

**Муниципальный этап  
Всероссийской олимпиады школьников  
по астрономии  
2017/18 учебный год  
9 класс  
Возможные решения и критерии оценивания**

**Задание 1.** Пароход, покинув Владивосток в субботу 6 ноября, прибыл в Сан-Франциско в среду 23 ноября. Сколько суток он был в пути?

**Решение.** Пароход на пути в Сан-Франциско пересёк линию перемены дат с запада на восток, при этом вычитаются одни сутки. Количество суток в пути равно  $23 - (6 - 1) = 18$  суток.

**Критерии оценивания**

Максимальный балл – 8.

Указана линия перемены дат – 4 балла.

Правильно указано направление движения относительно сторон горизонта – 2 балла.

Правильные вычисления – 2 балла.

**Задача 2.** Высота звезды, находящейся на небесном экваторе в момент её верхней кульминации равна  $30^\circ$ . Какова высота Полюса Мира в месте наблюдения? (Сделать рисунок).

**Решение.** Если звезда в верхней кульминации на небесном экваторе,  $h = 90^\circ - \varphi$ . Следовательно, широта места  $\varphi = 90^\circ - h = 60^\circ$ . Высота Полюса Мира равна широте наблюдений,  $h_p = \varphi = 60^\circ$ .

**Критерии оценивания**

Максимальный балл – 8.

Сделан рисунок – 4 балла.

Указано склонение звезды на небесном экваторе,  $0^\circ$  – 2 балла.

Правильные вычисления – 2 балла.

**Задача 3.** 4 марта 2007 года произошло полное Лунное затмение. Какая и где была Луна на небе через две недели сразу после захода Солнца? (Сделать рисунок).

**Решение.** Лунное затмение наблюдается в фазе полнолуния. Так как между фазой полнолуния и новолуния проходит чуть меньше чем две недели, то через две недели сразу после захода Солнца Луна будет видна в виде узкого серпа над горизонтом в его западной стороне.

**Критерии оценивания**

Максимальный балл – 8.

Сделан рисунок – до 4 баллов.

Верные рассуждения – до 4 баллов.

**Задача 4.** В конце XIX в. некоторые ученые полагали, что источником энергии Солнца являются химические реакции горения, в частности, горения угля. Приняв, что удельная теплота сгорания угля  $q = 10^7$  Дж/кг, масса Солнца  $2 \cdot 10^{30}$  кг, а светимость  $4 \cdot 10^{26}$  Вт, приведите веские доказательства неправильности этой гипотезы.

**Решение.** Запасы тепла без учета кислорода составляют  $Q = qM = 2 \cdot 10^{37}$  Дж. Этого запаса хватит на время  $t = Q/L = 2 \cdot 10^{37} / (4 \cdot 10^{26}) = 5 \cdot 10^{10}$  с = 1700 лет. Юлий Цезарь жил более 2000 лет назад, динозавры вымерзли около 60 млн лет назад, так что за счет химических реакций Солнце светить не может. (Если кто-то скажет о ядерном источнике энергии, то это будет здорово.)

#### **Критерии оценивания**

Максимальный балл – 8.

Правильно записана формула времени горения – 3 балла.

Указаны корректные исторические события – до 2 баллов.

Правильные вычисления – 3 балла.

**Задача 5.** Как доказать, что Луна состоит не из чугуна, если известно, что ее масса в 81 раз меньше массы Земли, а радиус примерно в четыре раза меньше земного? Считать плотность чугуна примерно в 7 раз больше плотности воды.

**Решение.** Самое простое - это определить среднюю плотность Луны и сравнить её с табличным значением плотности для разных материалов:  $\rho = m/V$ . Тогда, подставив массу и объем Луны в это выражение в долях земных размеров, получим:  $1/81 : 1/4^3 = 0,8$ . Средняя плотность Луны составляет всего 0,8 плотности Земли (или  $4,4 \text{ г/см}^3$  – истинное значение средней плотности Луны  $3,3 \text{ г/см}^3$ ). Но и это значение меньше плотности чугуна, которая примерно  $7 \text{ г/см}^3$ .

#### **Критерии оценивания**

Максимальный балл – 8.

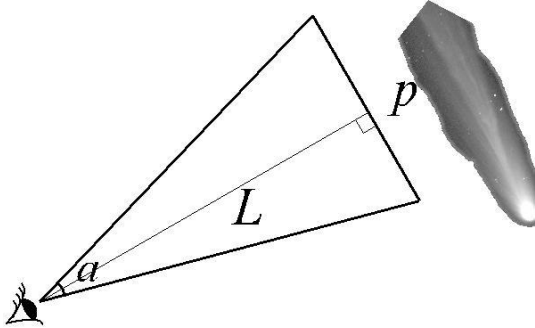
Правильно вычислена плотность Луны – 2 балла.

Правильно вычислена плотность чугуна – 2 балла.

Верные рассуждения – до 4 баллов.

**Задача 6.** Пролетающая мимо Земли на расстоянии 1 а.е. комета имеет хвост с угловым размером  $0,5^{\circ}$ . Оцените длину хвоста кометы в километрах.

**Решение.**



Предположим, что хвост кометы направлен перпендикулярно к лучу зрения. Тогда его длину можно оценить так. Обозначим угловой размер хвоста  $\alpha$ . Половину этого угла  $\alpha/2$  можно найти (см. рисунок) из прямоугольного треугольника, одним из катетов которого является половина длины хвоста кометы  $P/2$ , а другим – расстояние от Земли до кометы  $L$ . Тогда  $\operatorname{tg}\alpha/2=(P/2)/L$ . Угол  $0,5^{\circ}$  мал, поэтому можно приближенно считать, что его тангенс равен самому углу (выраженному в радианах). Тогда мы можем записать, что  $\alpha \approx P/L$ . Отсюда, вспоминая, что астрономическая единица составляет  $150 \cdot 10^6$  км, получаем  $P \approx L \cdot \alpha \approx 150 \cdot 10^6 \text{ км} \cdot (0,5^{\circ}/57 \text{ град/рад}) \approx 1,3 \cdot 10^6 \text{ км}$ . Однако у нас нет информации о том, как ориентирован хвост кометы в пространстве. Поэтому следует заключить, что полученная выше оценка длины хвоста – это минимальное возможное значение. Таким образом, итоговый ответ выглядит так: длина хвоста кометы составляет не менее 1,3 миллиона километров.

#### **Критерии оценивания**

Максимальный балл – 8.

Правильно сделан рисунок – 2 балла.

Правильно выведена расчётная формула – 2 балла.

Верные рассуждения – 2 балла.

Правильно представлен ответ с учётом ориентации хвоста кометы – 2 балла.