**Селянина Наталия Николаевна,**

**учитель физики**

**МБОУСОШ № 4 г. Советский.**

**Мастер-класс по теме «Элементы астрофизики при подготовке**

 **к ЕГЭ по физике».**

В 2018 г. добавлена линия заданий, построенная на астрономическом материале.

В раздел «Квантовая физика и элементы астрофизики» кодификатора добавлена тема «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  |

Знания, необходимые для выполнения экзаменационных заданий по каждому из этих пунктов:

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 и смены времен года, уметь рассчитывать первую и вторую космические скорости;

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);

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;

5.4.4: знать строение Галактики и основные масштабы нашей Галактики, виды галактик, понимать смысл физических величин: астрономическая единица, парсек, световой год.

Задания, сконструированные на содержании темы «Элементы астрофизики», будут включены в КИМ ЕГЭ в конце части 1 экзаменационной работы на позиции 24. В этом задании на множественный выбор необходимо будет выбрать два верных утверждения из пяти предложенных. Задание 24, как и другие аналогичные задания в экзаменационной работе, оценивается максимально в 2 балла, если верно указаны оба элемента ответа и в 1 балл, если в одном из элементов допущена ошибка. Порядок записи цифр в ответе значения не имеет.

Как правило, задания будут иметь контекстный характер, т.е. часть данных, необходимых для выполнения задания будут приводиться в виде таблицы, схемы или графика.

Приведу примеры заданий, построенных на разных элементах содержания.

**Задания 5.4.1**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. 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 м/с2. |
|    |  **3)**  | Объём Марса в 3 раза меньше объёма Венеры. |
|    |  **4)**  | Вторая космическая скорость для Меркурия составляет примерно 1,25 км/с. |
|    |  **5)**  | Орбита Венеры находится на расстоянии примерно 108 млн км от Солнца. |

 |
| 1. 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 суток0 часов27 минут | 10,36 |
| Земля | 12 756 | 365,3 суток | 23 часа56 минут | 11,18 |
| Марс | 6794 | 687 суток | 24 часа37 минут | 5,02 |
| Юпитер | 142 800 | 11 лет315 суток | 9 часов53,8 минут | 59,54 |
| Сатурн | 120 660 | 29 лет168 суток | 10 часов38 минут | 35,49 |
| Уран | 51 118 | 84 года5 суток | 17 часов12 минут | 21,29 |
| Нептун | 49 528 | 164 года290 суток | 16 часов4 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 м/с2. |
|    |  **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)**  | Объём Марса примерно в 4 раза меньше объёма Земли. |

 |

При выполнении заданий такого типа с обучающимися необходимо повторить формулы первой и второй космических скоростей, формулу массы и объема шара, вспомнить закон Всемирного тяготения, рассмотреть отличительные признаки планет Солнечной системы.

Первая космическая скорость



Вторая космическая скорость



Масса планеты

М = ρV, где объем V = $\frac{4}{3}πR^{3}$

**Задания 5.4.2 – 5.4.3**

|  |
| --- |
| 1. На рисунке представлена диаграмма Герцшпрунга – Рессела.

 undefined Выберите **два** утверждения о звёздах, которые соответствуют диаграмме. |
|

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|    |  **1)**  | «Жизненный цикл» звезды спектрального класса *В* главной последовательности более длительный, чем звезды спектрального класса *G* главной последовательности. |
|    |  **2)**  | Температура поверхности звёзд спектрального класса *F* ниже температуры звёзд спектрального класса *А.* |
|    |  **3)**  | Звезда Арктур имеет температуру поверхности 4100 К, следовательно, она относится к звёздам спектрального класса *В.* |
|    |  **4)**  | Радиус звезды Бетельгейзе почти в 1000 раз превышает радиус Солнца, следовательно, она относится к сверхгигантам. |
|    |  **5)**  | Средняя плотность сверхгигантов существенно больше средней плотности белых карликов. |

 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звёздах.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование звезды | Температура, К | Масса(в массах Солнца) | Радиус(в радиусах Солнца) | Созвездие |
| Менкалинан(β Возничего A) | 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 звёзд. |
|

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|    |  **1)**  | Звёзды 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 звёздам спектрального класса *М*. |
|    |  **5)**  | Звезды Денеб и Садр относятся к одному созвездию, следовательно, находятся на одинаковом расстоянии от Земли. |

 |

При выполнении заданий такого типа полезно с обучающимися подробно изучить диаграмму Герцшпрунга – Рессела, сравнить размеры звезд разного типа, их плотность, длительность жизни и спектральные классы звезд:

Главная последовательность 0,1Dʘ < D < 10Dʘ

Гиганты 10Dʘ < D < 100Dʘ

Сверхгиганты D > 100Dʘ

Белые карлики 0,001Dʘ < D < 0,1Dʘ

ρсверхг <ρглавн посл<ρбелых карл

**Спектральные классы**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Класс** | **Температура, К** | **Цвет** | **Примеры** |
| O | 30 000-60 000 | Голубой | Кси Персея |
| B | 10 000-30 000 | Бело- голубой | Ригель |
| A | 7 000-10 000 | Белый | Сириус |
| F | 6 000-7 500 | Желто-белый | Процион |
| G | 5 000-6 000 | Желтый | Солнце |
| K | 3 500-5 000 | Оранжевый  | Альдебаран |
| M | 2000-3 500 | Красный  | Бетельгейзе |

**Литература:**

1. М.Ю. Демидова. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2017 года по ФИЗИКЕ.
2. Кодификатор элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников образовательных организаций для проведения единого государственного экзамена по ФИЗИКЕ. 2019 год.
3. Открытый банк заданий ЕГЭ

<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/index.php?proj_guid=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&theme_guid=38d100e29241e311a96a001fc68344c9&groupno=43>