

## 9 класс

**Задача №1.** В школьном астрономическом календаре на 2018/2019 гг. стр.75, есть такая запись: «В 532 г. до н.э. весной около звезды  $\mu$  Водолея появилась «звезда-гостья», свидетельствует Чжу шу цзи нянь – один из важных письменных источников по истории Древнего Китая». Что это могло быть за астрономическое явление? Сколько лет назад произошло наблюдение этого события?

**Ответ:** Звёздами-гостьями называли появлявшиеся на небе «новые» светила, которые в реальности являлись вспышками новых или сверхновых звёзд. Событие произошло  $532+2018-1=2549$  лет (и несколько месяцев) назад. Число -1 корректирует пропуск в счете лет 0 г.н.э.

**Критерии оценивания:**

Полный ответ на первый вопрос оценивается в **4 балла**:

- За упоминание «сверхновые звёзды» или «новые звёзды» ставится по 2 балла за каждое
- Упоминание вспыхивающих звёзд без уточнения типа 3 балла.
- Упоминание других типов возможных астрономических явлений не оценивается.

Верное вычисление прошедшего времени оценивается в **4 балла**:

- Ответ в 2549 лет или ответ 2549 с долями года (или месяцами) или ответ 2550 лет, но полученный округлением верного ответа (с явным учетом -1) оценивается в 4 балла
- Ответ «примерно 2550 лет» или 2550 лет (с долями/месяцами или без них, но если он получен сложением 532 и 2018) оценивается в 1 балл

**Итого за задачу:** не более 8 баллов

**Задача №2.** Планеты в Солнечной системе принято разбивать на две группы – планеты-гиганты и планеты земной группы. Перечислите планеты, относящиеся к каждой из этих групп. Перечислите, чем именно характеризуется каждая из этих групп?

**Ответ:** К планетам земной группы относятся – Меркурий, Венера, Земля и Марс. К планетам гигантам относятся: Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун.

Планеты земной группы:

- имеют твердую поверхность
- состоят в основном из плотных пород (силикатов и металлов)
- находятся во внутренней части Солнечной системы
- отсутствие или малое число спутников (и колец)

Планеты гиганты:

- Не имеют твердой поверхности
- Состоят в основном из водорода и гелия
- Имеют низкую среднюю плотность
- Имеют быстрое вращение вокруг оси
- Имеют большое число спутников и кольца

**Критерии оценивания:**

- Верные критерии принадлежности к группе планет **по 1 баллу** за каждый критерий, но не более 4 баллов за этот этап.
- Верное перечисление планет по типам **4 балла**.
- Снижает оценку на 1 балл отсутствие планеты в списках (за каждую), ошибочное соотнесение планеты и типа (за каждую), указание Плутона в списках.

**Итого за задачу:** не более 8 баллов (оценка не может быть отрицательной).

**Задача №3.** В 2006 году в астрономии появился термин «карликовая планета». Что это за объекты, какие из них вы можете назвать? В чём причина их появления в иерархии объектов в астрономии?

**Ответ:** Карликовая планета, согласно определению — это небесное тело, которое:

- обращается по орбите вокруг Солнца;
- имеет достаточную массу для того, чтобы под действием сил гравитации поддерживать близкую к сферической форму (в отличие от малых тел Солнечной системы);
- не является спутником планеты;
- не может, в отличие от планет, расчистить район своей орбиты от других объектов.

Официально признанные карликовые планеты: Церера, Плутон, Хаумеа, Макемаке, Эрида (Эрис). Кандидаты в карликовые планеты: Кварвар, 2002 MS<sub>4</sub>, Седна, Орк, Салация, 2007 OR<sub>10</sub>.

Причина выделения нового класса объектов – большое количество объектов, которым пришлось бы дать статус большой планеты.

**Критерии оценивания:**

- **1 балл** за каждый верный критерий в определении карликовой планеты (до 4 баллов за указание всех критериев)
- **2 балла** за указание названий 4-х (и более) карликовых планет или кандидатов в этот класс (если указаны 1 – 3 объекта, то ставится 1 балл)
- **2 балла** за верное указание основной причины появления класса «карликовые планеты»

**Итого за задачу:** не более 8 баллов.

**Задача №4.** Составьте корректные пары «спутник - планета»:

Деймос	Меркурий
Ганимед	Венера
Фобос	Земля
Луна	Марс
Тритон	Юпитер
Титан	Сатурн
Каллисто	Уран
Европа	Нептун

**Ответ:**

Деймос – Марс  
 Ганимед – Юпитер  
 Фобос – Марс  
 Луна – Земля  
 Тритон – Нептун  
 Титан – Сатурн  
 Каллисто – Юпитер  
 Европа – Юпитер

**Критерии оценивания:**

За каждую верную пару ставится 1 балл

За каждую пару с Меркурием и Венерой вычитается по 1 баллу

**Итого за задачу:** не более 8 баллов (оценка не может быть отрицательной).

**Задача №5.** Оцените среднюю плотность вещества белого карлика, если его масса равна массе Солнца  $M=2 \times 10^{33}$  г, а радиус  $R=10000$  км. Ответ запишите в единицах  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Сравните плотность такого белого карлика со средней плотностью Солнца. Все вычисления приведите в решении.

**Решение:**

Запишем данные из условия в единицах СИ:  $M=2 \times 10^{30}$  кг,  $R=10^7$  м.

Плотность белого карлика можно найти по формуле

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{M}{4/3\pi R^3} = 4.77 * 10^8 \text{ кг}/\text{м}^3$$

Для сравнения этой величины с плотностью Солнца необходимо либо вспомнить, что у Солнца средняя плотность близка к  $1400 \text{ кг}/\text{м}^3$ , либо получить эту величину вычислениями, либо записать выражение для отношения плотностей белого карлика и Солнца (необходимо знать, что радиус Солнца примерно равен  $700000$  км):

$$\frac{\rho}{\rho_{\text{Солнца}}} = \frac{M}{V} * \frac{V_{\text{Солнца}}}{M} = \frac{R_{\text{Солнца}}^3}{R^3} \approx \left(\frac{700000}{10000}\right)^3 = 343000$$

**Ответ:** примерно  $4.8 \times 10^8 \text{ кг}/\text{м}^3$ , примерно 343000 раз.

**Критерии оценивания:**

- 1 балл – перевод единиц измерения в систему СИ
- 1 балл за запись (или использование) формулы вычисления объема шара
- 1 балл за запись (или использование) формулы вычисления плотности
- 3 балла за верное вычисление плотности белого карлика в единицах СИ
- 2 балла за сравнение плотностей
- За арифметическую ошибку вычитается 1 балл

**Итого за задачу:** не более 8 баллов.

**Задача №6.** Известно, что звезда Вега ( $\alpha$  Лирь, координаты  $\alpha = 18^{\text{ч}} 37^{\text{м}}$ ,  $\delta = +38^{\circ} 47'$ ) в некоторый день прошла через зенит ровно в местную полночь. Определите дату наблюдений и широту места наблюдения.

**Решение:** Нам дано, что Вега проходит через зенит. Это означает, что в момент верхней кульминации Вега находится в зените. Следовательно, взяв формулу верхней кульминации:

$$h_B = (90^{\circ} - \varphi) + \delta = 90^{\circ}$$

мы увидим, что для этого случая:

$$\varphi = \delta = 38^{\circ} 47' \text{ с. ш.}$$

Теперь определим время наблюдений. В условии речь идет о местной полночи. В этот момент Солнце находится в своей нижней кульминации. Это означает, что Вега и Солнце лежат на одном большом круге небесной сферы и их прямые восхождения отличаются на 12ч (или  $180^{\circ}$ ). Т.е. прямое восхождение Солнца будет:  $\alpha = 18^{\text{ч}} 37^{\text{м}} - 12^{\text{ч}} 00^{\text{м}} = 6^{\text{ч}} 37^{\text{м}}$ . Это на 37 минут к востоку от точки летнего солнцестояния, которое Солнце проходит 22 июня. Осталось посчитать за сколько дней Солнце пройдет по эклиптике угол в 37 минут (несмотря на то, что прямое восхождение отсчитывается по небесному

экватору, а не по эклиптике, мы будем считать, что отличие в этих углах невелико). Наше светило проходит по эклиптике:

$$\omega_{\odot} = \frac{360^{\circ}}{365,2426 \text{ дня}} \approx 0,99^{\circ} \text{ в день}$$

Переведем 37 минут в градусы  $37/4 = 9,25^{\circ}$ , так как в одном градусе 4 временных минуты. И второй важный фактор – вблизи солнцестояний Солнце движется параллельно небесному экватору, поэтому наклон эклиптики к небесному экватору можно не учитывать. Следовательно, пройдет  $9,25/0,99 \approx 9,3$  дня. И мы получаем дату – 1 июля или самое начало 2 июля (22 июня + 9,3).

**Ответ:** широта  $\varphi = 38^{\circ}47'$  с. ш.; дата 1-2 июля.

**Критерии оценивания:**

- Определение широты места наблюдения 3 балла
- Определение прямого восхождения Солнца 1 балл
- Вывод о близости к точке летнего солнцестояния 1 балл
- Расчет времени, прошедшего со дня солнцестояния, 2 балла
- Правильный итоговый ответ 1 или 2 июля 1 балл

**Итого за задачу:** не более 8 баллов.