

II Российская олимпиада школьников
по астрономии и космической физике.

г. Рязань,
12-17 мая 1995 г.

Решения задач теоретического тура.

10-11 класс.

1. Вся поглощаемая астероидами энергия идёт на излучение по закону $E \sim \sigma T^4$

$$\begin{aligned} E_2 &= E_1/2, & \text{то есть} & & T_2^4 &= T_1^4/2 \\ T_2 &= T_1/2^{1/4} & & & & \text{(в Кельвинах)} \\ t_2 &= (273 + t_1)/2^{1/4} - 273 & & & & \text{(в } ^\circ\text{C)} \\ t_2 &= -128 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

2. Примем яркость галактики, лишённой пыли за единицу. Тогда при наличии тонкого слоя пыли, поглощающего втрое, яркость составит

$$1/2 + (1/2)/3.$$

Соответствующая разность звёздных величин равна

$$2,5 \lg(1/2 + 1/6) = 0,44,$$

то есть галактика выглядела бы ярче на 0,44 звёздные величины

3. Пусть v - орбитальная скорость звёзд, а D - расстояние между ними. Тогда согласно эффекту Доплера:

$$\frac{v}{c} = \frac{\Delta\lambda/2}{\lambda}, \text{ откуда } v = c\Delta\lambda/2\lambda$$

а из равенства центростремительного и гравитационного ускорений:

$$v^2/(D/2) = GM/D^2$$

Получаем $D = GM/2v^2 = GM/2(c\Delta\lambda/2\lambda)^2 = 2GM/(c\Delta\lambda/\lambda)^2$

Ответ: $D = 2GM/(c\Delta\lambda/2\lambda)^2 \approx 7,5 \cdot 10^{10} \text{ м}$ (около 0,5 а.е.)

**II Российская олимпиада школьников
по астрономии и космической физике.**

г. Рязань,
12-17 мая 1995г.

4. Столь большой период обращения тела (в данном случае – пули) говорит о том, что орбита тела была почти параболической, т.е. полная энергия (кинетическая плюс потенциальная) пули равна нулю, и V_0 – почти II космическая скорость:

$$V_0 \approx (2GM/R)^{1/2},$$

Откуда

$$M \approx V_0^2 R / 2G.$$

Численный ответ:

$$M \approx 4,2 \cdot 10^{21} \text{ кг.}$$

5. Можно считать, что движение спутника всё время происходит по круговой орбите, а сила сопротивления только уменьшает общую энергию спутника

$$E = -\frac{GMm}{R} + \frac{mV^2}{2}$$

Учитывая, что $V^2 = \frac{GM}{R}$ $E = -\frac{mV^2}{2}$

Изменение полной энергии за один оборот вокруг Земли равно $-2\pi RF$

$$-\frac{mV^2}{2} - 2\pi RF = -\frac{m(V + \Delta V)^2}{2}$$

Важно отметить, что скорость спутника увеличивается, несмотря на уменьшение полной энергии. Учитывая, что $\Delta V \leq V$ и $V = (gR)^{1/2}$,

получаем $\Delta V = \frac{2\pi FR^{1/2}}{Mg^{1/2}} \approx 0.018 \text{ м/с}$