

9 класс

1. Если Вы решили наблюдать Луну за неделю до затмения, то в каком месте небосвода Вам следует искать ее сразу после захода Солнца?

Ответ.

Если предстоит солнечное затмение, которое случается в новолуние, то Луна находится в последней четверти, т.е. по вечерам вообще не видна (4 балла). Если же ожидается лунное затмение, то до полнолуния осталась неделя и после захода Солнца молодая Луна наблюдается в южной части неба (4 балла).

2. Если бы ось вращения Земли была перпендикулярна эклиптике, то какова была бы продолжительность дня на широте 40° в день летнего солнцестояния?

Ответ.

Если считать продолжительностью дня время от восхода до захода Солнца, то всюду на планете она была бы неизменной и равной 12 часам независимо от сезона (4 балла). Только на полюсах был бы вечный день (4 балла).

3. Наблюдатель, находящийся на земном экваторе, все время видит ИСЗ у себя над головой. На каком расстоянии от земной поверхности находится этот спутник? С какой линейной скоростью он обращается вокруг Земли?

Ответ.

Спутник движется по круговой орбите в плоскости земного экватора. Радиус орбиты спутника ищем по формуле:

$r = R_{\oplus} + h$, где $R_{\oplus} = 6378 \text{ км}$ – экваториальный радиус Земли, h – искомое расстояние (1 балл).

Для периода обращения по круговой орбите в соответствии с третьим законом Кеплера получаем выражение для периода спутника:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM_{\oplus}}} \quad (3 \text{ балла}).$$

Период спутника должен быть равен звездным суткам Земли: $T = 23^{\text{h}}56^{\text{m}}04^{\text{s}} = 86164 \text{ с}$,

тогда $r = \sqrt[3]{GM_{\oplus} \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2} = 42166 \text{ км}$, а высота спутника над поверхностью Земли

$h = 42166 - 6378 = 35788 \text{ км}$ (2 балла).

Скорость спутника найдем по формуле $v = \frac{2\pi r}{T}$, $v = 3,07 \text{ км/с}$ (2 балла).

4. Когда световой день длиннее: 20 февраля или 30 октября? Ответ поясните.

Ответ.

В день весеннего и осеннего равноденствия день будет равен ночи. После дня осеннего равноденствия день будет уменьшаться, а ночь увеличиваться. До дня весеннего равноденствия идет аналогичный процесс с той же скоростью, только в другую сторону (1 балл). Поэтому 20 февраля день будет длиннее, так как до дня весеннего равноденствия останется 31 день. А 30 октября со дня осеннего равноденствия пройдет 38 дней (3 балла). Отметим, что данное рассуждение справедливо для северного полушария. В южном полушарии день будет уменьшаться после дня весеннего равноденствия, а увеличиваться после дня осеннего равноденствия. Поэтому для южного полушария ответ будет противоположным: там световой день 30 октября будет длиннее, чем 20 февраля (3 балла). На экваторе же световой день в любую дату составляет 12 часов (1 балл).

5. Разность звездных величин двух звезд одинаковой светимости равна 5 m. Во сколько раз одна из них дальше другой?

Ответ:

Известно, что, если разность звездных величин звезд равна 5, то одна из них ярче другой в 100 раз. Так как светимость звезд одинакова, различие в яркости обусловлено тем, что одна (более слабая) находится дальше от наблюдателя, чем другая (1 балл). Звезда — практически сферически-симметричный объект и равномерно излучает во всех направлениях. Вся энергия, излученная звездой, равномерно распределяется по площади воображаемой сферы, на «поверхности» которой находится наблюдатель. Чем больше радиус этой сферы, т.е. расстояние от звезды до наблюдателя, тем больше площадь и тем меньшая энергия излучения приходится на единицу этой площади (4 балла). Так как площадь сферы пропорциональна квадрату ее радиуса, то энергия, приходящая за единичное время на площадку единичной площади от звезды ε , обратно пропорциональна квадрату расстояния r до нее, т.е. $\varepsilon \sim 1/r^2$ (2 балла). Отсюда следует, что $r \sim 1/\sqrt{\varepsilon}$ и одна звезда дальше другой в $\sqrt{100} = 10$ раз (1 балл).

6. Параллакс Солнца $\pi_0 = 8,8''$, а видимый угловой радиус Солнца $r_0 = 16'01'' = 961''$. Во сколько раз радиус Солнца больше радиуса Земли?

Ответ.

Параллакс Солнца – угловой радиус Земли, видимый с Солнца (2 балла), следовательно, радиус Солнца во столько же раз больше радиуса Земли, во сколько раз его угловой диаметр больше параллакса (4 балла):

$$\frac{R_0}{R_3} = \frac{r_0}{\pi_0} = \frac{961}{8,8} = 109,2 \text{ (2 балла).}$$