

11 класс

1. Определите, внутри или вне Солнца находится центр масс Солнечной системы, пренебрегая массами всех планет, кроме Юпитера.. Масса Солнца в 1050 раз больше массы Юпитера. Известно, что диаметр Солнца в 108 раз меньше расстояния от Солнца до Земли, а расстояние от Солнца до Юпитера в 5,2 раза больше расстояния от Солнца до Земли (5.2 а.е.). Расстояние от Солнца до Земли 147 100 000 км.

2. Почему самые продолжительные полные солнечные затмения наблюдаются в тропических и экваториальных странах?

3. Чем объясняется красное смещение в спектрах галактик? Какова скорость удаления галактики, находящейся от нее на расстоянии $3 \cdot 10^8$ пк? (Постоянную Хаббла принять равным 75 км/сМпк).

4. Разрешающая способность невооруженного глаза 2'. Объекты какого размера может различить астронавт на поверхности луны, пролетая над ней на высоте 75 км?

5. В начале XX века ряд стран, в которых в то время использовался Юлианский календарь (Россия, Греция, Сербия, Болгария), рассматривали проект введения в своих странах более точного календаря, так называемого «Новоюлианского календаря». По сравнению с Григорианским календарем, в Новоюлианском чередование високосных и невисокосных годов проще: високосными являются 31 из 128 лет, то есть каждый четвертый (4-й, 8-й, 12-й, 16-й...) за исключением каждого 128-го (128-й, 256-й, 384-й, 512-й...). Вычислите, насколько (то есть, во сколько раз) более или менее точным является Новоюлианский календарь по сравнению с используемым ныне Григорианским календарем. Длина тропического года составляет 365.244190 суток.

6. Предположим, что Земля «раздулась» (равномерно во все стороны) так, что поглотила Луну. Чему станет равна средняя плотность «новой Земли». С чем можно сравнить эту плотность? Плотность Земли сейчас составляет 5520кг/м³. Диаметр Земли равен 12800 км, расстояние от Земли до Луны – 384000км.

11 класс

1. Определите, внутри или вне Солнца находится центр масс Солнечной системы, пренебрегая массами всех планет, кроме Юпитера. Масса Солнца в 1050 раз больше массы Юпитера. Известно, что диаметр Солнца в 108 раз меньше расстояния от Солнца до Земли, а расстояние от Солнца до Юпитера в 5,2 раза больше расстояния от Солнца до Земли (5.2 а.е.). Расстояние от Солнца до Земли 147 100 000 км.

Решение.

Если мы пренебрегаем всеми планетами, кроме Юпитера, то центр масс Солнечной системы – это центр масс системы Солнце-Юпитер, который находится от центра Солнца на расстоянии

$$L = \frac{ml}{M + m} = 4.95 \cdot 10^5 \text{ а.е.} = 740000 \text{ км.}$$

Радиус Солнца составляет чуть меньше 700 тысяч километров. Видно, что в рамках сделанных в условии допущений, центр масс Солнечной системы находится вне Солнца, хотя и близко к его поверхности.

Максимальный балл – 9,

причем правильно указаны формулы – 4 балла,

правильный подсчет – 3 балла,

анализ результата – 2 балла.

2. Почему самые продолжительные полные солнечные затмения наблюдаются в тропических и экваториальных странах?

Решение.

По двум причинам. 1. В этом поясе Земли Луна поднимается высоко над горизонтом, располагаясь в это время ближе к наблюдателю. В результате увеличивается геометрический размер тени во время затмений. 2. За счет осевого вращения Земли наблюдатель движется в ту же сторону, что и лунная тень, причем на экваторе это движение самое быстрое. Скорость тени относительно наблюдателя уменьшается, что также благоприятно влияет на продолжительность полного солнечного затмения.

Максимальный балл – 7,

причем указана 1-я причина – 3 балла,

указана 2-я причина – 4 балла.

3. Чем объясняется красное смещение в спектрах галактик? Какова скорость удаления галактики, находящейся от нее на расстоянии $3 \cdot 10^8$ пк? (Постоянную Хаббла принять равным 75 км/сМпк).

Решение.

Удалением галактик относительно друг друга

$$v = Hr = 3 \cdot 10^2 \cdot 75 = 225 \cdot 10^2 = 22,5 \cdot 10^3 \text{ км/с}.$$

Максимальный балл – 8,

причем объяснение красного смещения – 4 балла,

получено значение скорости – 4 баллов.

4. Разрешающая способность невооруженного глаза 2'. Объекты какого размера может различить астронавт на поверхности луны, пролетая над ней на высоте 75 км?

Решение.

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha''}{2} = \frac{x_{12}}{r}; \quad \alpha'' = \frac{206265'' x}{r}; \quad x = \frac{\alpha'' r}{206265''} = \frac{120 \cdot 75 \cdot 10^3}{206265} = \frac{9 \cdot 10^6}{206265} \approx 44 \text{ м}.$$

Максимальный балл – 9,

причем правильно указаны формулы – 5 балла,

правильный подсчет – 4 балла.

5. В начале XX века ряд стран, в которых в то время использовался Юлианский календарь (Россия, Греция, Сербия, Болгария), рассматривали проект введения в своих странах более точного календаря, так называемого «Новоюлианского календаря». По сравнению с Григорианским календарем, в Новоюлианском чередование високосных и невисокосных годов проще: високосными являются 31 из 128 лет, то есть каждый четвертый (4-й, 8-й, 12-й, 16-й...) за исключением каждого 128-го (128-й, 256-й, 384-й, 512-й...). Вычислите, насколько (то есть, во сколько раз) более или менее точным является Новоюлианский календарь по сравнению с используемым ныне Григорианским календарем. Длина тропического года составляет 365.244190 суток.

Решение.

Средняя продолжительность года в Григорианском календаре равна $365 + 97/400 = 365.2425$ дня. Это на 0.000310 дня больше длины тропического года. Примерно за 3200 лет «набежит» один лишний день. Значит, примерно раз в 3200 лет нужно отменить один високосный год. Средняя продолжительность года в Новоюлианском календаре равна $365 + 31/128 = 365.2421875$ дня. Это на 0.0000025 дня меньше длины тропиче-

ского года. Примерно за 400000 лет мы не досчитаемся одного дня. То есть, примерно раз в 400000 лет нужно добавить один високосный год. Таким образом, Новоюлианский календарь в 125 раз точнее Григорианского.

Максимальный балл – 8.

6. Предположим, что Земля «раздулась» (равномерно во все стороны) так, что поглотила Луну. Чему станет равна средняя плотность «новой Земли». С чем можно сравнить эту плотность? Плотность Земли сейчас составляет 5520 кг/м³. Диаметр Земли равен 12800 км, расстояние от Земли до Луны – 384000 км.

Решение.

Отношение плотностей есть

$$\frac{\rho_1}{\rho_0} = \frac{(M/V_1)}{(M/V_0)} = \frac{(3M/4\pi r_1^3)}{(3M/4\pi r_0^3)} = \frac{r_0^3}{r_1^3}$$

Здесь M – масса Земли, r_0 и r_1 – ее старый и новый радиус, V_0 и V_1 – старый и новый объем. При «раздувании» Земля увеличивает свой радиус в 60 раз, при этом ее плотность уменьшается в 216000 раз и составит 0.0256 кг/м³. Эта плотность существенно меньше, чем даже плотность воздуха очень в горах. Плотность «нормального воздуха» (у поверхности Земли) примерно в 50 раз больше.

Максимальный балл – 7,

причем указаны формулы – 3 балла,

правильный подсчет – 2 балла,

анализ результата – 2 балла.