишься за звёзды:
Рядом кажутся они.
Можно взять перо Павлина,
Тронуть стрелки на Часах,
Покататься на Дельфине,
Покачаться на Весах.*

Из каких мест на Земле можно наблюдать все упомянутые созвездия? Можно ли выбрать такое время наблюдения, чтобы увидеть одновременно все четыре?

5. Решение. Место, из которого можно видеть все созвездия земного неба, существует — это экватор. При удалении наблюдателя в северное полушарие становятся невосходящими объекты, расположенные вблизи южного полюса мира, при удалении в южное полушарие — расположенные вблизи северного полюса мира. Самое северное из упомянутых созвездий — Дельфин, его центр имеет склонение примерно 15° , поэтому Дельфин не восходит южнее 75 параллели южной широты. Самое южное из упомянутых созвездий — Павлин, его центр имеет склонение примерно -65° , поэтому Павлин не восходит севернее 25 параллели северной широты. Итак, между 25 параллелью северной широты и 75 параллелью южной широты каждое из упомянутых созвездий бывает видно над горизонтом.

Чтобы ответить на второй вопрос задачи, нужно знать прямые восхождения созвездий. Центр Часов имеет прямое восхождение 3.5^h , центр Весов -15^h , центр Павлина -19.5^h , центр Дельфина -20.5^h . На экваторе все светила проводят над горизонтом и под горизонтом по половине суток, и несколько объектов могут быть видны одновременно,

17 марта 2012 год.
66-я Московская астрономическая олимпиада

если их прямые восхождения лежат в интервале менее 12^h . Поэтому с экватора можно увидеть одновременно или Весы, Павлина и Дельфина, или Павлина, Дельфина и Часы.

И тем не менее увидеть все четыре созвездия над горизонтом одновременно возможно. Учтём, что Дельфин — самое северное из них — по прямому восхождению расположен примерно в середине интервала. Удалимся в средние южные широты, где Павлин уже не заходит, и выберем момент, когда Дельфин кульминирует на севере. При этом Весы, опережающие Дельфина в суточном движении на пять часов, будут видны на западе, а Часы, отстающие на семь часов, — над юго-восточным горизонтом. Такую картину можно наблюдать в полночь в конце июля-начале августа (когда прямое восхождение Солнца равно 8.5^h), до полуночи в сентябре-октябре и после полуночи в июне-июле.