

**Районный этап всероссийской олимпиады школьников  
по астрономии  
в 2023/2024 учебном году в Санкт-Петербурге**

---

*8 класс, критерии оценивания*

---

1. Во сколько раз масса кометы Бернардинелли–Бернштейна больше или меньше массы спутника Сатурна Мимаса ( $3.7 \cdot 10^{19}$  кг), если диаметр ядра кометы составляет 140 км, а средняя плотность равна  $0.5 \text{ г/см}^3$ ?

**Решение:**

Будем считать ядро кометы шарообразным. Плотность кометного вещества  $\rho = 0.5 \text{ г/см}^3 = 500 \text{ кг/м}^3$ . Тогда массу ядра  $M$  можно вычислить по известной формуле:

$$M = \frac{4}{3}\pi \left(\frac{D}{2}\right)^3 \rho = \frac{4}{3}\pi \cdot (70 \times 10^3 \text{ м})^3 \cdot 500 \text{ кг/м}^3 \approx 7 \times 10^{17} \text{ кг.}$$

Вычисляя отношение масс, получаем, что масса кометы примерно в 50 раз меньше массы спутника Сатурна.

**Комментарии к оцениванию:**

Перевод всех величин из условия в одну систему единиц (любую, явный или неявный) — 2 балла. Предположение о шарообразности ядра и использование формулы объема шара или предположение о любой другой форме, пригодной для оценки (например, предположение о том, что ядро можно считать кубом), вместе с правильной формулой вычисления объема соответствующего тела — 2 балла. Вычисление массы ядра — 2 балла. Вычисление отношения масс и формулировка итогового ответа — 2 балла. Если участник для оценки массы ядра использует другие предположения о его форме, то численные значения массы ядра и отношения масс могут несколько измениться, что не является основанием для снижения баллов.

2. В далеком будущем исследователи космоса изучают похожую на Землю внесолнечную планету. На поверхности планеты обнаружен каньон, начало и конец которого имеют координаты  $5^\circ$  ю.ш.,  $6^\circ$  з.д. и  $6^\circ$  с.ш.,  $8^\circ$  в.д. Определите, во сколько раз длина каньона больше длины земного Гранд-Каньона (446 км), если радиус планеты равен 7200 км. Считайте, что географические координаты на поверхности планеты устроены аналогично земным.

**Решение:**

Определим угловую протяженность каньона. Можно заметить, что координаты концов каньона отличаются на сравнительно небольшое количество градусов, причем каньон располагается около экватора планеты, а это означает, что можно использовать плоское приближение и вычислить длину каньона по теореме Пифагора, считая длину дуг  $1^\circ$  по широте и долготе одинаковой:

$$l = \sqrt{(\varphi_1 - \varphi_2)^2 + (\lambda_1 - \lambda_2)^2} = \sqrt{(-5 - 6)^2 + (-6 - 8)^2} \approx 18^\circ.$$

Длина экватора планеты составляет  $2\pi R = 45 \cdot 10^3$  км, длина каньона равна

$$\frac{18^\circ}{360^\circ} \cdot 45200 = 2.25 \cdot 10^3 \text{ км,}$$

что в  $2250/446 \approx 5$  раз больше длины Гранд-Каньона.

### Комментарии к оцениванию:

Вывод о том, что в задаче можно воспользоваться «плоским» приближением и не учитывать изменение длины дуги параллели с широтой — 3 балла. Если он не записан явно, но фактически используется в дальнейшем решении, оценка за этот этап — 2 балла. Вычисление углового размера каньона — 2 балла. Вычисление линейного размера каньона — 2 балла. Вычисление отношения длин и формулировка итогового ответа — 1 балл.

3. 1 февраля юный астроном Вася наблюдал покрытие Спика ( $\alpha$  Девы) Луной. Он планирует наблюдать покрытие другой звезды, входящей в 20 ярчайших звезд неба, 4 ноября этого же года. Что это звезда?

### Решение:

Между указанными в условии датами 1 февраля и 4 ноября пройдет  $28 + 31 + 30 + 31 + 30 + 31 + 31 + 30 + 31 + 3 = 276$  суток (или 277 суток, если год високосный). Продолжительность сидерического месяца составляет 27.3 суток, поэтому между 1 февраля и 4 ноября пройдет от  $276/27.3 \approx 10.11$  до  $277/27.3 \approx 10.15$  сидерических месяцев.

Поскольку на эклиптике находится 13 созвездий, то за это время Луна успеет 10 раз пройти их все и пройти еще примерно  $0.13 \cdot 13 \approx 2$  созвездия. Поэтому искомую звезду следует искать в созвездии, втором по порядку от Девы, то есть в созвездии Скорпиона. Возможная погрешность оценки (доли эклиптики, относящиеся к тем или иным созвездиям, не одинаковы и т.п.) дает возможность предположить, что звезда может оказаться в соседних со Скорпионом созвездиях (Весы или Змееносец), но во всех трех этих созвездиях есть только одна достаточно яркая звезда — Антарес,  $\alpha$  Скорпиона. Именно она и является ответом.

Тот же вывод можно сделать, вспомнив, что среди 20 ярчайших звезд неба есть только четыре, находящиеся в зодиакальных созвездиях. Кроме Спика это Антарес (Скорпион), Альдебаран (Телец) и Поллукс (Близнецы), что сразу же дает возможность получить ответ по очень неточному определению доли эклиптики, пройденной Луной от Спика — Альдебаран и Поллукс находятся почти в диаметрально противоположном от Антареса направлении. В этом случае оценка продолжительности сидерического месяца в диапазоне 27 – 28 суток окажется достаточной, чтобы получить однозначный и правильный ответ (вторым потенциально возможным вариантом при этом может оказаться сама Спика, но в условии явно оговорено, что речь идет о *другой* звезде).

### Комментарии к оцениванию:

Знание продолжительности сидерического месяца — 3 балла (более грубая оценка — 2 балла). Определение доли эклиптики, пройденной Луной от Спика при следующем покрытии — 2 балла. Определение созвездия (Скорпион или два соседних) — 1 балл. Вывод о том, что в этой области неба есть только одна яркая звезда (явный или неявный) и формулировка ответа — 2 балла.

4. Выберите из списка Юнона, Апофис, Веста, Паллада, Лютетия лишнее и поясните свой ответ.

### Решение:

Все перечисленные в списке объекты — астероиды. Лишним является Апофис — который является околоземным астероидом (в частности, принципиально возможно его столкновение с Землей), в то время как остальные объекты из списка — астероиды Главного пояса.

Можно также ориентироваться на то, что традиционно астероидам было принято давать женские названия, а мужские использовались для астероидов, орбита которых чем-то выделялась. Поэтому Апофис можно выделить из остальных и по этому критерию тоже.

**Комментарии к оцениванию:**

Ответ «Апофис» — 2 балла. Указание на то, что все объекты являются астероидами — 2 балла. Утверждение, что Апофис является околоземным астероидом (астероидом, сближающимся с Землей и т.п.) или указание на «мужское» название с пояснением, что для астероидов это означает некоторую особенность орбиты — 4 балла. Просто выделение Апофиса по роду названия — 2 балла.

5. 11 ноября 1572 года Тихо Браге обнаружил вспышку Сверхновой, ныне известной как «Сверхновая Тихо Браге». В какой день недели это произошло?

**Решение:**

В 1572 году григорианского календаря еще не было (он появился десятью годами позже), поэтому дата должна быть указана по юлианскому календарю. Воспользуемся им для расчетов и заметим, что так как разница между календарями сейчас составляет 13 суток, то 12 ноября 2023 года по юлианскому календарю должно быть субботой, а 11 ноября 2023 года — пятницей.

С обнаружения вспышки Сверхновой прошел  $2023 - 1572 = 451$  год. Поскольку в юлианском календаре распределение дней недели по датам в точности повторяется каждые  $7 \times 4 = 28$  лет, то разделим 451 на 28 и найдем остаток от деления — он окажется равным 3. Поскольку 365 при делении на 7 дает в остатке 1, день недели, соответствующий одной и той же календарной дате, смещается с каждым годом на один день вперед (а в високосные годы — на два, но в данном случае нам повезло и учитывать этот эффект не надо). Поэтому, раз 11 ноября 2023 года по юлианскому календарю было пятницей, то 11 ноября 2020 года по тому же календарю — вторник, и это и есть искомый день недели, в который Тихо Браге обнаружил Сверхновую.

**Комментарии к оцениванию:**

Утверждение о том, что искомая дата должна быть дана по юлианскому календарю — 2 балла. Знание устройства юлианского календаря — 2 балла. Вычисление дня недели — 3 балла. Формулировка итогового ответа — 1 балл.