9 класс

1. Смена сезонов

В некоторых источниках иногда можно встретить такое утверждение, что смена времен года на Земле обусловлена наклоном оси вращения нашей планеты к плоскости ее орбиты. Согласны ли Вы с этим утверждением? Ответ обоснуйте. Орбиту Земли считать круговой.

Решение

Смена времен года на Земле связана с тем, что в процессе ее движения по своей орбите, к Солнцу оказывается обращенным в большей степени то Северное полушарие планеты, то Южное. То полушарие, которое в большей степени обращено в данное время к Солнцу, получает больше тепла от нашей звезды, и в этом полушарии, соответственно, имеет место теплое время года. Другое же полушарие, которое в это время обращено в сторону «от Солнца», получает минимум солнечного тепла, и там, наоборот, имеет место холодный сезон.

Представим, что указанного в условии задачи наклона не существовало бы, т.е. угол между осью вращения нашей планеты и плоскостью эклиптики был бы равен 0° (ось вращения Земли при этом лежала бы в плоскости ее орбиты). Одновременно с этим плоскость земного экватора оказалась бы наклоненной к плоскости эклиптики Земли на максимальный угол в 90°. Нетрудно догадаться, что в этом случае в течение года Солнце последовательно оказывалось бы в зените на всем диапазоне географических широт Земли, в т.ч. и на ее полюсах. Это привело бы к тому, что на нашей планете имела место наиболее сильно выраженная смена тепловых сезонов, чем это есть на самом деле. Похожая ситуация, кстати, имеет место у Урана, ось вращения которого составляет небольшой угол с плоскостью его орбиты.

Представим теперь, что, наоборот, ось вращения Земли составляет с плоскостью ее орбиты максимальный угол в 90°, иными словами, эта ось перпендикулярна плоскости эклиптики. Угол же наклона плоскости земного экватора к плоскости эклиптики в этом случае был бы равен 0°. Тогда каждый широтный пояс Земли в течение всего года получал бы одно и то же количество солнечного тепла, и никакой смены времен года на нашей планете не было бы вовсе.

Таким образом, смена сезонов на Земле связана не с наклоном ее оси вращения к плоскости эклиптики, а с наклоном к этой плоскости именно земного экватора. Чем больший угол образует плоскость экватора планеты с плоскостью ее орбиты, тем более выраженной является смена тепловых сезонов на планете. Поэтому правильнее связывать выраженность сезонов на планете с величиной угла между плоскостями ее экватора и орбиты.

2. Луна в телескоп

Объектив телескопа имеет диаметр объектива 10 см и фокусное расстояние 1 м. В этом телескопе установлен окуляр с фокусным расстоянием 20 мм. Под каким углом в этот телескоп будет видна Луна?

Решение

Увеличение телескопа равно отношению фокусного расстояния объектива к фокусному расстоянию окуляра. В нашем случае это увеличение составит 50 раз. Для невооруженного глаза Луна видна под углом примерно 0,5º. В данный телескоп наш спутник, соответственно, будет наблюдаться под углом, равным: $50^{\times} \cdot 0{,}5^{\circ} = 25^{\circ}$.

3. Верно ли?

Выберите верные утверждения.

1) Скорость движения Земли по орбите больше, чем скорость Меркурия.
2) Самой горячей частью атмосферы Солнца является солнечная корона.
3) Кольца есть только у двух планет Солнечной системы.
4) Серебристые облака являются самыми высокими облаками в земной атмосфере.
5) Кассиопея – экваториальное созвездие.
6) Луна – самый крупный спутник в Солнечной системе.
7) Юпитер – самая большая планета Солнечной системы.
8) Сириус ярче Полярной звезды.

Решение

Верные утверждения №2, 4, 7, 8

4. Обсерватория будущего

Астрономическая обсерватория будущего построена на одном из карликовых тел Солнечной системы, обращающемся вокруг Солнца по круговой орбите. Астрометрические измерения одной звезды показали, что в своем движении относительно более далеких звезд в этой области неба она описывает окружность радиусом 0.5″ с периодом 200 лет. Определите расстояние до этой звезды. Известно, что звезда не входит в состав какой-либо двойной или кратной системы.

Решение

Положение звезды измеряется относительно более далеких звезд и при этом описывает окружность. Известно также, что звезда не входит в двойную систему. Следовательно, это есть параллактическое смещение звезды за счет движение обсерватории вокруг Солнца. Таким образом, T = 200 лет – это период обращения карликовой планеты вокруг Солнца. Пользуясь простой формулировкой III закона Кеплера, мы можем получить величину радиуса ее орбиты в астрономических единицах: a = T2/3 = 34.2, обсерватория построена на транснептуновом теле. Параллактическое смещение звезды при наблюдении с этой обсерватории будет в 34.2 раза больше, чем на Земле. Смещение в 1″ испытывала бы звезда на расстоянии 34.2 пк, а смещение в 0.5″ – звезда на расстоянии 68.4 пк.

5. Скорость астероида

Некоторый астероид обращается вокруг Солнца по круговой орбите, имеющей радиус 3,5 а.е. Какова его линейная орбитальная скорость, если орбитальная скорость Земли 30 км/сек?

Решение

Орбитальная скорость планеты или астероида, обращающегося вокруг Солнца по круговой орбите, обратно пропорциональна корню квадратному из радиуса орбиты этого тела:

$$V \sim \frac{1}{\sqrt{a}}$$

Сравним орбитальные скорости астероида и Земли:

$$\frac{V_{астероида}}{V_{Земли}} = \sqrt{\frac{a_{Земли}}{a_{астероида}}}$$

Откуда находим скорость астероида:

$$V_{астероида} = 30 \cdot \sqrt{\frac{1}{3,5}} = \frac{30}{\sqrt{3,5}} \approx 16 \text{ км/сек}$$

6. Солнечный ветер

Солнечный ветер состоит из протонов, летящих со скоростью 300 км/с и заполняющих в районе земной орбиты межпланетное пространство в количестве 10 частиц на 1 см^3. С какой силой давит этот «ветер» на Луну? Масса протона mp= 1,6 * 10^{-24} г, радиус Луны 1737 км.

Решение:

Запишем второй закон Ньютона F = ma в виде $F = \frac{\Delta V}{\Delta t} m = \frac{\Delta(Vm)}{\Delta t}$. Видно, что сила равна изменению импульса тела за единицу времени (если масса тела постоянна). Будем считать, что протоны солнечного ветра полностью поглощаются Луной, передавая ей свой импульс, но практически не изменяют её массу. Пусть V скорость ветра, n – плотность числа частиц. Тогда за единицу времени на единицу площади сечения лунного диска падает nV частиц, принося импульс $p = m_p VnV$. Следовательно, импульс, получаемый за единицу времени всей Луной равен: $F = p\,S = \pi R^2 n m_p V^2 \approx 1,37 \cdot 10^3$ Н.