

Гравитационная гипотеза

Оценка температуры в центре Солнца

$$U \sim -\frac{GM^2}{R} = -3,8 \cdot 10^{48} \text{ эрг}$$

$$\frac{dP}{dr} = -g\rho = -GM(r)\rho \frac{(r)}{r^2}$$

$$t = \frac{U}{L} = 10^{15} \text{ с} = 30 \text{ млн лет}$$

$$P = \rho \frac{kT}{m}$$

$$M = 2 \cdot 10^{33} \text{ г}$$
$$R = 7 \cdot 10^{10} \text{ см}$$
$$L = 4 \cdot 10^{33} \frac{\text{эрг}}{\text{с}}$$

$$\rho = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3}$$
$$T_{\text{ц}} = 1,2 \cdot 10^7 \text{ К}$$

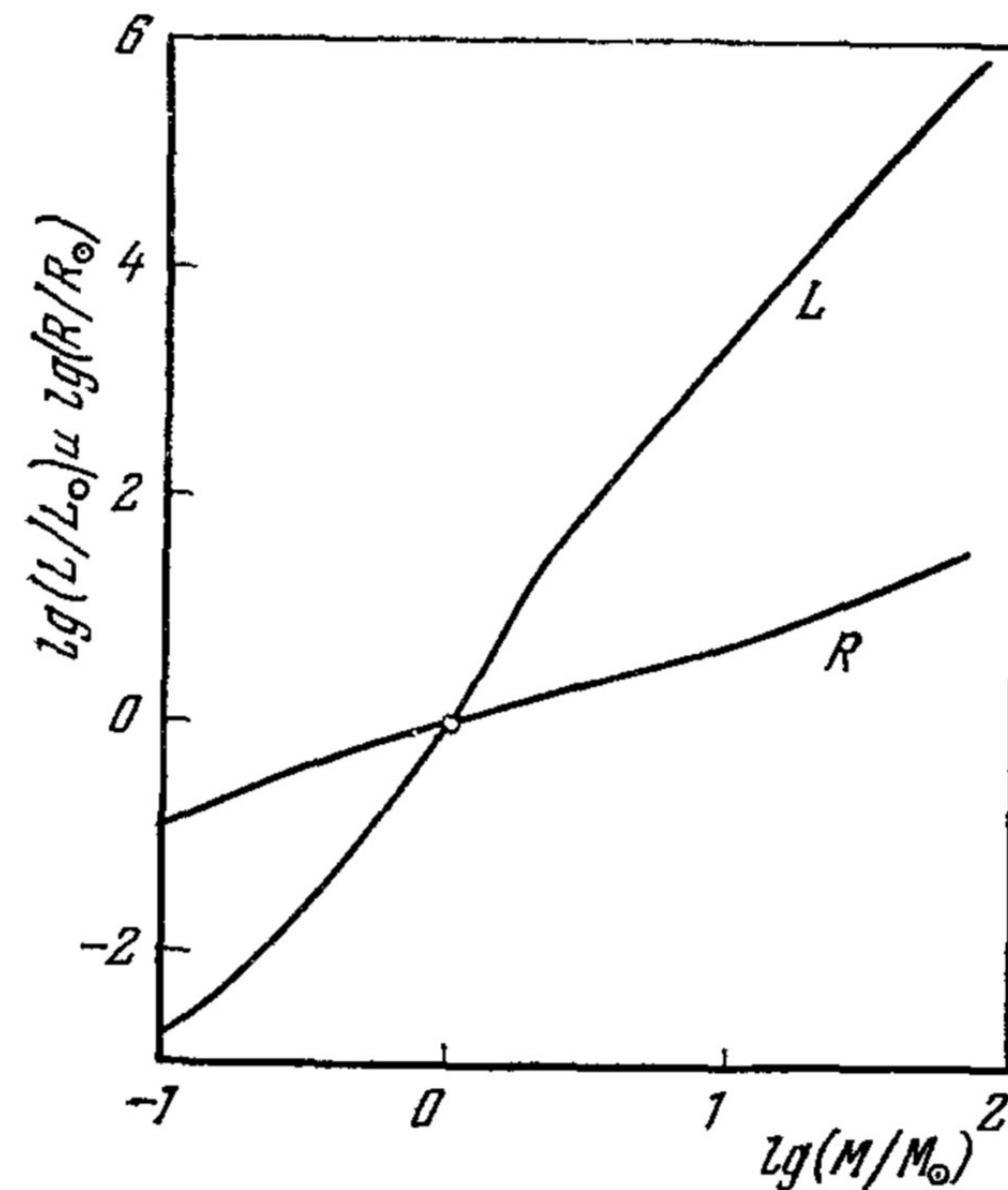


Рис. 2. Светимость и радиус звезд в зависимости от их массы.

Термоядерные реакции

$$\sigma(E) = \frac{S(E)}{E} \exp\left(-\sqrt{\frac{E_G}{E}}\right)$$

$$R = \sigma N n v \propto \left(\frac{8}{\pi M}\right)^{1/2} (kT)^{-3/2} \int \sigma(E) E \exp\left(\frac{-E}{kT}\right) dE$$

$$E_G = 2M \left(\frac{\pi Z_0 Z_1 e^2}{h} \right)^2 = 0,979 W \text{ Мэв}$$

$$\frac{dX_0}{dt} = -CX_0 X_1$$

$$W = AZ_0^2 Z_1^2, A = \frac{A_0 A_1}{A_0 + A_1}$$

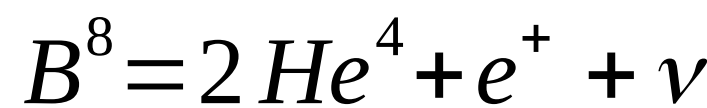
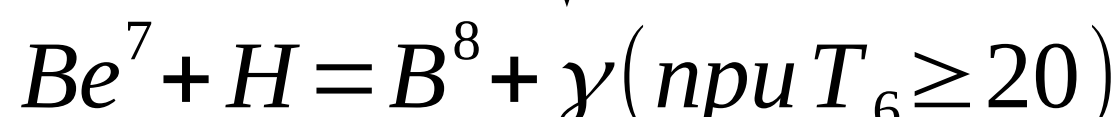
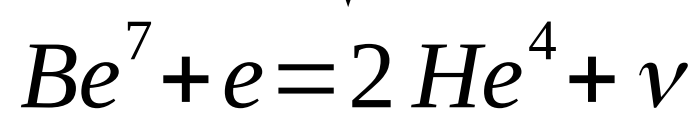
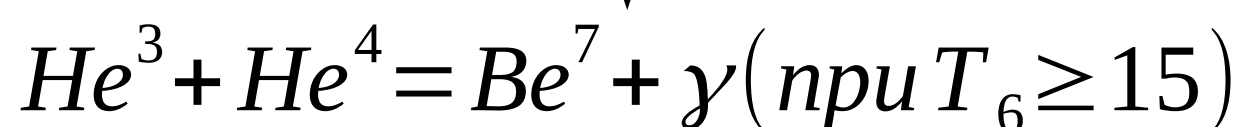
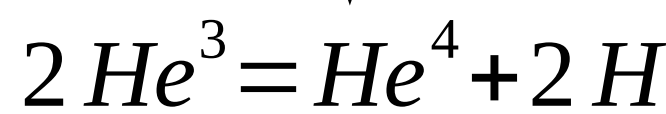
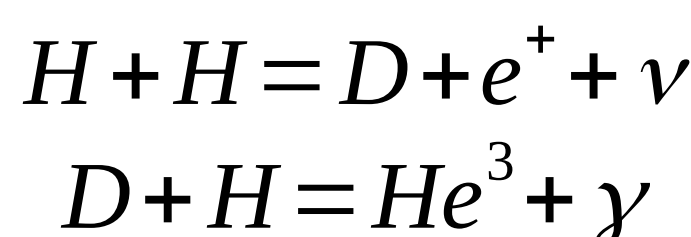
$$C = 7,8 \cdot 10^{11} \left(Z_0 \frac{Z_1}{A} \right)^{1/3} S_{\text{эфф}} \rho T_6^{-2/3} e^{-\tau}$$

$$E_0 = \left(\frac{\tau}{3} \right) kT$$

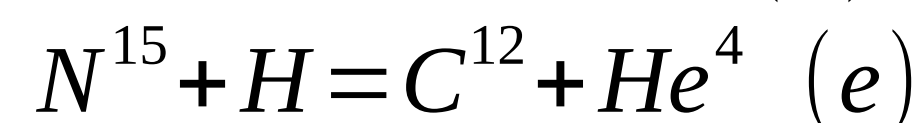
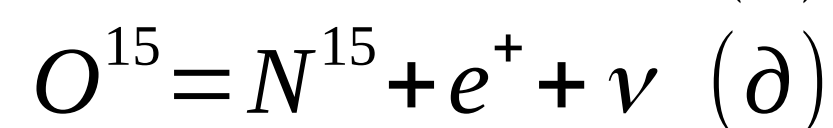
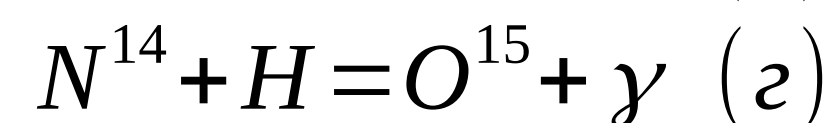
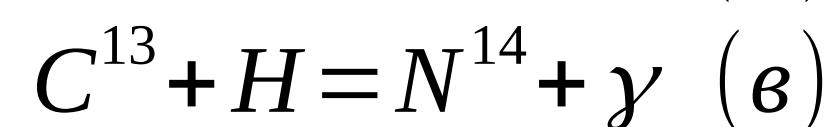
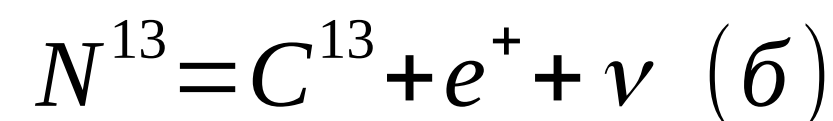
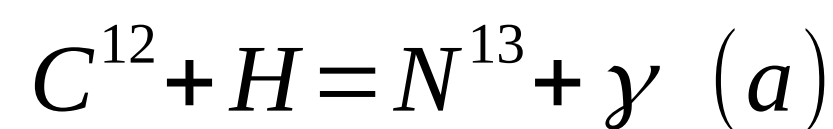
$$\frac{\tau}{3} = 4,7 \text{ для реакции } H+H, \frac{\tau}{3} = 19 \text{ для } C+H, \frac{\tau}{3} = 25 \text{ для } N+H$$

$$\frac{d \ln C}{d \ln T} = \frac{\tau - 2}{3}$$

р-р цикл



С-N цикл



$Q=25 \text{ МэВ}$ (и $1,8 \text{ МэВ}$ уносят ν)

Экспериментальные результаты

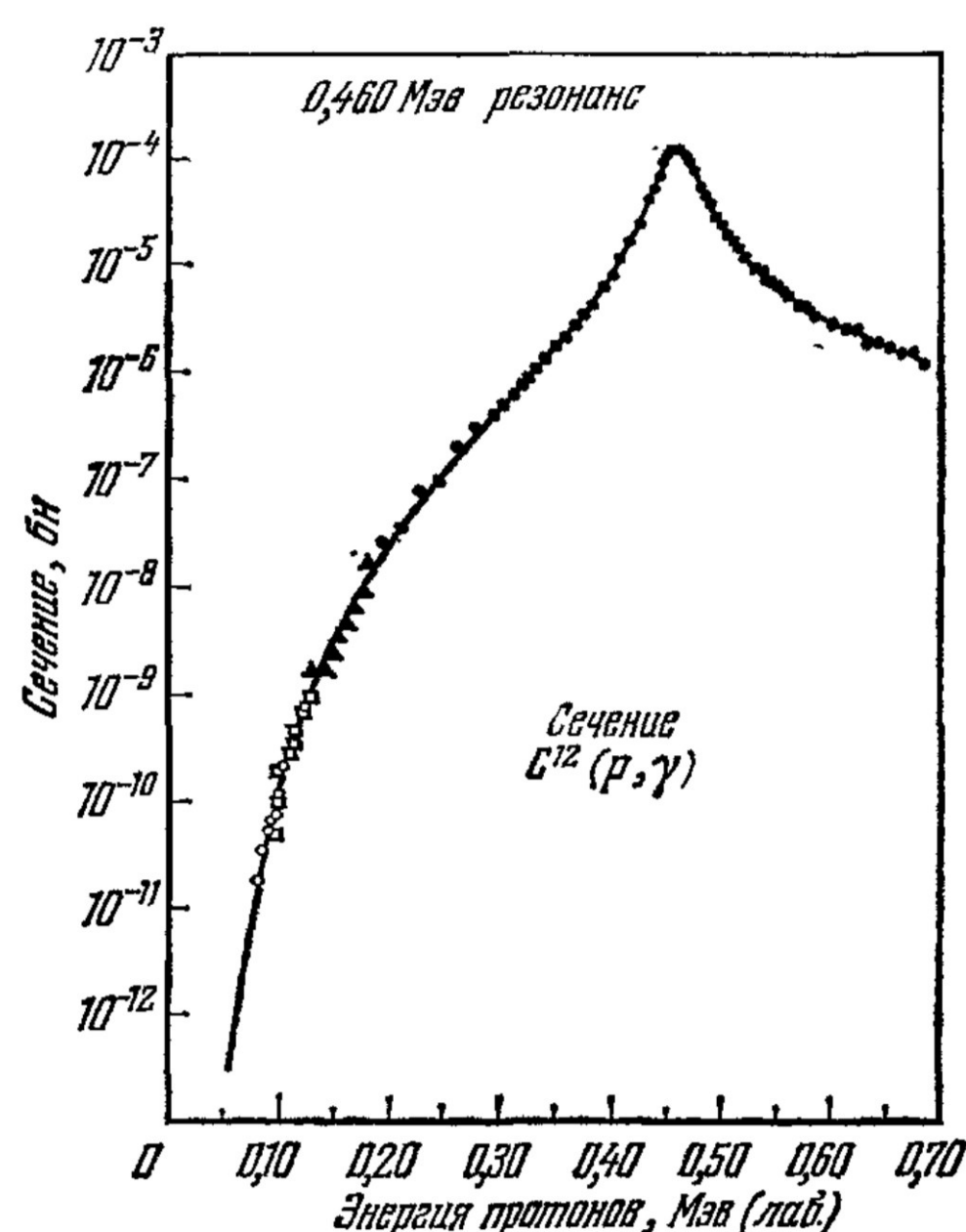


Рис. 3. Сечение реакции $C^{12} + H$ в зависимости от энергии протонов ⁵.

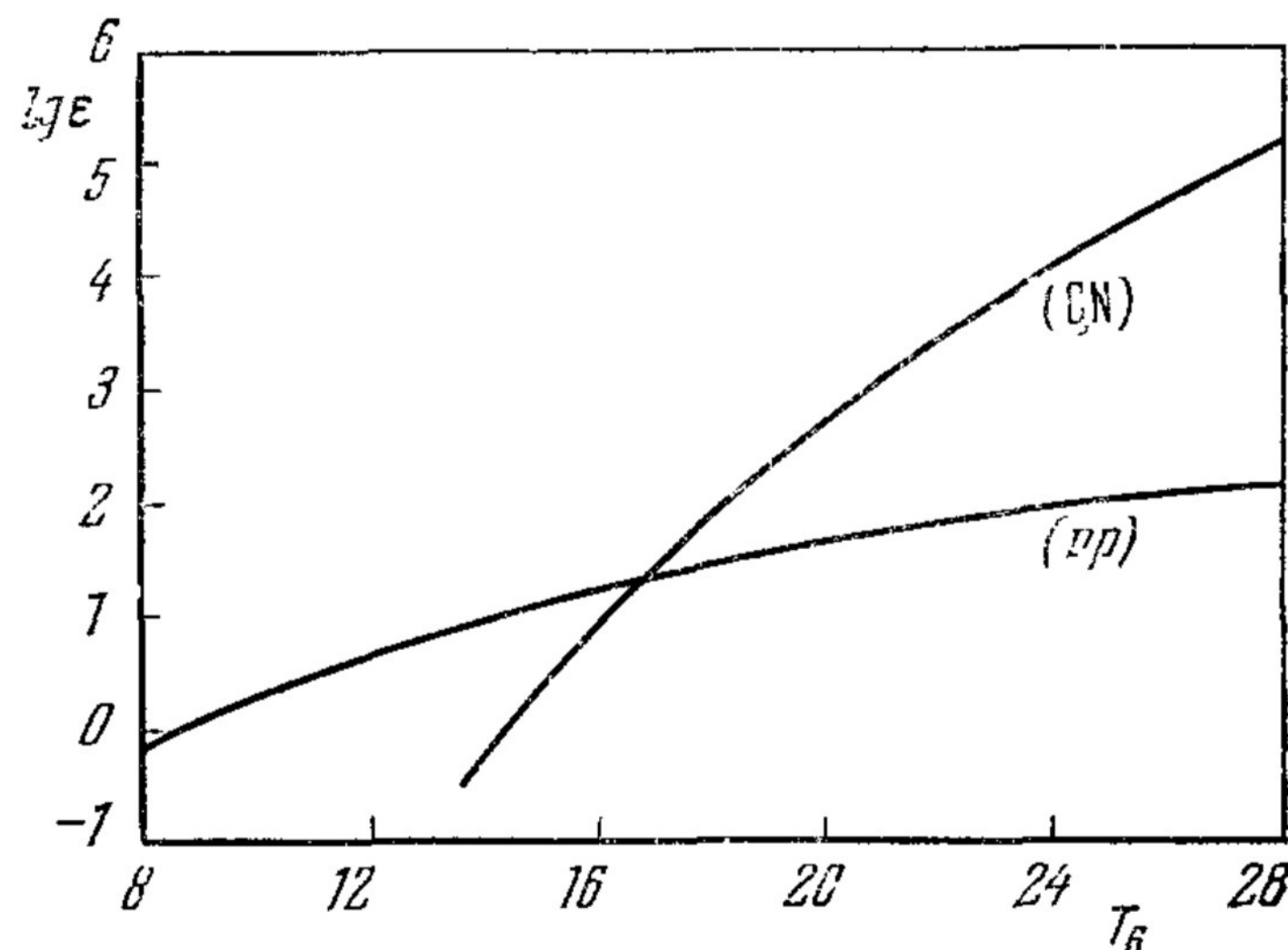


Рис. 4. Выход энергии (в эрг/г·сек) в зависимости от температуры (в миллионах градусов).

С-N-O цикл

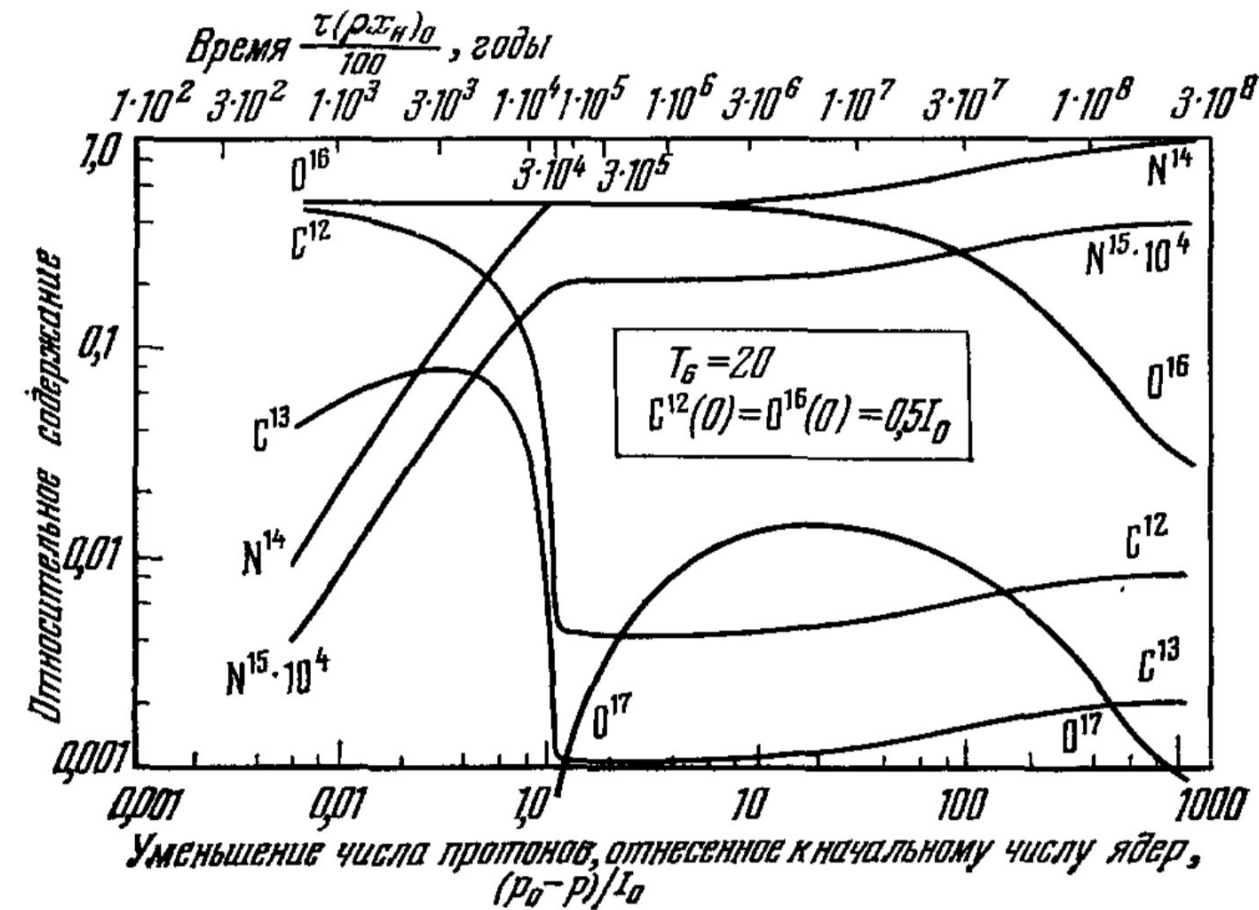
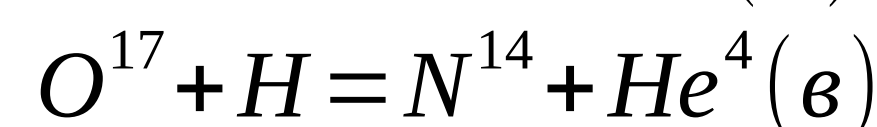
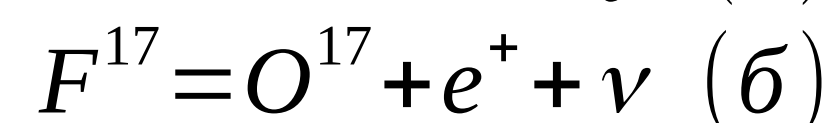
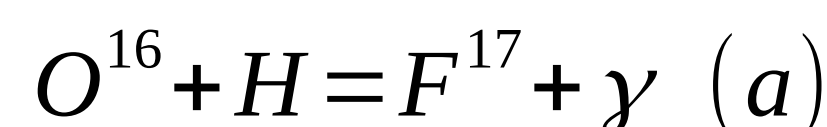


Рис. 5. Изменение со временем содержания различных элементов, участвующих в (C, N, O)-цикле. Предполагается, что в начальный момент содержание C^{12} и O^{16} одинаково, а содержание N^{14} мало (по G. R. Saughlan, Astrophys. J. (1967)).