

Ставропольский край
Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников
2017/18 учебного года

АСТРОНОМИЯ

11 КЛАСС

1. Найдите длину волны максимума излучения, испускаемого типичной звездой спектрального класса A0, V класса светимости.
2. Две одинаковые нейтронные звезды обращаются вокруг общего центра масс по круговой орбите с периодом 7 часов. На каком расстоянии они находятся, если их массы больше массы Солнца в 1,4 раз? Масса Солнца $2 \cdot 10^{30}$ кг.
3. Принимая постоянную Хаббла равной 70 км/(с·Мпк), определите расстояние до галактики, если красное смещение в ее спектре соответствует скорости 975 км/с.
4. Определите увеличение и разрешающую способность телескопа с объективом диаметром 60 мм, фокусным расстоянием 600 мм и окуляром с фокусным расстоянием 10 мм.
5. Освещенность, создаваемая Солнцем на Земле на длине волны 5050 А равна 0.15 дж/м²·с·А. Найдите число квантов, испускаемых Солнцем на этой длине волны за 1 секунду.
6. У двойной звезды α Pis в минимумах блеска измерены видимые звездные величины отдельных компонент, $m_1 = 4.3$ и $m_2 = 5.2$. Затмения полные. Найдите видимую звездную величину в максимуме блеска, когда видны обе компоненты..

РЕШЕНИЯ

1. Длина волны максимума теплового излучения связана с температурой по закону смещения Вина,

$$\lambda_{\max} \cdot T = 2.9 \cdot 10^7, \lambda \text{ в ангстремах.}$$

Характерная эффективная температура звезды Sp A0V 10000 К.

Получаем $\lambda_{\max} = 2900 \text{ \AA}$.

2. Звезды находятся на расстоянии R друг от друга и притягиваются друг к другу с силой

$$F_{\text{грав.}} = G \times \frac{M^2}{R^2}$$

Эта сила уравнивается центростремительной силой движения звезд вокруг общего центра масс, расстояние от каждой звезды до центра масс $R/2$,

$$F_{\text{ц}} = M \frac{2V^2}{R}$$

Скорость движения по окружности $V = 2\pi R / 2P = \pi R / P$

Получаем окончательную формулу для R

$$R = \sqrt[3]{\frac{G}{2\pi^2} MP} = 18 \cdot 10^5 \text{ км.}$$

3. Расстояние до галактики находится с помощью закона Хаббла: $v = H \cdot r$, где r – расстояние до галактики, H – постоянная Хаббла, v – скорость, соответствующая красному смещению. Тогда

$$r = v/H = 975/70 = 13.9 \text{ Мпк.}$$

4. Увеличение телескопа рассчитываем по формуле:

$$G = F_{\text{об}} / F_{\text{ок}} = 60$$

Разрешающую способность телескопа можно определить по формуле:

$$\Delta = 12''/D,$$

где D – диаметр объектива в см. тогда

$$\Delta = 2''$$

5.

1) Найдем монохроматическую светимость Солнца

$$L = 4\pi r^2 E = 4 * 3.14 * (1.5 * 10^{11})^2 * 0.15 = 4.14 * 10^{22} \text{ Дж/м}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{А},$$

здесь r – расстояние до Солнца.

2) Найдем энергию одного кванта на $\lambda = 5050 \text{ \AA}$

$$\varepsilon = h\nu = hc/\lambda \approx 4 * 10^{-19} \text{ Дж}$$

3) Найдем число квантов на $\lambda = 5050 \text{ \AA}$

$$N = L/\varepsilon \approx 10^{41}$$

6. Сравним α Pis со звездой, имеющей $m = 0$ и создающей освещенность E_0 .

Уравнение Погсона в 1 минимуме:

$$m_1 - m_0 = -2.5 \lg E_1/E_0$$

$$\lg E_1/E_0 = -0.4 m_1 \rightarrow E_1/E_0 = 0.019$$

Уравнение Погсона во 2 минимуме:

$$m_2 - m_0 = -2.5 \lg E_2/E_0$$

$$\lg E_2/E_0 = -0.4 m_2 \rightarrow E_2/E_0 = 0.008$$

Уравнение Погсона в максимуме блеска:

$$m_{\max} - m_0 = -2.5 \lg (E_1 + E_2)/E_0 = -2.5 \lg 0.027 = 3.9$$

$$m_{\max} = 3.9$$