

Задание 24 в КИМ ЕГЭ по физике в 2018 году

Изменения в Кодификаторе

● Раздел 5

«Квантовая физика и элементы астрофизики»

| | |
|-------|--|
| 5.4.1 | Солнечная система: планеты земной группы и планеты-гиганты, малые тела солнечной системы |
| 5.4.2 | Звезды: разнообразие звездных характеристик и их закономерности. Источники энергии звезд |
| 5.4.3 | Современные представления о происхождении и эволюции Солнца и звезд |
| 5.4.4 | Наша Галактика. Другие галактики. Пространственные масштабы наблюдаемой Вселенной |
| 5.4.5 | Современные взгляды на строение и эволюцию Вселенной |

В разделе «Механика»

| | |
|-------|--|
| 1.2.7 | Движение небесных тел и их искусственных спутников. Первая космическая скорость: $v_{1к} = \sqrt{g_0 R_0} = \sqrt{\frac{GM}{R_0}}$ Вторая космическая скорость: $v_{2к} = \sqrt{2}v_{1к} = \sqrt{\frac{2GM}{R_0}}$ |
|-------|--|

Изменения в справочных данных

Соотношение между различными единицами

| | |
|--------------------------------------|--|
| температура | $0 \text{ K} = -273 \text{ }^\circ\text{C}$ |
| атомная единица массы | $1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ |
| 1 атомная единица массы эквивалентна | 931,5 МэВ |
| 1 электронвольт | $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ |
| 1 астрономическая единица | $1 \text{ а.е.} \approx 150\,000\,000 \text{ км}$ |
| 1 световой год | $1 \text{ св. год} \approx 9,46 \cdot 10^{15} \text{ м}$ |
| 1 парсек | $1 \text{ пк} \approx 3,26 \text{ св. года}$ |

Астрономические величины

| | |
|--------------------------------|---|
| средний радиус Земли | $R_{\oplus} = 6370 \text{ км}$ |
| радиус Солнца | $R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8 \text{ м}$ |
| температура поверхности Солнца | $T = 6000 \text{ К}$ |

Детализация кодификатора

п. 5.4.1:

- знать строение Солнечной системы,
- основные отличия планет земной группы от планет-гигантов и отличительные признаки каждой из планет;
- понимать причины смены дня и ночи
- понимать причины смены времен года,
- уметь рассчитывать первую и вторую космические скорости

Пример

Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики планет Солнечной системы.

| Название планеты | Среднее расстояние от Солнца (в а.е.) | Диаметр в районе экватора, км | Наклон оси вращения | Первая космическая скорость, км/с |
|------------------|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| Меркурий | 0,39 | 4879 | 0,6' | 3,01 |
| Венера | 0,72 | 12 104 | 177°22' | 7,33 |
| Земля | 1,00 | 12 756 | 23°27' | 7,91 |
| Марс | 1,52 | 6794 | 25°11' | 3,55 |
| Юпитер | 5,20 | 142 984 | 3°08' | 42,1 |
| Сатурн | 9,58 | 120 536 | 26°44' | 25,1 |
| Уран | 19,19 | 51 118 | 97°46' | 15,1 |
| Нептун | 30,02 | 49 528 | 28°19' | 16,8 |

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) На Марсе **не** может наблюдаться смена времён года.
- 2) Ускорение свободного падения на Нептуне составляет около $11,4 \text{ м/с}^2$.
- 3) Объём Марса в 3 раза меньше объёма Венеры.
- 4) Вторая космическая скорость для Меркурия составляет примерно $1,25 \text{ км/с}$.
- 5) Орбита Венеры находится на расстоянии примерно 108 млн км от Солнца.

Ответ:

| | |
|---|---|
| 2 | 5 |
|---|---|

Пример

Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики планет Солнечной системы.

| Название планеты | Диаметр в районе экватора, км | Период обращения вокруг Солнца | Период вращения вокруг оси | Вторая космическая скорость, км/с |
|------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| Меркурий | 4878 | 87,97 суток | 58,6 суток | 4,25 |
| Венера | 12 104 | 224,7 суток | 243 суток 0 часов 27 минут | 10,36 |
| Земля | 12 756 | 365,3 суток | 23 часа 56 минут | 11,18 |
| Марс | 6794 | 687 суток | 24 часа 37 минут | 5,02 |
| Юпитер | 142 800 | 11 лет 315 суток | 9 часов 53,8 минут | 59,54 |
| Сатурн | 120 660 | 29 лет 168 суток | 10 часов 38 минут | 35,49 |
| Уран | 51 118 | 84 года 5 суток | 17 часов 12 минут | 21,29 |
| Нептун | 49 528 | 164 года 290 суток | 16 часов 4 минуты | 23,71 |

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Первая космическая скорость для спутника Сатурна составляет примерно 50,2 км/с.
- 2) Ускорение свободного падения на Марсе примерно $3,7 \text{ м/с}^2$.
- 3) Угловая скорость вращения Урана вокруг Солнца больше, чем у Марса.
- 4) Первая космическая скорость для спутника Венеры составляет примерно 7,33 км/с.
- 5) Объем Марса примерно в 4 раза меньше объема Земли.

Ответ:

| | |
|---|---|
| 2 | 4 |
|---|---|

Пример

Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых спутников планет Солнечной системы.

| Название спутника | Радиус спутника, км | Радиус орбиты, тыс. км | Вторая космическая скорость, м/с | Планета |
|-------------------|---------------------|------------------------|----------------------------------|---------|
| Луна | 1737 | 384,4 | 2400 | Земля |
| Фобос | ~12 | 9,38 | 11 | Марс |
| Ио | 1821 | 421,6 | 2560 | Юпитер |
| Европа | 1561 | 670,9 | 2025 | Юпитер |
| Каллисто | 2410 | 1883 | 2445 | Юпитер |
| Титан | 2575 | 1221,8 | 2640 | Сатурн |
| Оберон | 761 | 583,5 | 725 | Уран |
| Тритон | 1354 | 354,8 | 1438 | Нептун |

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам спутников планет.

- 1) Первая космическая скорость для спутника Каллисто составляет примерно 1,7 км/с.
- 2) Ускорение свободного падения на Европе примерно $20,25 \text{ м/с}^2$.
- 3) Орбита Ио располагается ближе к поверхности Юпитера, чем орбита Каллисто.
- 4) Первая космическая скорость для спутника Тритона составляет примерно 2,0 км/с.
- 5) Объем Луны в 1,5 раза меньше объема Титана.

Ответ:

| | |
|---|---|
| 1 | 3 |
|---|---|

Пример

Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых астероидов Солнечной системы.

| Название астероида | Примерный радиус астероида, км | Большая полуось орбиты, а.е. | Период обращения вокруг Солнца, земных лет | Эксцентриситет орбиты e^* | Масса, кг |
|--------------------|--------------------------------|------------------------------|--|-----------------------------|---------------------|
| Веста | 265 | 2,36 | 3,63 | 0,089 | $3,0 \cdot 10^{20}$ |
| Эвномия | 136 | 2,65 | 4,30 | 0,185 | $8,3 \cdot 10^{18}$ |
| Церера | 466 | 2,78 | 4,60 | 0,079 | $8,7 \cdot 10^{20}$ |
| Паллада | 261 | 2,77 | 4,62 | 0,230 | $3,2 \cdot 10^{20}$ |
| Юнона | 123 | 2,68 | 4,36 | 0,256 | $2,8 \cdot 10^{19}$ |
| Геба | 100 | 2,42 | 3,78 | 0,202 | $1,4 \cdot 10^{19}$ |
| Аквитания | 54 | 2,79 | 4,53 | 0,238 | $1,1 \cdot 10^{18}$ |

*Эксцентриситет орбиты определяется по формуле: $e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}}$, где b – малая полуось, a – большая полуось орбиты. $e = 0$ – окружность, $0 < e < 1$ – эллипс

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам астероидов.

- 1) Чем дальше от Солнца располагается орбита астероида, тем большее его масса.
- 2) Астероид Геба движется по орбите Земли и представляет астероидную опасность.
- 3) Астероид Паллада вращается по более «вытянутой» орбите, чем астероид Веста.
- 4) Орбита астероида Юнона находится между орбитами Марса и Юпитера.
- 5) Вторая космическая скорость для астероида Церера составляет более 11 км/с.

Ответ:

| | |
|---|---|
| 3 | 4 |
|---|---|

Детализация кодификатора

п. 5.4.2:

- различать спектральные классы звезд,
- понимать взаимосвязь основных звездных характеристик (температура, цвет, спектральный класс, светимость),
- уметь пользоваться диаграммой Герцшпрунга–Рассела,
- различать звезды главной последовательности, белые карлики и гиганты (сверхгиганты);

п. 5.4.3:

- знать основные этапы эволюции звезд типа Солнца и массивных звезд, сравнивать продолжительность «жизненного цикла» звезд разной массы,
- представлять эволюционный путь звезды на диаграмме Герцшпрунга–Рассела;

Пример

Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звездах.

| Наименование звезды | Температура, К | Масса (в массах Солнца) | Радиус (в радиусах Солнца) | Созвездие |
|----------------------------|----------------|-------------------------|----------------------------|-----------|
| Менкалинан (β Возничего А) | 9350 | 2,7 | 2,4 | Возничий |
| Денеб | 8550 | 21 | 210 | Лебедь |
| Садр | 6500 | 12 | 255 | Лебедь |
| Бетельгейзе | 3100 | 20 | 900 | Орион |
| Ригель | 11 200 | 40 | 138 | Орион |
| Альдебаран | 3500 | 5 | 45 | Телец |
| Эль-Нат | 14 000 | 5 | 4,2 | Телец |

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд.

- 1) Звезды Альдебаран и Эль-Нат имеют одинаковую массу, следовательно, относятся к одному спектральному классу.
- 2) Звезда Ригель является сверхгигантом.
- 3) Температура поверхности звезды Менкалинан почти в 1,5 раза ниже, чем поверхности Солнца.
- 4) Звезда Бетельгейзе относится к красным звездам спектрального класса М.
- 5) Звезды Денеб и Садр относятся к одному созвездию, следовательно, находятся на одинаковом расстоянии от Земли.

Ответ:

| | |
|---|---|
| 2 | 4 |
|---|---|

Пример

Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звездах.

| Наименование звезды | Температура поверхности, К | Масса (в массах Солнца) | Радиус (в радиусах Солнца) | Средняя плотность по отношению к плотности воды |
|------------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|---|
| Альдебаран | 3600 | 5,0 | 45 | $7,7 \cdot 10^{-5}$ |
| ϵ Возничего В | 11 000 | 10,2 | 3,5 | 0,33 |
| Капелла | 5200 | 3,3 | 23 | $4 \cdot 10^{-4}$ |
| Ригель | 11 200 | 40 | 138 | $2 \cdot 10^{-5}$ |
| Сириус А | 9250 | 2,1 | 2,0 | 0,36 |
| Сириус В | 8200 | 1 | 0,01 | $1,75 \cdot 10^6$ |
| Солнце | 6000 | 1,0 | 1,0 | 1,4 |
| α Центавра А | 5730 | 1,02 | 1,2 | 0,80 |

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд.

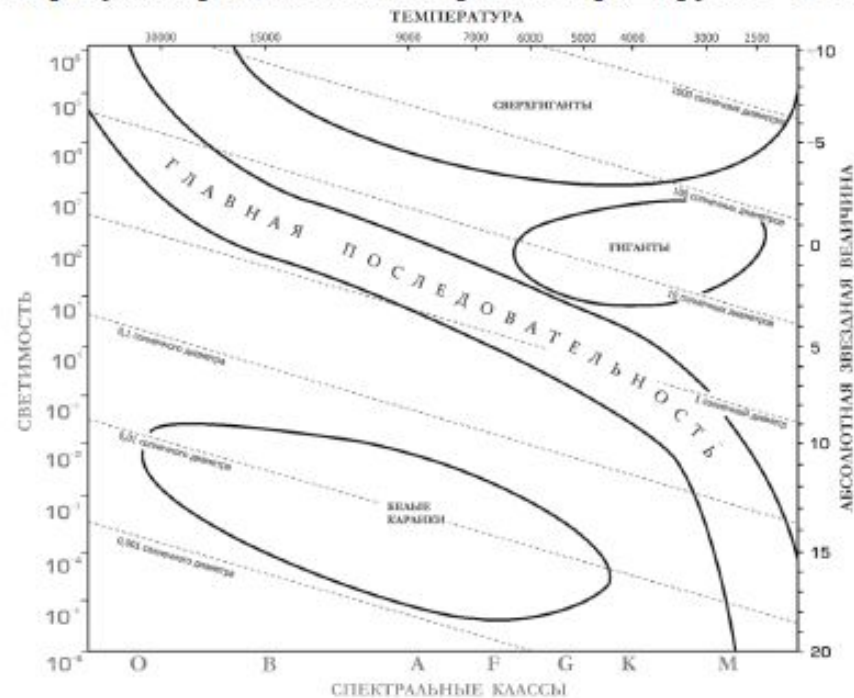
- 1) Температура поверхности Ригеля соответствует температурам звезд спектрального класса *B*.
- 2) Звезда Альдебаран относится к белым карликам.
- 3) Средняя плотность звезды Капелла больше, чем средняя плотность Солнца.
- 4) Солнце относится к красным звездам спектрального класса *M*.
- 5) Звезда α Центавра А относится к звездам главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга-Рессела.

Ответ:

| | |
|---|---|
| 1 | 5 |
|---|---|

Пример

На рисунке представлена диаграмма Герцшпрунга – Рассела.



Выберите два утверждения о звездах, которые соответствуют диаграмме.

- 1) Температура поверхности звезд спектрального класса G выше температуры звезд спектрального класса B .
- 2) Звезда Альтаир имеет радиус $1,9R_{\odot}$, следовательно, она относится к сверхгигантам.
- 3) Звезда Антарес A имеет температуру поверхности 3300 K , следовательно, она относится к звездам спектрального класса A .
- 4) Средняя плотность белых карликов существенно больше средней плотности звезд главной последовательности.
- 5) «Жизненный цикл» звезды спектрального класса K главной последовательности более длительный, чем звезды спектрального класса O главной последовательности.

Ответ:

| | |
|---|---|
| 4 | 5 |
|---|---|

**Спасибо за
внимание!**