

Пример задачи из разделов НИИ и астрономия с решением

Задача «Юпитер».

Предварительные сведения. 1. Если при наблюдении темной ночью теннисного белого мячика, освещенного далеко расположенным фонарём, видна только часть его освещенной поверхности, то так называемая видимая яркость его свечения в направлении наблюдателя меньше видимой яркости свечения «полного» освещенного объекта (того же мячика), рассматриваемого с такого же расстояния. Если удалиться от этого мячика так, что видимая доля освещенной его поверхности остается одной и той же, то видимая яркость мячика убывает с увеличением расстояния X по закону $1/X^2$.

2. Расстояние от Юпитера до Солнца примерно в 5.2 раза больше среднего расстояния от Земли до Солнца. Юпитер светит не собственным излучением, а рассеянным во все стороны солнечным светом, которым он освещается. Плоскости почти круговых орбит Земли (З) и Юпитера (Ю) при их движении вокруг Солнца (С) почти совпадают.

3. Стороны треугольника пропорциональны синусам противолежащих углов.

Вопросы. 1. При каком значении угла ЗСЮ видимая часть освещенной поверхности Юпитера самая маленькая? 2. Найдите отношение видимых с МКС яркостей Юпитера в ситуациях, когда видно почти 100% его освещенной поверхности.

Решение. 1. Для того, чтобы видимая часть освещенной поверхности была самой маленькой, нужно, чтобы угол ЗЮС (или что тоже самое угол СЮЗ) был бы самым большим. По теореме синусов имеем: $\sin(\text{ЗЮС})/\text{СЗ} = \sin(\text{СЗЮ})/\text{СЮ}$. Поскольку расстояния СЮ и СЗ фиксированы (орбиты Земли и Юпитера почти круговые), то угол ЗЮС максимален, когда максимален $\sin(\text{СЗЮ})$, т.е. когда угол СЗЮ равен 90° . При этом $\sin(\text{ЗЮС}) = \text{СЗ}/\text{СЮ} = 1/5.2$, т.е. $\text{ЗЮС} = \arcsin(1/5.2) \approx 11^\circ$. И значит искомый угол $\text{ЗСЮ} = 90^\circ - \text{ЗЮС} \approx 79^\circ$.

2. Почти 100% освещенной поверхности Юпитера с МКС будет видно в двух случаях: когда Юпитер находится дальше всего от Земли и когда он находится ближе всего к Земле (в обоих случаях почти на линии Солнце – Земля). Пользуясь информацией из предварительных сведений, получаем, что отношение видимых яркостей Юпитера в ситуациях, когда он ближе всего к Земле (максимум) и дальше всего от Земли (минимум) равно: $(6.2/4.2)^2 \approx 2.18$.