

Домашняя работа по астрофизике №5

Задача №1

Считая, что условием остановки магнитным полем потока вещества является равенство магнитного давления (на радиусе остановки) и давления, связанного с движением падающего вещества, определите, при каком темпе аккреции можно пренебречь влиянием магнитного поля, если на поверхности нейтронной звезды оно равно 10^8 Гс.

Какой будет при этом аккреционная светимость?

Решение:

Магнитным полем можно будет пренебречь когда альфвеновский радиус сравняется с радиусом нейтронной звезды:

$$R_a \approx R$$

$$B^2/(8\pi) = \frac{\rho V^2}{2}$$

С семинара энергия Δm в-ва с бесконечности:

$$E \approx \Delta m \frac{GM}{R}$$

С другой стороны эта энергия равна:

$$E = \Delta m V^2 \cdot \frac{1}{2}$$

$$V \approx \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

$$\rho \approx \frac{B^2}{4\pi V^2}$$

Рассмотрим малое время dt . За это время масса, которая падает на звезду равняется:

$$dt(4\pi R^2 \rho V)$$

Следовательно темп аккреции будет равняться:

$$\dot{M} \approx 4\pi R^2 \frac{B^2}{4\pi V} \approx \frac{B^2 R^{5/2}}{\sqrt{2GM}} \approx \frac{10^{16}(10^6)^{5/2}}{\sqrt{2 \cdot 7 \cdot 10^{-8} \cdot 1.5 \cdot 2 \cdot 10^{33}}} = 5 \cdot 10^{17} \text{ г/с}$$

Выделение энергии с одного грамма $\approx 2 \cdot 10^{20}$, а значит светимость примерно равняется 10^{38} эрг/с

Ответ: $5 \cdot 10^{17} \text{ г/с}$; 10^{38} эрг/с

Задача №2

Идет аккреция на белый карлик. Темп аккреции 1020 грамм в секунду. Определите светимость источника и температуру, задав типичные параметры белого карлика. В каком диапазоне можно наблюдать излучение такого объекта?

Решение:

Все буду округлять как хочу в пределах 10%.

Положим $M = V_{\odot}$; $R = R_{\odot}/100$

Выделение энергии в секунду:

$$P \approx \dot{m} \frac{GM}{R} \approx 10^{20} \frac{7 \cdot 10^{-8} \cdot 2 \cdot 10^{33}}{7 \cdot 10^{10} \cdot 10^{-2}} = 2 \cdot 10^{37} \text{ эрг/с}$$

Температура:

$$T^4 \approx \frac{P}{4\pi R^2 \sigma} \approx \frac{2 \cdot 10^{37}}{4 \cdot 3 \cdot (7 \cdot 10^8)^2 \cdot 6 \cdot 10^{-5}} = 7 \cdot 10^{22}$$
$$T \approx 5 \cdot 10^5 K$$

По закону Вина:

$$\lambda_{max} = 0.002898 / (5 \cdot 10^5) \approx 6 \cdot 10^{-9} \text{ м}$$

Излучение получилось рентгеновское.

Ответ: $2 \cdot 10^{37} \text{ эрг/с}$; $5 \cdot 10^5 K$; **в нанометровом (рентген)**