

## *Лекция 4.*

# *Теплоизолирующие слои звёзд*

### **Краткий план:**

1. Диффузионное приближение
2. Уравнение тепловой структуры. Фотонные и электронные непрозрачности (теплопроводности)
3. Элементарная теория тепловой структуры невырожденных слоёв звезды
4. Граница вырожденности электронов и оценка внутренней температуры

## Теплоизолирующие оболочки: оценки по порядку величины

Непрозрачности: приближение в степенной форме  $K_r = K_0 \rho^\alpha / T^\beta$

Частный случай: приближение Крамерса для фотонных непрозрачностей:  $\alpha = 1, \beta = \frac{7}{2}$ .

В системе СГС ( $K_r$  – в  $\text{см}^2/\text{г}$ ,  $\rho$  – в  $\text{г см}^{-3}$ ,  $T$  – в К) в приближении Крамерса  $K_0 \sim 10^{25}$ .

Решение уравнения теплопроводности для невырожденных слоёв:

$$T_6 \approx 4 q^{2/13} \left( \frac{\rho}{\rho_1} \right)^{4/13} \quad \rho_1 = 2.675 \frac{A}{Z} \text{ г см}^{-3}$$

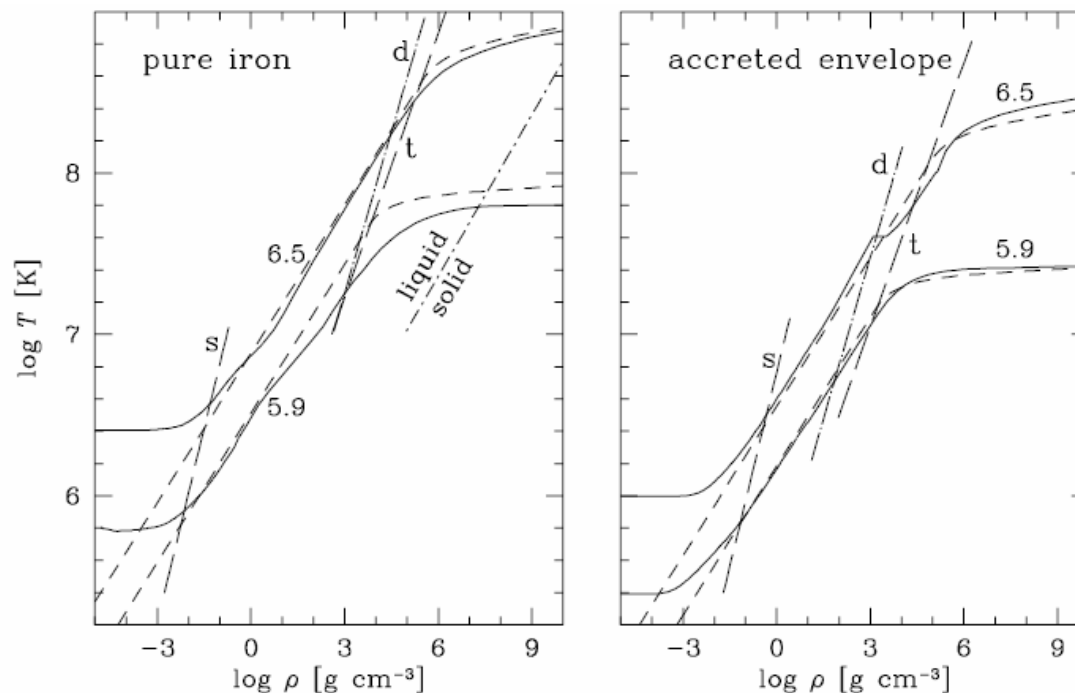
$$q = \frac{Z(1+Z)}{A} \frac{T_{e6}^4}{g_{14}} \quad (T_{e6} \text{ – эффективная температура в единицах } 10^6 \text{ К,}$$

$g_{14}$  – ускорение силы тяжести в единицах  $10^{14} \text{ см/с}^2$ ).

Оценка температуры на нижней границе невырожденного слоя:

$$T_F \approx (1.16 \times 10^6 \text{ К}) \times \left( \frac{\rho}{\rho_1} \right)^{2/3} \quad T_6 = T_F \Rightarrow T_6 \sim 8q^{2/7}$$

## Теплоизолирующие оболочки нейтронной звезды



Зависимости температуры от плотности в теплоизолирующих оболочках нейтронной звезды, состоящих из железа (левое окно) и из лёгких элементов, аккрецировавших на поверхность звезды (правое окно) для двух значений эффективной температуры:  $\lg T_{\text{eff}}$  [K] = 5.9, 6.5. Сплошные кривые – численное решение; штриховые линии – аналитические аппроксимации для невырожденного вещества (слева от прямой “d”) и вырожденного вещества (справа от прямой “d”). Прямая “s” показывает положение излучательной поверхности: на которой  $T = T_{\text{eff}}$ ; прямая “t” – геометрическое место точек: в которых электронные и фотонные теплопроводности равны друг другу. Рис. из статьи, доступной по ссылке: <http://arxiv.org/abs/astro-ph/0104003> (см. детали в ней).