

XXX Санкт-Петербургская  
астрономическая олимпиада  
отборочный тур, решения

2023  
до 22  
января

7–8 классы

1. В одном из проектов календарей из каждых 29 лет 7 были високосными (длиной 366 суток), остальные содержат 365 суток. Оцените, за сколько лет погрешность этого календаря составит одни сутки.

**Решение:**

Средняя продолжительность года в таком календаре составляет

$$S = \frac{7 \cdot 366 + (29 - 7) \cdot 365}{29} = 365.24138 \text{ суток.}$$

Средняя продолжительность тропического года (которая в идеале должна совпадать со средней продолжительностью календарного года)  $S_0 = 365.24219$  суток. Следовательно, за один год накапливается разница  $\Delta S = |S - S_0| \approx 0.00081$  суток, а разница в одни сутки накопится за  $1/0.00081 \approx 1200$  лет. Стоит заметить, что этот календарь менее точен, чем используемый нами сейчас григорианский.

*П.А.Тараканов*

2. В каком созвездии Луна в фазе первой четверти может наблюдаться в мае для петербургского наблюдателя?

- (a) Близнецы
- (b) Рак
- (c) Телец
- (d) Овен
- (e) Лев
- (f) Змееносец

**Решение:**

Правильные ответы: b,e.

Луна в фазе первой четверти удалена от Солнца примерно на  $90^\circ$  в сторону востока, то есть расположена в том созвездии, в котором Солнце окажется спустя четверть года, в августе. Это может быть созвездие Рака или Льва.

*А.В.Веселова*

3. В далеком будущем для того, чтобы увести опасный астероид от траектории соударения с Землей, его красят белой краской, меняя отражательную способность. Предположим, что к Земле летит шарообразный астероид диаметром 500 м. Его предложено покрасить титановыми белилами плотностью  $2 \text{ г/см}^3$ , нанося слой толщиной 0.1 мм. Сколько тонн титановых белил для этого понадобится?

**Решение:**

Масса белил равна произведению их объема и плотности. Оценим объем белил как объем тонкого слоя толщиной  $h$  на поверхности астероида радиусом  $R$ , то есть как площадь поверхности астероида, домноженную на толщину слоя:

$$V = 4\pi R^2 h = 4\pi \cdot (250 \text{ м})^2 \cdot 0.0001 \text{ м} \approx 80 \text{ м}^3.$$

Масса титановых белил будет равна

$$M = V\rho = 80 \text{ м}^3 \cdot 2000 \text{ кг/м}^3 = 1.6 \cdot 10^5 \text{ кг} = 160 \text{ тонн}.$$

*А.В.Веселова*

4. Выберите верные утверждения о спутниках объектов Солнечной системы из списка ниже.

- (a) У Венеры есть спутник с диаметром более 120 км.
- (b) Спутники Марса обладают диаметрами менее 50 км.
- (c) Число известных спутников Юпитера превышает 10.
- (d) Луна — самый крупный из всех спутников планет Солнечной системы.
- (e) У крупных астероидов также могут существовать спутники.
- (f) Отношение массы спутника к массе планеты, вокруг которой этот спутник вращается, максимально для пары Титан–Сатурн.

**Решение:**

Правильные ответы: b,c,e.

У Венеры нет больших спутников, поэтому утверждение неверно. Тем не менее временные спутники у Венеры могут появляться. Так, маленький астероид 2013 ND<sub>15</sub> считался ее временным спутником, находившимся, тем не менее, на большом расстоянии от нее.

Спутники Марса — Деймос и Фобос — действительно не превышают 50 км по размерам.

В настоящее время количество открытых спутников Юпитера превышает 70.

Луна не является крупнейшим спутником в Солнечной системе: Ганимед (спутник Юпитера) и Титан (спутник Сатурна) заметно превосходят Луну как по радиусу, так и по массе.

У астероидов действительно могут существовать спутники. Среди известных астероидов со спутниками можно упомянуть астероид (243) Ида (спутник Дактиль) и (87) Сильвия (спутники — Ромул и Рем).

Как мы уже знаем, масса Титана больше массы Луны, однако не очень сильно от нее отличается (менее чем в 2 раза). В то же время масса Сатурна намного больше массы Земли (почти в 100 раз), так что для пары Луна–Земля отношение масс заведомо будет больше (и именно наша планета со своим спутником и являются рекордсменами по этому показателю среди планет Солнечной системы).

*А.В.Веселова, П.А.Тараканов*

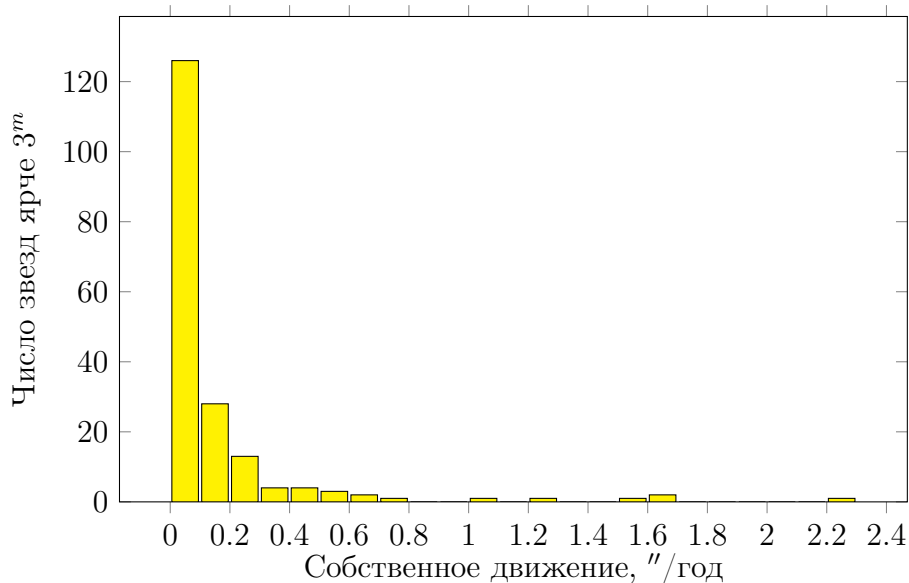
5. Вам предлагается несколько утверждений. Для каждого из них выберите, согласны Вы с ним («да») или нет («нет»), можно также выбрать вариант «не знаю».

- (a) Если Вы живете в Северном полушарии, высота Полярной звезды над горизонтом в градусах примерно равна Вашей широте.

- (b) Люди, жившие во времена Юлия Цезаря, видели созвездия, форма которых была совершенно другой.
- (c) При наблюдении летом в Петербурге захода Солнца Луна, если она полная, в этот момент обязательно будет в южной половине неба.
- (d) Затмения были бы более частым событием, если бы орбита Луны была сильнее наклонена к плоскости эклиптики.
- (e) Разность дат по юлианскому и григорианскому календарям в XVIII веке всегда равнялась 11 дням.
- (f) Когда Марс находится в великом противостоянии, он находится дальше всего к Земле.
- (g) Пояс Койпера расположен между орбитами Марса и Юпитера.
- (h) Галактика, в которой мы проживаем, относится к эллиптическим галактикам.

### Решение:

- (a) Да. Лишь примерно, поскольку Полярная звезда находится не совсем точно в Северном полюсе мира (но отстоит от него менее чем на  $1^\circ$ ). Интересно, что если Вы живете в Южном полушарии, то утверждение останется верным (широта отрицательна, высота Полярной звезды — тоже), просто утратит практическую пользу из-за невозможности наблюдать Полярную звезду под горизонтом.
- (b) Нет. У подавляющего большинства звезд собственное движение (угловая скорость движения звезды по небу, связанная с ее движением относительно Солнца в пространстве) не превосходит  $1''/\text{год}$ , а рекордсмен по этому показателю (звезда Барнарда) имеет собственное движение около  $10''/\text{год}$ . За примерно 2 тысячи лет, прошедших со времен Юлия Цезаря, сдвиг большинства звезд должен был составить не более  $2000 \cdot 1'' \approx 30'$ , что принципиально можно заметить, но что не меняет существенным образом конфигурацию созвездий. При этом мы получили оценку сверху, в реальности же распределение собственных движений для звезд ярче  $3^m$ , формирующих рисунки созвездий, приведено на картинке ниже. Видно, что для подавляющего большинства сдвиг будет еще в несколько раз меньше.



- (c) Да. Поскольку Луна полная, то она находится в диаметрально противоположной Солнцу точке неба, а Солнце летом в Петербурге заходит в северной половине неба.
- (d) Нет. Затмения происходят тогда, когда Луна оказывается примерно в плоскости эклиптики, причем Земля, Луна и Солнце оказываются на одной прямой. Чем больше наклон орбиты Луны к плоскости эклиптики, тем меньше относительная доля

времени, когда первое из двух условий оказывается выполненным (и тем меньше частота затмений).

- (e) Нет. На первый взгляд кажется, что ответ должен быть утвердительным, однако интервал времени с 1 марта по 31 декабря 1800 года (по григорианскому календарю) — это тоже XVIII век, однако разность дат там составляла уже 12 дней.
- (f) Нет. Противостояние — это момент, когда внешняя планета находится в направлении, противоположном направлению на Солнце, и (если считать орбиты планет круговыми) оказывается ближе всего к Земле. Орбита Марса достаточно заметно вытянута, поэтому среди противостояний выделяют «великие» — когда Марс находится не только в противостоянии, но и в перигелии своей орбиты, расстояние между ним и Землей оказывается минимальным.
- (g) Нет. Пояс Койпера находится за орбитой Нептуна, самый известный его представитель — Плутон.
- (h) Нет, наша Галактика является спиральной.

*А.В.Веселова, М.И.Волобуева, М.В.Костина, П.А.Тараканов*