

МБОУ «Новотаволжанская средняя общеобразовательная школа
имени Героя Советского Союза И.П. Серикова
Шебекинского района Белгородской области»

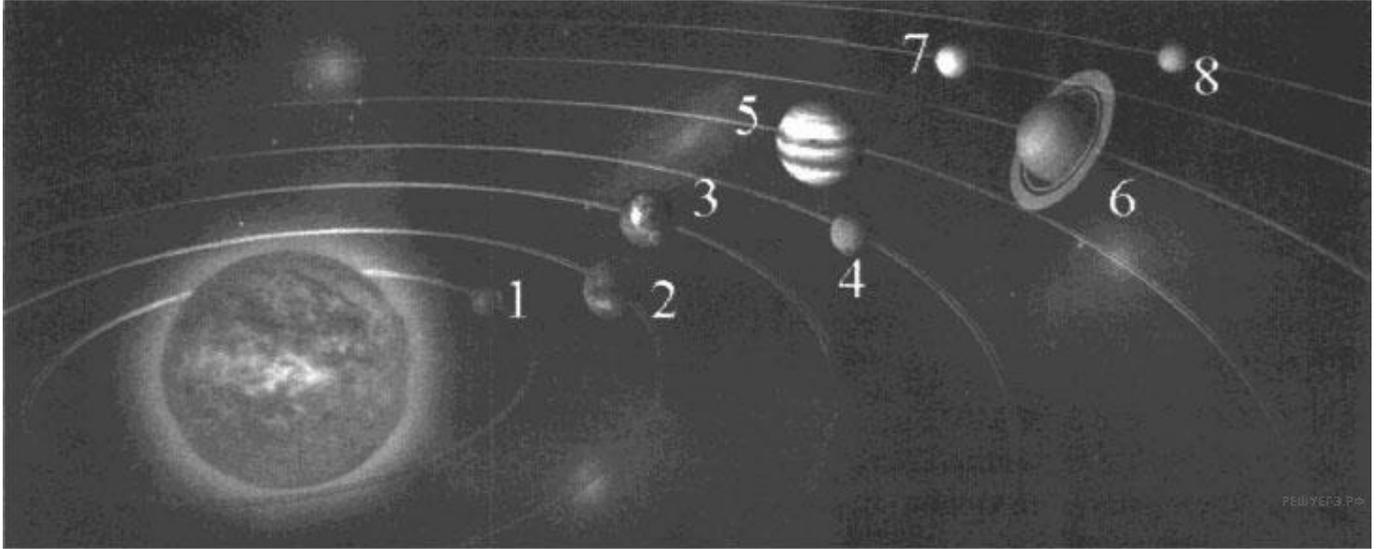
Задания
для подготовки обучающихся, проявляющих
способности по предмету «Астрономия»,
к всероссийской олимпиаде школьников

Подготовила:
Рыбальченко Ольга Михайловна
учитель физики

2024-2025 учебный год

Задания

1. На рисунке приведено схематическое изображение солнечной системы. Планеты на этом рисунке обозначены цифрами. Выберите из приведенных ниже утверждений *два* верных, и укажите их номера.



1. Планетой 2 является Венера.
 2. Планета 5 относится к планетам земной группы.
 3. Планета 3 имеет 1 спутник.
 4. Планета 5 не имеет спутников.
 5. Атмосфера планеты 1 состоит, в основном, из углекислого газа.
2. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звездах.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Расстояние до звезды (св. год)
Альдебаран	3500	2,5	43	65
Альтаир	8000	1,7	1,7	17
Бетельгейзе	3600	15	1000	650
Вега	9600	2	3	25
Капелла	5000	3	12	42
Кастор	10400	2	2,5	50
Процион	6600	1,5	2	11
Спика	22000	11	8	260

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд, и укажите их номера.

1. Температура поверхности и радиус Бетельгейзе говорят о том, что эта звезда относится к красным сверхгигантам.
2. Температура на поверхности Проциона в 2 раза ниже, чем на поверхности Солнца.
3. Звезды Кастор и Капелла находятся на примерно одинаковом расстоянии от Земли и, следовательно, относятся к одному созвездию.

4. Звезда Вега относится к белым звездам спектрального класса А.

5. Так как массы звезд Вега и Капелла одинаковы, то они относятся к одному и тому же спектральному классу.

3. Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых спутников планет Солнечной системы.

Название спутника	Радиус спутника, км	радиус орбиты, тыс. км	Средняя плотность, г/см ³	Вторая космическая скорость, м/с	Планета
Луна	1737	384,4	3,35	2038	Земля
Фобос	~12	9,38	2,20	11	Марс
Европа	1569	670,9	2,97	2040	Юпитер
Каллисто	2400	1883	1,86	2420	Юпитер
Ио	1815	422,6	3,57	2560	Юпитер
Титан	2575	1221,9	1,88	2640	Сатурн
Оберон	761	587,0	1,50	770	Уран
Тритон	1350	355,0	2,08	1450	Нептун

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

1. Масса Луны больше массы Ио.
2. Ускорение свободного падения на Тритоне примерно равно 0,79 м/с².
3. Сила притяжения Ио к Юпитеру больше, чем сила притяжения Европы.
4. Первая космическая скорость для Фобоса составляет примерно 0,08 км/с.
5. Период обращения Каллисто меньше периода обращения Европы вокруг Юпитера.

4. Рассмотрите таблицу, в которой указаны характеристики планет Солнечной системы.

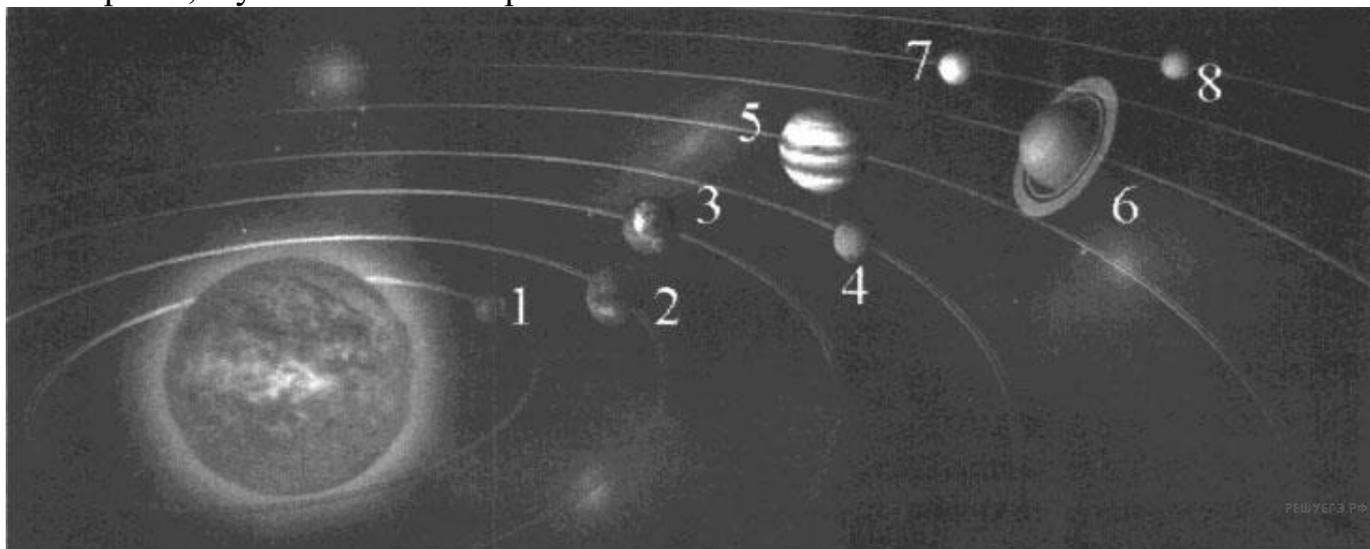
Название планеты	Среднее расстояние от Солнца, а. е.	Диаметр в районе экватора, км	Период обращения вокруг Солнца	Вторая космическая скорость, км/с
Меркурий	0,39	4879	87,97 суток	4,25
Венера	0,72	12 104	224,7 суток	10,36
Земля	1,00	12 756	365,3 суток	11,18
Марс	1,52	6794	687 суток	5,02
Юпитер	5,20	142 984	11 лет 315 суток	59,54
Сатурн	9,58	120 536	29 лет 168 суток	35,49
Уран	19,19	51 118	84 года 5 суток	21,29
Нептун	30,02	49 528	164 года 290 суток	23,71

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

1. Ускорение свободного падения на Меркурии составляет $3,7 \text{ м/с}^2$.
2. Объем Марса примерно в 2 раза меньше объема Венеры.
3. Орбита Венеры находится на расстоянии примерно 108 млн км от Солнца.
4. Первая космическая скорость для спутника Нептуна составляет примерно $11,86 \text{ км/с}$.
5. Угловая скорость движения Сатурна по орбите вокруг Солнца примерно в 2,5 раза больше, чем угловая скорость Юпитера.

Ответы и решения:

1. На рисунке приведено схематическое изображение солнечной системы. Планеты на этом рисунке обозначены цифрами. Выберите из приведенных ниже утверждений **два** верных, и укажите их номера.



1. Планетой 2 является Венера.
 2. Планета 5 относится к планетам земной группы.
 3. Планета 3 имеет 1 спутник.
 4. Планета 5 не имеет спутников.
 5. Атмосфера планеты 1 состоит, в основном, из углекислого газа.
- Решение.** Цифрами на рисунке обозначены: 1. Меркурий, 2. Венера, 3. Земля, 4. Марс, 5. Юпитер, 6. Сатурн, 7. Уран, 8. Нептун.

1. Утверждение 1 *верно*.
2. К планетам земной группы относятся Меркурий, Венера, Земля и Марс. Юпитер — планета-гигант. Утверждение 2 *неверно*.
3. Земля имеет один спутник — Луну. Утверждение 3 *верно*.
4. На данный момент у Юпитера известно 79 спутников. Утверждение 4 *неверно*.
5. Меркурий практически лишен атмосферы. Утверждение 5 *неверно*.

Ответ: 13

2. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звездах.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Расстояние до звезды (св. год)
Альдебаран	3500	2,5	43	65
Альтаир	8000	1,7	1,7	17
Бетельгейзе	3600	15	1000	650
Вега	9600	2	3	25
Капелла	5000	3	12	42
Кастор	10400	2	2,5	50
Процион	6600	1,5	2	11
Спика	22000	11	8	260

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд, и укажите их номера.

1. Температура поверхности и радиус Бетельгейзе говорят о том, что эта звезда относится к красным сверхгигантам.
2. Температура на поверхности Прокциона в 2 раза ниже, чем на поверхности Солнца.
3. Звезды Капелла и Кастор находятся на примерно одинаковом расстоянии от Земли и, следовательно, относятся к одному созвездию.
4. Звезда Вега относится к белым звездам спектрального класса А.
5. Так как массы звезд Вега и Капелла одинаковы, то они относятся к одному и тому же спектральному классу.

Решение. 1. К красным сверхгигантам относят звезды с низкой температурой (3000–5000 К) и большим радиусом (200–1500 радиусов Солнца). Бетельгейзе попадает в эту категорию.

Утверждение 1 *верно*.

2. Температура на поверхности Прокциона (6600 К) больше, чем на поверхности Солнца (6000 К).

Утверждение 2 *неверно*.

3. Звезды одного созвездия находятся на небольших *угловых расстояниях* друг от друга. Расстояния звезд до Земли не влияют на разбиение их по созвездиям.

Утверждение 3 *неверно*.

4. Рассмотрим фрагмент классификации звезд по спектральным классам:

Спектральный класс	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)
В	10000–30000	18	7
А	7500–10000	3,1	2,1
F	6000–7500	1,7	1,3

Учитывая массу, радиус и температуру, заключаем, что Вега попадет в спектральный класс А.

Утверждение 4 *верно*.

5. Температуры поверхностей Веги и Капеллы сильно различаются, они относятся к различным спектральным классам.

Утверждение 5 *неверно*.

Ответ: 14

3. Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых спутников планет Солнечной системы.

Название спутника	Радиус спутника, км	радиус орбиты, тыс. км	Средняя плотность, г/см ³	Вторая космическая скорость, м/с	Планета

Луна	1737	384,4	3,35	2038	Земля
Фобос	~12	9,38	2,20	11	Марс
Европа	1569	670,9	2,97	2040	Юпитер
Каллисто	2400	1883	1,86	2420	Юпитер
Ио	1815	422,6	3,57	2560	Юпитер
Титан	2575	1221,9	1,88	2640	Сатурн
Оберон	761	587,0	1,50	770	Уран
Тритон	1350	355,0	2,08	1450	Нептун

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

1. Масса Луны больше массы Ио.
2. Ускорение свободного падения на Тритоне примерно равно $0,79 \text{ м/с}^2$.
3. Сила притяжения Ио к Юпитеру больше, чем сила притяжения Европы.
4. Первая космическая скорость для Фобоса составляет примерно $0,08 \text{ км/с}$.
5. Период обращения Каллисто меньше периода обращения Европы вокруг Юпитера.

$$M = \rho V = \frac{4}{3} \pi \rho R^3.$$

Решение. 1) Масса небесного тела равна $M = \rho V = \frac{4}{3} \pi \rho R^3$. Поскольку и радиус, и средняя плотность Луны меньше, чем у Ио, масса Луны меньше массы Ио.

Утверждение 1 *неверно*.

2) Ускорение свободного падения на небесном теле $g = G \frac{M}{R^2}$, а вторая космическая

скорость $v_2 = \sqrt{2G \frac{M}{R}}$, поэтому можно выразить $g = \frac{v_2^2}{2R}$. Ускорение свободного

падения на Тритоне $g = \frac{1450^2}{2 \cdot 1350 \cdot 10^3} \approx 0,78 \text{ м/с}^2$.

Утверждение 2 *верно*.

3) Сила притяжения двух небесных тел равна $F = G \frac{Mm}{r^2}$. Масса Ио больше массы Европы и Ио находится ближе к Юпитеру, значит, сила притяжения Ио к Юпитеру больше, чем сила притяжения Европы.

Утверждение 3 *верно*.

4) Первая космическая скорость в $\sqrt{2}$ раз меньше второй. Первая космическая

скорость для Фобоса $\frac{11 \text{ м/с}}{\sqrt{2}} \approx 8 \text{ м/с} = 0,008 \text{ км/с}$.

Утверждение 4 *неверно*.

5) Каллисто находится дальше от Юпитера, чем Европа, поэтому по третьему закону Кеплера период обращения Каллисто больше периода обращения Европы вокруг Юпитера.

Утверждение 5 *неверно*.

4. Рассмотрите таблицу, в которой указаны характеристики планет Солнечной системы.

Название планеты	Среднее расстояние от Солнца, а. е.	Диаметр в районе экватора, км	Период обращения вокруг Солнца	Вторая космическая скорость, км/с
Меркурий	0,39	4879	87,97 суток	4,25
Венера	0,72	12 104	224,7 суток	10,36
Земля	1,00	12 756	365,3 суток	11,18
Марс	1,52	6794	687 суток	5,02
Юпитер	5,20	142 984	11 лет 315 суток	59,54
Сатурн	9,58	120 536	29 лет 168 суток	35,49
Уран	19,19	51 118	84 года 5 суток	21,29
Нептун	30,02	49 528	164 года 290 суток	23,71

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

1. Ускорение свободного падения на Меркурии составляет $3,7 \text{ м/с}^2$.
2. Объем Марса примерно в 2 раза меньше объема Венеры.
3. Орбита Венеры находится на расстоянии примерно 108 млн км от Солнца.
4. Первая космическая скорость для спутника Нептуна составляет примерно $11,86 \text{ км/с}$.
5. Угловая скорость движения Сатурна по орбите вокруг Солнца примерно в 2,5 раза больше, чем угловая скорость Юпитера.

Решение. 1) Вторая космическая скорость вычисляется по формуле:

$$v_2 = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{2gR}, \quad \text{откуда получаем} \quad g = \frac{v_2^2}{2R}.$$

Рассчитаем ускорение свободного падения для Меркурия: $g = \frac{(4,25 \cdot 10^3 \text{ м/с})^2}{2 \cdot (4879/2) \cdot 10^3 \text{ м}} \approx 3,7 \text{ м/с}^2$. Первое утверждение верно.

2) Объемы шаров относятся как куб отношения их диаметров: $\left(\frac{12\,104}{6794}\right)^3 \approx 5,7$, то есть объем Марса примерно в 5,7 раз меньше объема Венеры. Второе утверждение неверно.

3) Из справочных данных известно, что $1 \text{ а. е.} = 150 \text{ млн км}$, поэтому расстояние от Венеры до Солнца равно $0,72 \cdot 150 \text{ млн км} = 108 \text{ млн км}$. Третье утверждение верно.

4) Первая космическая скорость вычисляется по формуле: $v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R}} = \frac{v_2}{\sqrt{2}}$. Для Нептуна получаем $v_1 = \frac{23,71 \text{ км/с}}{\sqrt{2}} \approx 16,77 \text{ км/с}$. Четвертое утверждение неверно.

5) Угловую скорость для планет можно примерно вычислить по формуле как $\omega = \frac{2\pi}{T}$. Поэтому отношение угловых скоростей движения Сатурна к угловой

скорости Юпитера равно $\frac{\omega_{\text{Сат}}}{\omega_{\text{Юпит}}} = \frac{T_{\text{Юпит}}}{T_{\text{Сат}}} = \frac{11 \cdot 365 \text{ сут} + 315 \text{ сут}}{29 \cdot 365 \text{ сут} + 168 \text{ сут}} \approx 0,4$. Пятое утверждение неверно.
Ответ: 13.