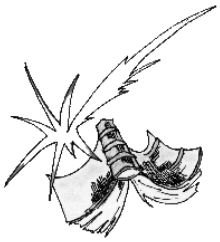

# XXXII Санкт-Петербургская Астрономическая олимпиада

**отборочный тур, решения**

**2025**

**до 17 января**

## *7–8 классы*

**1.** Планета совершает один оборот вокруг своей оси за 30 часов. Радиус планеты равен 5000 км. С какой скоростью (в км/с) нужно двигаться по экватору планеты, чтобы «остановить вращение планеты», при этом наблюдая центральную звезду неподвижно висящей над горизонтом?

**Решение:**

Для того, чтобы местное солнце оказалось неподвижно висящим, нам нужно двигаться по экватору с той же скоростью, с которой вращаются точки поверхности планеты на экваторе. Длина экватора равна $l = 2\pi R = 31400$ км, поэтому скорость движения $v = l/T = 0.29$ км/с.

*А.В.Веселова*

**2.** Выберите верные утверждения об объектах Солнечной системы.

(a) Чем больше радиус и масса объекта, тем ближе его форма к шару.

(b) Все малые тела Солнечной системы близки по форме к шару.

(c) Наиболее высокая гора находится на Марсе.

(d) Наиболее глубокая впадина находится на Венере.

(e) Все малые тела Солнечной системы имеют более светлую поверхность, чем у Марса.

(f) Среди астероидов встречаются объекты с более темной поверхностью, чем у Меркурия.

**Решение:**

(a) Да. Шарообразную форму сохраняют только объекты, обладающие достаточной массой и размерами для того, чтобы сила тяготения препятствовала возникновению значительных отклонений от ровной поверхности.

(b) Нет. Малые объекты могут обладать весьма причудливыми формами. Например, комета 67P/Чурюмова—Герасименко по форме напоминает игрушечного резинового утенка, а транснептуновый объект (486958) Аррокот с одного из ракурсов напоминает по форме снеговика.

(c) Да. Гора Олимп — наиболее высокая гора Солнечной системы, находится на Марсе.

(d) Нет. Высота самой низкой точки поверхности Венеры соответствует глубине не более 4 км, что точно уступает глубинам Марианской впадины на Земле (около 11 км) и глубине Долины Маринер на Марсе (также около 11 км).

(e) Нет. Углеродистые астероиды обладают очень темной поверхностью и могут отражать не более 5% падающего света. Марс же отражает не менее 15% света.

(f) Да. Отдельные углеродистые астероиды являются более темными, чем Меркурий.

**3.** Солнце имеет радиус $7 \cdot 10^5$ км и среднюю плотность 1.4 г/см$^3$. Радиус ядра Солнца составляет 20% радиуса Солнца, средняя плотность ядра равна 150 г/см$^3$. Какую долю от полной массы Солнца составляет масса его ядра? Ответ укажите в процентах.

**Решение:**

Массу Солнца можно выразить через его радиус и среднюю плотность как

$$\mathfrak{M}_\odot = \rho_\odot V_\odot = \frac{4}{3}\pi R_\odot^3 \rho_\odot \,.$$

Аналогичным образом можно выразить массу ядра:

$$\mathfrak{M}_\text{я} = \rho_\text{я} V_\text{я} = \frac{4}{3}\pi R_\text{я}^3 \rho_\text{я} = \frac{4}{3}\pi (0.2 R_\odot)^3 \rho_\text{я}.$$

Заметим, что объем ядра равен $0.2^3 = 0.008$ объема Солнца, тогда отношение масс составит

$$\frac{\mathfrak{M}_\text{я}}{\mathfrak{M}_\odot} = \frac{\frac{4}{3}\pi (0.2 R_\odot)^3 \rho_\text{я}}{\frac{4}{3}\pi R_\odot^3 \rho_\odot} = \frac{0.008 \rho_\text{я}}{\rho_\odot} = 0.86 = 86\%.$$

**4.** Выберите верные утверждения о видимости Солнца в разных областях Земли.

(a) 21 июня в городе Мурманске (69° северной широты, 33° восточной долготы) и селе Уэлен (66° северной широты, 170° западной долготы) Солнце может в некоторый момент одновременно наблюдаться над горизонтом.

(b) Разность истинного солнечного времени в поселке Провидения (64° северной широты, 173° западной долготы) и городе Анадырь (65° северной широты, 178° восточной долготы) в течение светового дня не превышает 20 минут.

(c) В городе Дудинка (69° северной широты, 86° восточной долготы) наблюдаются полярные ночи.

(d) В день летнего солнцестояния в городе Сингапур (1° северной широты, 104° восточной долготы) Солнце поднимается в полдень выше, чем в городе Тривандрам (9° северной широты, 77° восточной долготы).

(e) Разность времени часовых зон между пунктами, долготы которых отличаются на 3°, может составлять 2 часа.

(f) В день зимнего солнцестояния Солнце не может одновременно наблюдаться в диаметрально противоположных точках земной поверхности.

**Решение:**

(a) Да. В день летнего солнцестояния в городах за северным полярным кругом Солнце не опускается под горизонт. Следовательно, во все время нахождения Солнца над горизонтом Уэлена оно также наблюдается выше горизонта в Мурманске. Утверждение верно.

(b) Нет. Заметим, что населенные пункты находятся в разных полушариях — в западном и восточном. Расстояние по долготе между пунктами составляет

$$(180^\circ - 173^\circ 13') + (180^\circ - 177^\circ 31') = 6^\circ 47' + 2^\circ 29' = 9^\circ 16' \approx 37^m.$$

Как следствие, и разность истинных солнечных времен будет практически такой же.

(c) Да. Город Дудинка расположен заметно севернее северного полярного круга, следовательно, полярные ночи в нем наблюдаются (причем длятся больше месяца).

(d) Нет. Склонение Солнца в день летнего солнцестояния составляет $\varepsilon = 23^\circ.4$. Наибольшая высота Солнца в городе Сингапур составит

$$h_S = 90^\circ - |\varphi_S - \varepsilon| \approx 68^\circ.$$

Наибольшая высота Солнца в городе Тривандрам составит

$$h_T = 90^\circ - |\varphi_T - \varepsilon| \approx 75^\circ.$$

(e) Да. На территории России несколько часовых зон граничат не только с отличающимися на 1 час, но и с отличающимися на 2 часа. Например, северо-восток московской часовой зоны (UTC+3) граничит с зоной екатеринбургского времени (UTC+5), а зона екатеринбургского времени граничит с зоной красноярского времени (UTC+7).

(f) Нет. Рассмотрим две диаметрально противоположные точки земного экватора. Пусть в первой точке центр Солнца оказался на горизонте и Солнце при этом восходит. Тогда, поскольку Солнце над горизонтом на экваторе находится 12 часов (даже без учета рефракции), в диаметрально противоположной точке центр Солнца также будет над горизонтом, но Солнце будет заходить. Верхние края диска Солнца будут видны над горизонтом в обоих пунктах (а из-за рефракции вполне возможна ситуация, когда в обоих точках диск Солнца будет виден целиком).

**5.** Вам предлагается несколько утверждений. Для каждого из них выберите, согласны Вы с ним («да») или нет («нет»), можно также выбрать вариант «не знаю».

(a) В Петербурге видны все следующие созвездия: Павлин, Журавль, Лебедь.

(b) При движении со скоростью 30 км/с можно преодолеть расстояние в 1 световой год менее чем за 150 лет.

(c) Все планеты обращаются по орбитам вокруг Солнца в одном и том же направлении.

(d) На Земле можно наблюдать кольцеобразные лунные затмения.

(e) Полярный радиус Земли меньше экваториального на 81 км.

(f) При пересечении линии перемены дат с запада на восток календарь надо перевести на одни сутки назад.

(g) В Солнечной системе все планеты земной группы имеют плотность больше, чем все планеты-гиганты.

(h) Средняя продолжительность года в григорианском календаре больше, чем средняя продолжительность года в юлианском календаре.

**Решение:**

(a) Нет. Только Лебедь. Невосходящими на широте Петербурга ($\varphi \approx 60^\circ$) являются созвездия, для которых высота верхней кульминации $h_{\text{вк}} = 90^\circ - |\varphi - \delta|$ меньше нуля, т.е. $|\varphi - \delta| > 90^\circ$. Рассмотрим склонения созвездий.

- $\delta_{\text{Павлин}} \in (-75^\circ, -57^\circ)$. Условие выполнено, созвездие является невосходящим.
- $\delta_{\text{Журавль}} \in (-57^\circ, -37^\circ)$. Условие выполнено, созвездие является невосходящим.
- $\delta_{\text{Лебедь}} \in (+28^\circ, +61^\circ)$. Условие не выполняется, это созвездие в Петербурге наблюдать можно.

(b) Нет. Скорость 30 км/с в 300000/30 = 10 тысяч раз меньше скорости света. Следовательно, с такой скоростью можно преодолеть световой год только за 10 тысяч лет.

(c) Да. Ретроградное (в обратном направлении) обращение встречается только у сравнительно небольших астероидов.

(d) Нет. Тень Земли больше по размеру, чем Луна.

(e) Нет. Всего на 21 км.

(f) Да. Стоит отметить, что пересечение «с запада на восток» — это из Азии/Австралии в Америку, а не наоборот.

(g) Да. Планета земной группы с самой малой плотностью (Марс) плотнее самой плотной планеты-гиганта (Нептун) более чем в два раза.

(h) Нет. Это $365^d.2425$ и $365^d.25$ соответственно.

*А.В.Веселова, М.В.Костина, А.А.Осетрова, П.А.Тараканов*