

11 класс

1. Полюс Марса

На какую высоту поднимается Земля над горизонтом на полюсе Марса? Угол наклона Марса к плоскости эклиптики 65° .

Решение

если считать, что сам Марс движется в плоскости эклиптики, то на $90^{\circ} - 65^{\circ} = 25^{\circ}$

2. Скорость эволюции звезд

Светимость звезд главной последовательности пропорциональна кубу их массы. Как в таком случае связаны скорость эволюции и масса звезд?

Решение

Очевидно, что время эволюции звезды пропорционально запасам ее термоядерного горючего (т.е. ее массе) и обратно пропорционально интенсивности их расходования (т.е. светимости звезды):

$$t \sim \frac{M}{L}$$

Т.к. по условию

$$L \sim M^3$$

то первое выражение примет вид:

$$t \sim \frac{1}{M^2} = M^{-2}$$

Скорость же эволюции звезды обратно пропорциональна времени ее эволюции:

$$V \sim \frac{1}{t} = M^2$$

Таким образом, скорость эволюции звезд пропорциональна квадрату их массы, т.е., например, вдвое более массивная звезда эволюционирует в четыре раза быстрее.

3. Комета Галлея

Период обращения кометы Галлея $T_{\Gamma} = 76,4$ года. В перигелии она приближается к Солнцу на расстояние $r_{\Pi} = 0,59$ а. е. Чему равно максимальное удаление r_a кометы от Солнца в афелии? 1 а. е. (астрономическая единица) равна среднему радиусу земной орбиты – $1,5 \cdot 10^{11}$ м (приблизительно).

Решение

В соответствии с третьим законом Кеплера можно записать:

$$\frac{a_{\Gamma}^3}{a_{\text{O}}^3} = \frac{T_{\Gamma}^2}{T_{\text{O}}^2},$$

где $a_{\text{O}} = 1$ а. е. – радиус земной орбиты, $T_{\text{O}} = 1$ год – период обращения Земли вокруг Солнца, a_{Γ} – большая полуось орбиты кометы Галлея. Отсюда

$$a_{\Gamma} = a_{\text{O}} \sqrt[3]{\left(\frac{T_{\Gamma}}{T_{\text{O}}}\right)^2} = 1805 \text{ а. е.}$$

Максимальное удаление r_a кометы от Солнца равно

$$r_a = 2a_{\Gamma} - r_{\Pi} = 35,51 \text{ а. е.} = 5,33 \cdot 10^{12} \text{ м.}$$

4. Транзиентный источник

Освещенность в оптическом диапазоне вблизи поверхности Земли, которую создал некоторый далекий вспыхивающий (транзиентный) источник, составила 10^{-5} Вт/м². Можно ли его вообще было заметить невооруженным глазом на дневном небе, если известно, что освещенность, которую вблизи земной поверхности создает Солнце (т.н. солнечная постоянная), равна порядка 1,3 кВт/м², а его видимая звездная величина $-26,7^m$.

Решение

Пусть E_0 и E – видимый блеск Солнца и источника, соответственно, а m_0 и m – их видимые звездные величины. Выражение, связывающее все эти величины, имеет вид:

$$\frac{E_0}{E} = 2,512^{(m-m_0)}$$

Откуда можно найти видимую звездную величину источника:

$$m = m_0 + 2,51 \lg \frac{E_0}{E} = -6,4^m$$

Как известно, блеск Венеры составляет порядка -4^m и при определенных условиях ее вполне можно увидеть на дневном небе невооруженным глазом, если точно знать, куда смотреть. Соответственно, рассматриваемый источник также может быть замечен днем для невооруженного глаза.

5. Торможение Земли

Луна своим приливным влиянием тормозит суточное вращение Земли. Через несколько миллиардов лет их вращение синхронизируется и Земля будет постоянно повернута к Луне одной своей стороной (так же как и сейчас смотрит на Землю). При этом сидерический лунный месяц станет равен нынешним 36 суткам. А какова будет при этом продолжительность солнечных суток на Земле?

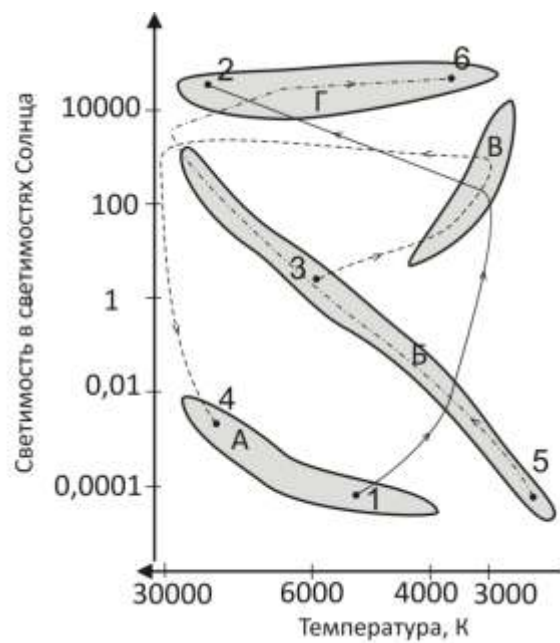
Решение

По условию задачи звездные сутки на Земле станут равны $T_{\text{сид}}=36^d$. Используя формулу для синодического периода, $\frac{1}{T_{\text{син}}} = \frac{1}{T_{\text{сид}}} - \frac{1}{36,25}^d$, получим $T_{\text{син}}=40^d$. Значит продолжительность солнечных суток на Земле возрастет в 40 раз, а в году будет всего 9 дней, но 10 месяцев.

6. Диаграмма Герцшпрунга-Рессела

На рисунке приведена диаграмма температура-светимость, на которой схематически обозначено положение основных классов звезд и приведены 3 эволюционных трека (т.е. последовательность положений одной звезды за время её жизни).

- 1) Выберите из треков те, которые соответствуют действительности (в ответе укажите номера начальной и конечной точек трека, т.е. 1-2, 3-4, 5-6).
- 2) Подпишите названия классов звезд, соответствующих областям на диаграмме, помеченным буквами А, Б, В, Г.



Решение

1) Правильный трек только один: 3-4;

2) классы звёзд: А – белые карлики, Б – главная последовательность, В – красные гиганты,

Г – сверхгиганты.