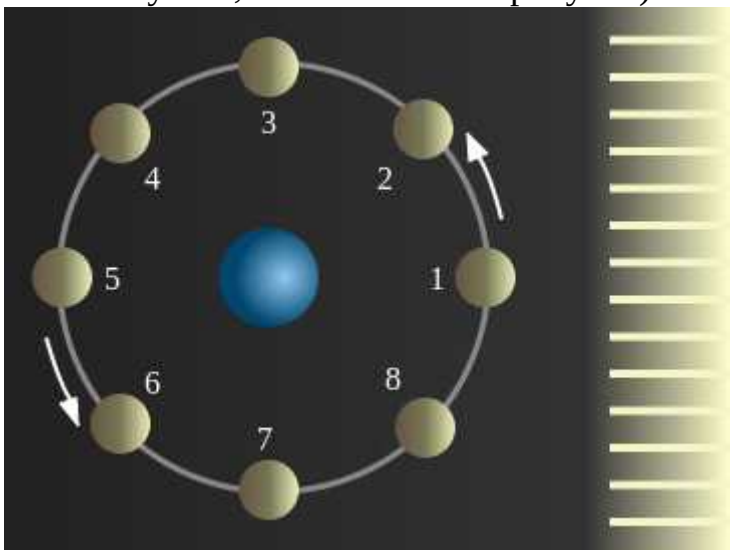
Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по астрономии в 2012-2013 учебном году

РЕШЕНИЯ

10 КЛАСС

Ответ к заданию 1. Из всех перечисленных звёзд только Солнце является одиночной звездой. Сириус (α Большого Пса)- двойная звезда с компонентом Сириус В – белым карликом, Алголь (β Персея) – двойная затменно-переменная звезда, Альфа Центавра – тройная звезда (состоит из компонент α Центавра А, α Центавра В и Проксимы Центавра, - ближайшей к нам звезды), Мицар – двойная звезда (с компонентами Мицар А и Мицар В, которые в свою очередь также являются двойными звёздами), Алькор – двойная звезда. При этом, как выяснили астрономы Рочестерского университета в 2009 году, система Мицар-Алькор в созвездии Большой Медведицы представляет собой единую физически связанную группу, состоящую из 6 звезд.

Ответ к заданию 2. Первая четверть – фаза Луны, при которой видна ровно половина её видимой части, причём, в отличие от последней четверти, доля освещённой части в этот момент увеличивается (Луна движется от новолуния к полнолунию, положение 3 на рисунке).



Луна в первой четверти видна вечером и в начале ночи и освещено её западное полушарие. Поскольку в западной половине Луны меньше морей, чем в восточной, то западная часть Луны ярче, чем её восточная часть, которая освещает Землю в последней, третьей четверти (положение 7 на рисунке). Так как Луна обращена к Земле одной стороной, то она всегда в первой четверти лучше освещает Землю, чем в третьей четверти. Освещённости, создаваемой Луной в первой четверти, вполне достаточно, чтобы тела на Земле отбрасывали тени.

Ответ к заданию 3. Скорость на поверхности вращающейся планеты не может превышать её второй космической скорости:

$$V<V_{II}, \qquad (1)$$

где $V = \frac{2\pi R}{T}$ - линейная скорость вращения планеты радиуса R, $V_{II} = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$, G – гравитационная постоянная, M – масса планеты. Поскольку предполагается, что планета имеет форму шара, то $M = \frac{4\pi}{3} R^3 \rho$. Таким образом, из условия (1) следует:

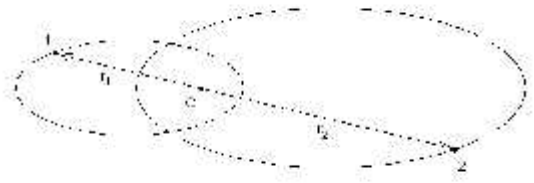
$$\frac{2\pi R}{T} < \sqrt{\frac{2G}{R}\frac{4\pi R^3 \rho}{3}}.$$

Отсюда

$$\rho > \frac{3\pi}{2GT^2}.$$

Численно ρ>196,3 тонн/м^3. Это невероятный для планеты результат. Очевидно, что астроном ошибся в определении периода вращения планеты.

Ответ к заданию 4. 1. Компонента 2 двойной системы звезд будет находиться по другую сторону от центра масс O в точке 2 её орбиты (согласно закону сохранения импульса в системе центра масс $M_1\vec{r}_1 = M_2\vec{r}_2$). Центр масс C является фокусом эллиптических орбит движения компонент.



2. Поскольку эллипсы орбит подобны (эксцентриситеты этих эллипсов равны), то будет выполняться условие $M_1a_1=M_2a_2$. Отсюда, согласно условию задачи, $M_1=2M_2$ и окончательно $M_1=4M_\odot$, $M_2=2M_\odot$.

Ответ к заданию 5. Чтобы космический аппарат, запущенный с поверхности Земли, покинул пределы Солнечной системы, ему необходимо сообщить скорость относительно Солнца

$$V = \sqrt{\frac{2GM}{r}},$$

где G – гравитационная постоянная, M – масса Солнца, r – расстояние от Земли до Солнца. Численно V=42231м/с. Но Земля относительно Солнца движется со скоростью

$V_1 = \sqrt{\frac{GM}{r}}$. Численно V_1=29862 м/с.

Тогда скорость запуска относительно Земли будет равна $V-V_1$, если ракету запускать по направлению движения Земли. При запуске ракеты против хода движения Земли относительная скорость будет равна $V+V_1$. Видим, что в первом случае реализуется запуск с минимальными энергетическими затратами и скорость при таком запуске будет равна V_{III}=12,4 км/с (третья космическая скорость).

Как известно, Земля при вращении вокруг Солнца ещё и обращается вокруг своей оси в том же направлении. Скорость обращения будет максимальной в районе земного экватора и равна 0,5 км/с. Поэтому наиболее выгодный старт для достижения третьей космической скорости необходимо производить вблизи экватора так, чтобы движение аппарата было сонаправлено осевому вращению и орбитальному движению Земли. Следовательно, запуск необходимо производить в районе экватора в полночь.

Ответ к заданию 6. Температура Солнца и звёзд, в спектрах которых известно распределение энергии, может быть найдена по закону Вина

$$T = \frac{b}{a_{max}},$$

где b – постоянная смещения Вина. Численная подстановка даёт T=6000 K.