# **Всероссийской олимпиады школьников по астрономии**

**2017- 2018 учебный год**

**9 - 11 класс**

# **Школьный этап**

***Полное правильное решение каждой задачи оценивается в 8 баллов.***

1. Рассмотрите таблицу, содержащую основные сведения о наиболее ярких звездах, и определите названия звезд, которые соответствуют указанным характеристикам.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование звезды | Спектральный класс | Температура, К | Масса в массах Солнца | Радиус в радиусах Солнца | Расстояние до звезды, св. год |
|  | Альдебаран | К | 3500 | 5 | 45 | 68 |
|  | Альтаир | А | 8000 | 1,7 | 1,7 | 360 |
|  | Арктур | К | 4100 | 4 | 26 | 36 |
|  | Бетельзейзе | М | 3100 | 20 | 900 | 650 |
|  | Вега | А | 10600 | 3 | 3 | 27 |
|  | Денеб | А | 8400 | 20 | 110 | 1550 |
|  | Капелла | G | 5200 | 3 | 2,5 | 45 |
|  | Поллукс | К | 4900 | 1,7 | 8 | 33,7 |
|  | Процион В | DC | 9700 | 0,6 | 0,02 | 11 |
|  | Сириус В | DA | 25200 | 0,1 | 0,0084 | 8,7 |

Составьте таблицу соответствия: к каждой позиции первой строки подберите и впишите номер звезды, соответствующей указанному классу звёзд.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Красный гигант | Белый гигант | Белый карлик | Белая звезда главной последовательности |
|  |  |  |  |

1. Спутник вращается по круговой орбите вокруг Земли. Из-за трения о верхние слои атмосферы его высота постепенно уменьшается. Как изменяются кинетическая энергия спутника и его потенциальная энергия в поле Земли, если трение совершает над ним работу Aтр= - 1 Дж?
2. Лунные морские приливы в два раза выше, чем солнечные. Оцените среднюю плотность Солнца, если средняя плотность Луны составляет 3 тонны на кубический метр. Считать, что Луна и Солнце имеют форму шара. Объём шара можно найти по формуле: ***V =*** $\frac{4}{3}$***πR3***, где R–радиус шара.
3. Звездолет будущего, имея скорость 20 км/с, пролетает на расстоянии 0,5пк от визуально-двойной звезды, у которой период обращения равен суткам, а большая полуось орбиты составляет 2 а. е.. Сможет ли звездолет вырваться из поля тяготения звезды? Массу Солнца принять за 2.1030 кг. 1пк = 3.1016м. Гравитационная постоянная равна 6,67.10-11 Н.м2/кг2.
4. Округляя видимую яркость звёзд до одной звёздной величины, можно получить, что на небе примерно 250 звёзд имеет 4-ю звёздную величину (в фотографической области спектра), 700 звёзд – пятую, 1900 – шестую, 5300 – седьмую и 14600 – восьмую. Звёзды какой звёздной величины (из перечисленных) вносят наибольший вклад в суммарный световой поток?
5. а) За какое минимальное время звезда (или планета) со средней плотностью ***ρ*** = 5000 кг/м3 может совершать оборот вокруг своей оси, чтобы на ней сила тяготения ещё удерживала вещество?

б) Оцените минимальную допустимую плотность вещества пульсара (нейтронной звезды) с периодом вращения 1 мс. Гравитационная постоянная ***G*** = 6,67 · 10−11Н.м2/кг2. Объём шара радиуса ***R*** равен ***V*** = $\frac{4}{3}$**πR3**.

**СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ**

#### Основные физические и астрономические постоянные

Гравитационная постоянная *G* = 6.67∙10–11 м3∙кг–1∙с–2

Скорость света в вакууме *c* = 2.998∙108 м/с

Постоянная Стефана-Больцмана  = 5.67∙10–8кг∙с–3∙K–4

Астрономическая единица 1 а.е. = 1.496∙1011 м

Парсек 1 пк = 206265 а.е. = 3.086∙1016 м

Постоянная Хаббла *H* = 72 км/(c∙Мпк)

#### Данные о Солнце

Радиус 695 000 км

Масса 1.989∙1030 кг

Светимость 3.88∙1026 Вт

Спектральный класс G2

Видимая звездная величина –26.78m

Абсолютная болометрическая звездная величина +4.72m

Показатель цвета (B–V) +0.67m

Температура поверхности около 6000K

Средний горизонтальный параллакс 8.794″

#### Данные о Земле

Эксцентриситет орбиты 0.017

Тропический год 365.24219 суток

Средняя орбитальная скорость 29.8 км/с

Период вращения 23 часа 56 минут 04 секунды

Наклон экватора к эклиптике на эпоху 2000 года: 23° 26′ 21.45″

Экваториальный радиус 6378.14 км

Полярный радиус 6356.77 км

Масса 5.974∙1024 кг

Средняя плотность 5.52 г∙см–3

#### Данные о Луне

Среднее расстояние от Земли 384400 км

Минимальное расстояние от Земли 356410 км

Максимальное расстояние от Земли 406700 км

Эксцентриситет орбиты 0.055

Наклон плоскости орбиты к эклиптике 5°09′

Сидерический период обращения 27.321662 суток

Синодический период обращения 29.530589 суток

Радиус 1738 км

Масса 7.348∙1022 кг или 1/81.3 массы Земли

Средняя плотность 3.34 г∙см–3

Визуальное геометрическое альбедо 0.12

Видимая звездная величина в полнолуние –12.7m

### ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОЛНЦА И ПЛАНЕТ

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Планета | Масса | Радиус | Плот-ность | Период вращения вокруг оси | Наклон экватора к плоскости орбиты | Гео-метр. аль-бедо | Види-мая звезд-ная вели-чина\*\* |
|  | кг | массы Земли | км | радиусы Земли | г∙см–3 |  | градусы |  | *m* |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Солнце | 1.989∙1030 | 332946 | 695000 | 108.97 | 1.41 | 25.380 сут | 7.25 | – | –26.8 |
| Меркурий | 3.302∙1023 | 0.05271 | 2439.7 | 0.3825 | 5.42 | 58.646 сут | 0.00 | 0.10 | –0.1 |
| Венера | 4.869∙1024 | 0.81476 | 6051.8 | 0.9488 | 5.20 | 243.019 сут\* | 177.36 | 0.65 | –4.4 |
| Земля | 5.974∙1024 | 1.00000 | 6378.1 | 1.0000 | 5.52 | 23.934 час | 23.45 | 0.37 | – |
| Марс | 6.419∙1023 | 0.10745 | 3397.2 | 0.5326 | 3.93 | 24.623 час | 25.19 | 0.15 | –2.9 |
| Юпитер | 1.899∙1027 | 317.94 | 71492 | 11.209 | 1.33 | 9.924 час | 3.13 | 0.52 | –2.9 |
| Сатурн | 5.685∙1026 | 95.181 | 60268 | 9.4494 | 0.69 | 10.656 час | 25.33 | 0.47 | –0.5 |
| Уран | 8.683∙1025 | 14.535 | 25559 | 4.0073 | 1.32 | 17.24 час\* | 97.86 | 0.51 | 5.7 |
| Нептун | 1.024∙1026 | 17.135 | 24746 | 3.8799 | 1.64 | 16.11 час | 28.31 | 0.41 | 7.8 |

\* – обратное вращение.

\*\* – для наибольшей элонгации Меркурия и Венеры и наиболее близкого противостояния внешних планет.

### ХАРАКТЕРИСТИКИ ОРБИТ ПЛАНЕТ

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Планета | Большая полуось | Эксцент-риситет | Наклон к плоскости эклиптики | Период обращения | Синодический период |
|  | млн.км | а.е. |  | Градусы |  | сут |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Меркурий | 57.9 | 0.3871 | 0.2056 | 7.004 | 87.97 сут | 115.9 |
| Венера | 108.2 | 0.7233 | 0.0068 | 3.394 | 224.70 сут | 583.9 |
| Земля | 149.6 | 1.0000 | 0.0167 | 0.000 | 365.26 сут | — |
| Марс | 227.9 | 1.5237 | 0.0934 | 1.850 | 686.98 сут | 780.0 |
| Юпитер | 778.3 | 5.2028 | 0.0483 | 1.308 | 11.862 лет | 398.9 |
| Сатурн | 1429.4 | 9.5388 | 0.0560 | 2.488 | 29.458 лет | 378.1 |
| Уран | 2871.0 | 19.1914 | 0.0461 | 0.774 | 84.01 лет | 369.7 |
| Нептун | 4504.3 | 30.0611 | 0.0097 | 1.774 | 164.79 лет | 367.5 |