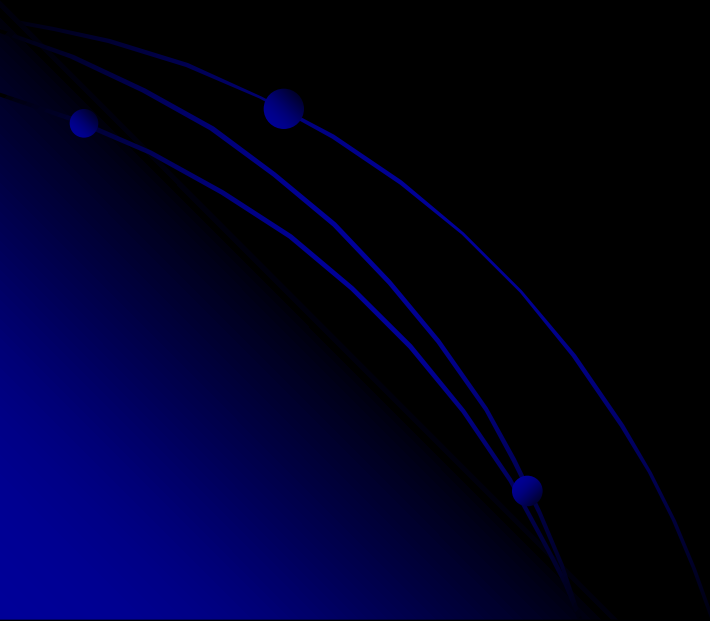


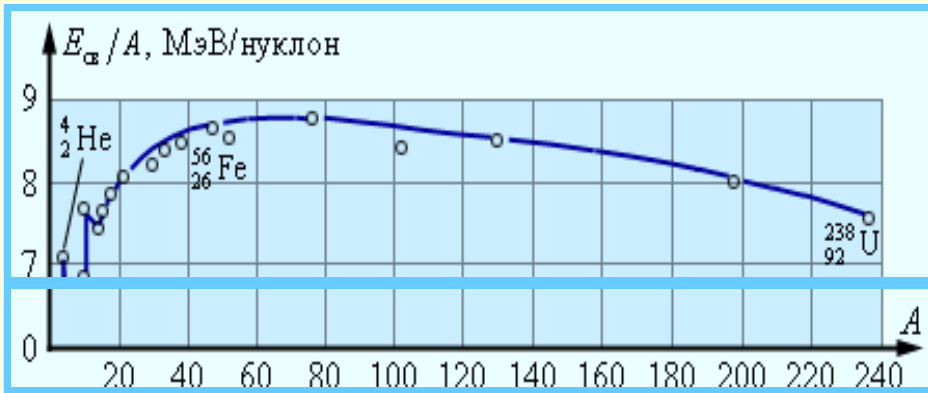
Тема 2. Ядерные реакции

- 2.1. Деление ядер



Определение:

- Ядерной реакцией называется процесс, идущий при столкновении ядра или элементарной частицы с другим ядром, в результате которого меняется нуклонный состав исходного ядра, а также появляются новые частицы среди продуктов реакции.

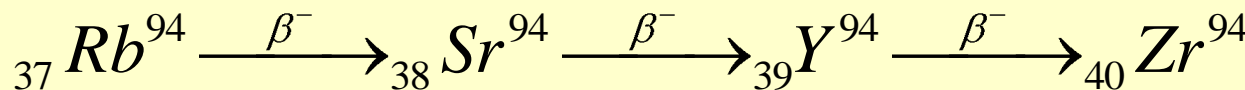
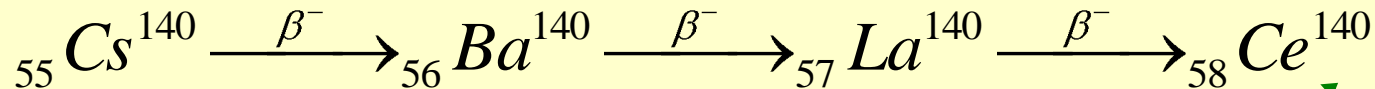
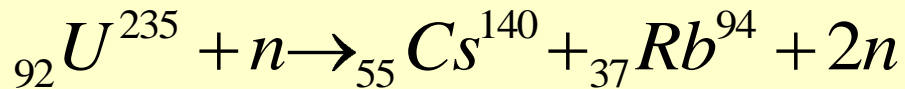


Освобождающаяся энергия, например, при делении ядра U^{235} :

$$E \approx 2 \cdot 117 \cdot 8,6 - 235 \cdot 7,6 \sim 200 \text{ МэВ}$$

Для сравнения, при сжигании углерода: $C + O_2 = CO_2 + 5 \text{ эВ}$

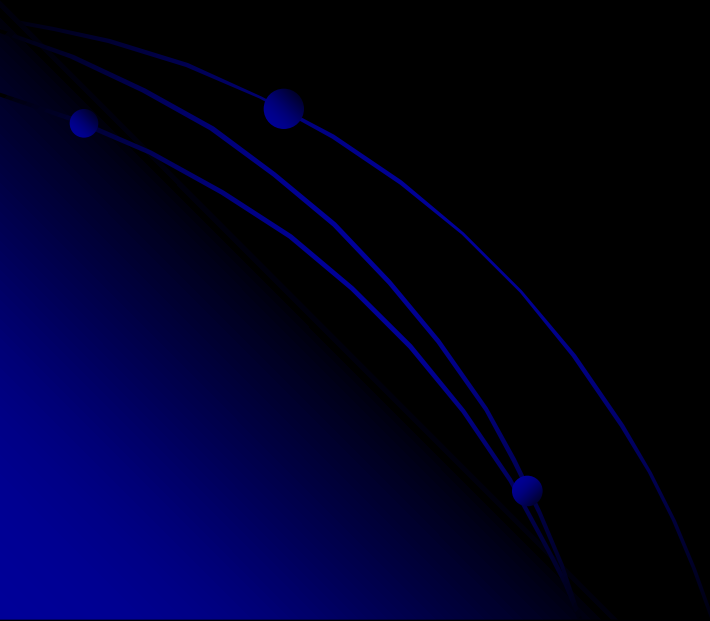
Пример реакции деления



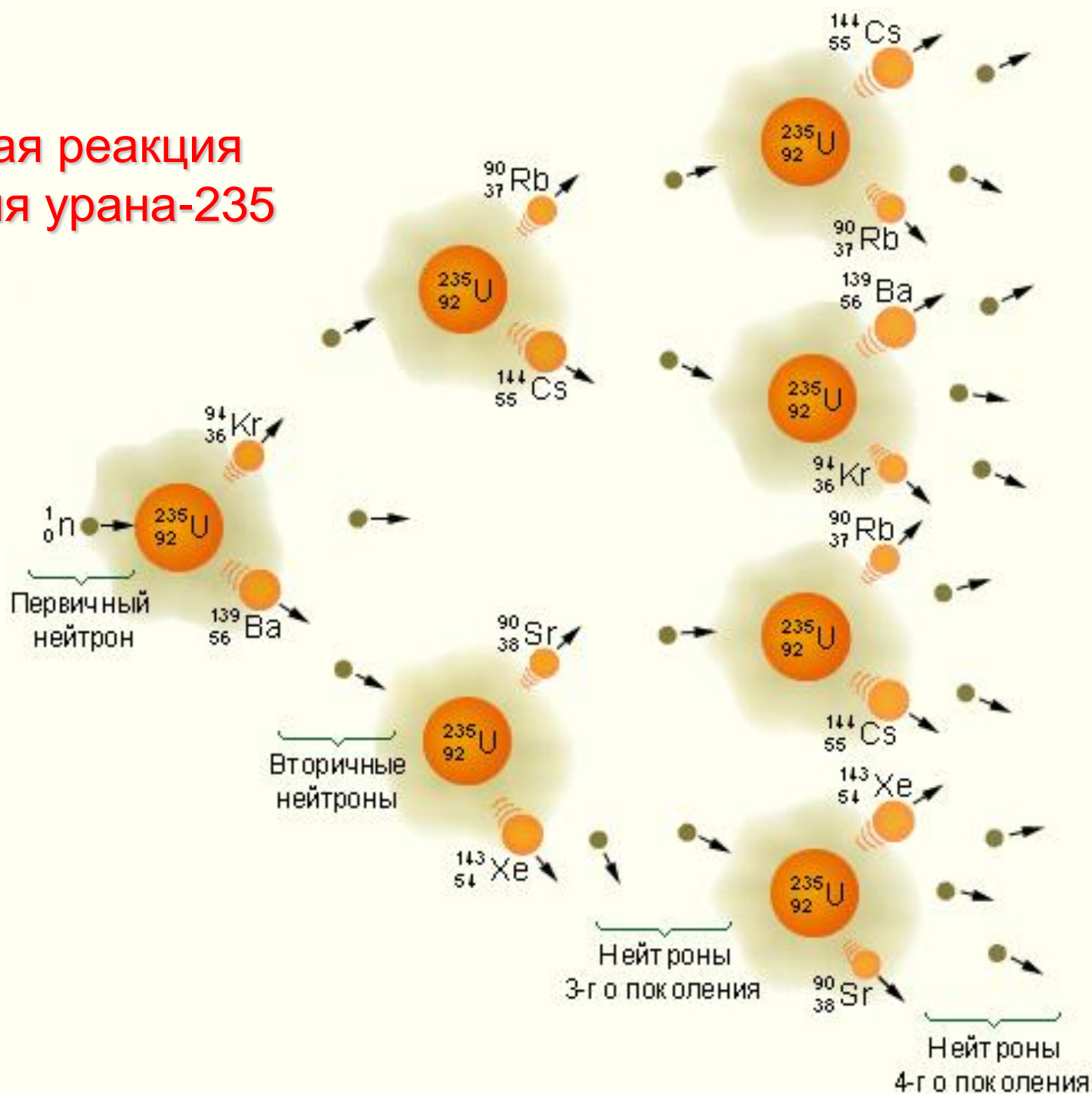
устойчивые ядра

Тема 2. Ядерные реакции

- 2.1. Деление ядер
- 2.2. Ядерные реакторы



Цепная реакция деления урана-235

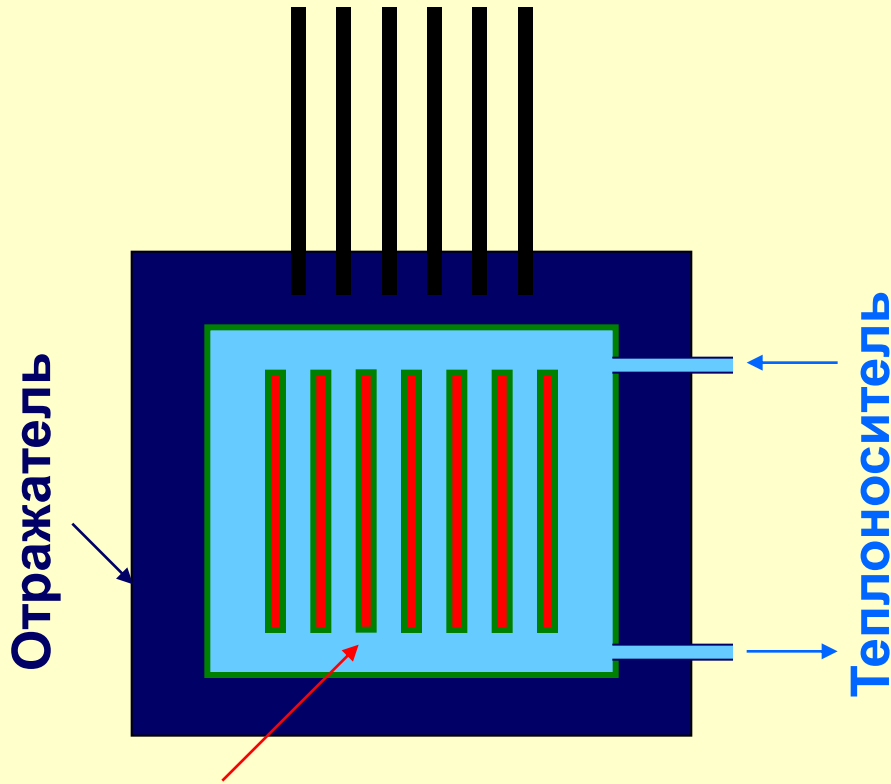


делящееся
вещество

Условие для самоподдерживающейся цепной реакции:

$$N_{вступ}^{(n)} \geq N_{вступ}^{(n-1)}$$

Управляющие
стержни (В, Cd)



Активная зона:

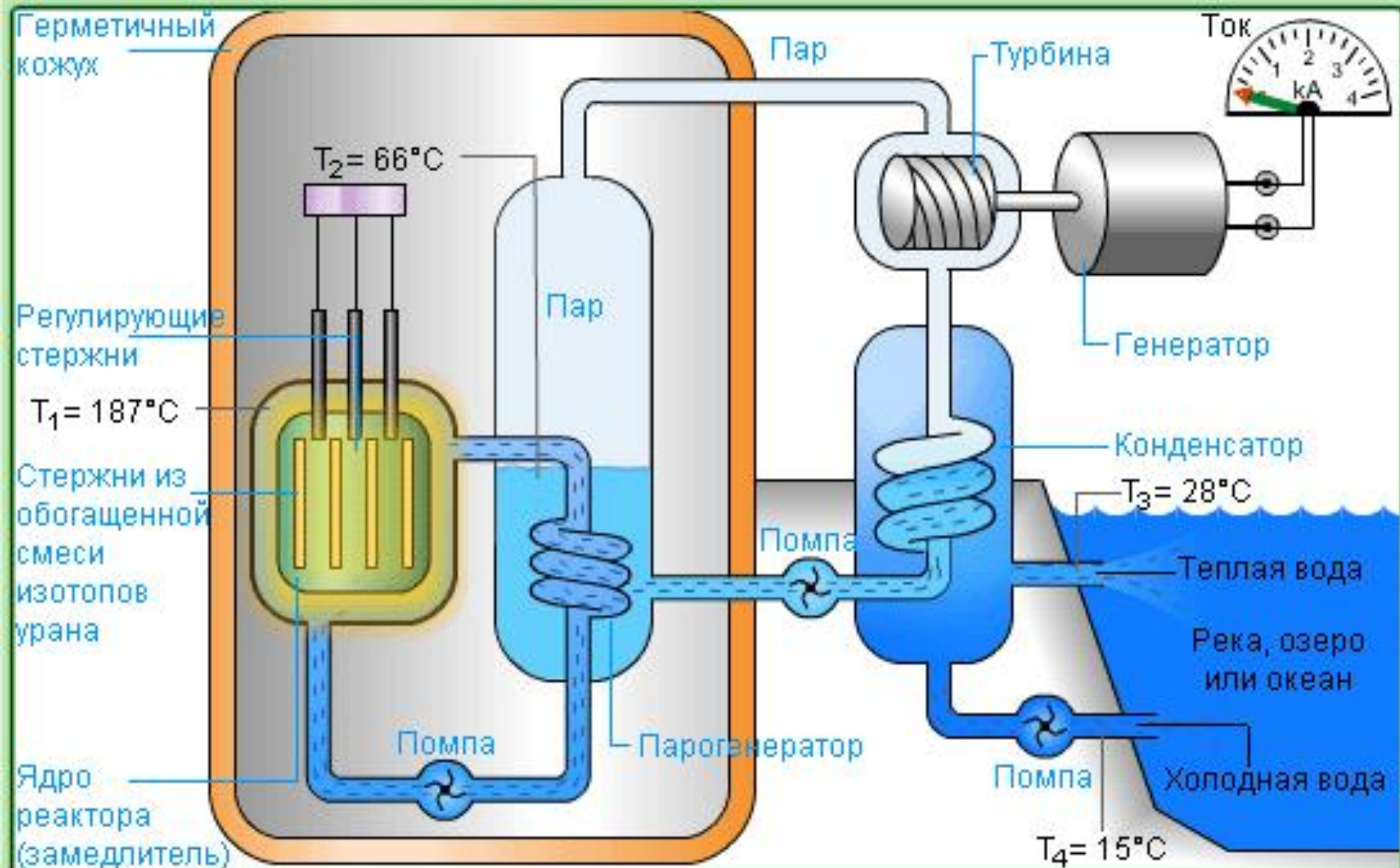
ТВЭЛы

замедлитель (H₂O, С, Ве)

теплоноситель

**Коэффициент
размножения нейтронов:**

$$k = N_{вступ}^{(n)} / N_{вступ}^{(n-1)}$$



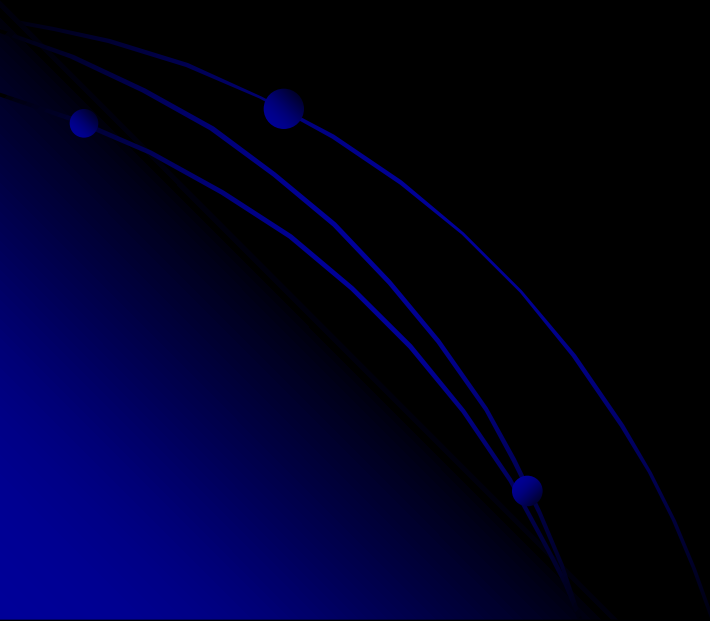
- Показать надписи
- Условия процесса
- Насосы

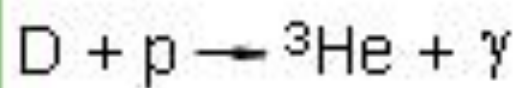
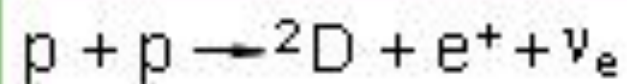
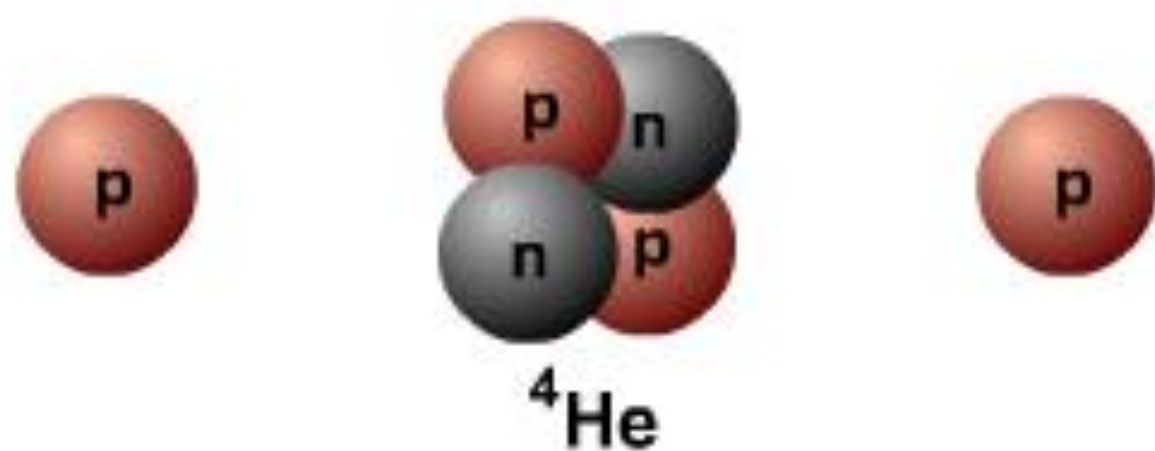
Управляющие стержни

Опустить

Тема 2. Ядерные реакции

- 2.2. Ядерные реакторы
- 2.3. Синтез ядер

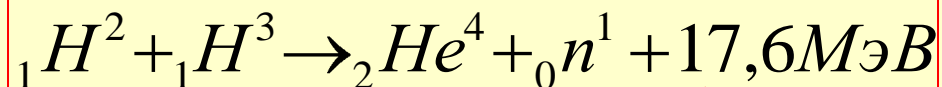
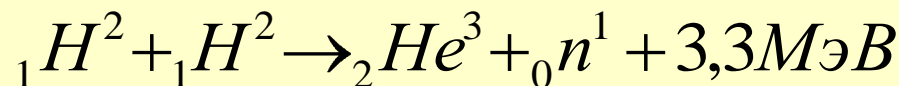
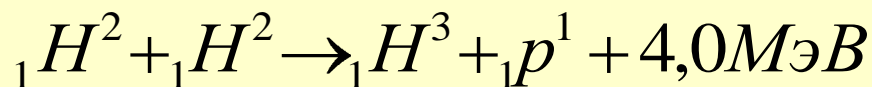




Стоп

Сброс

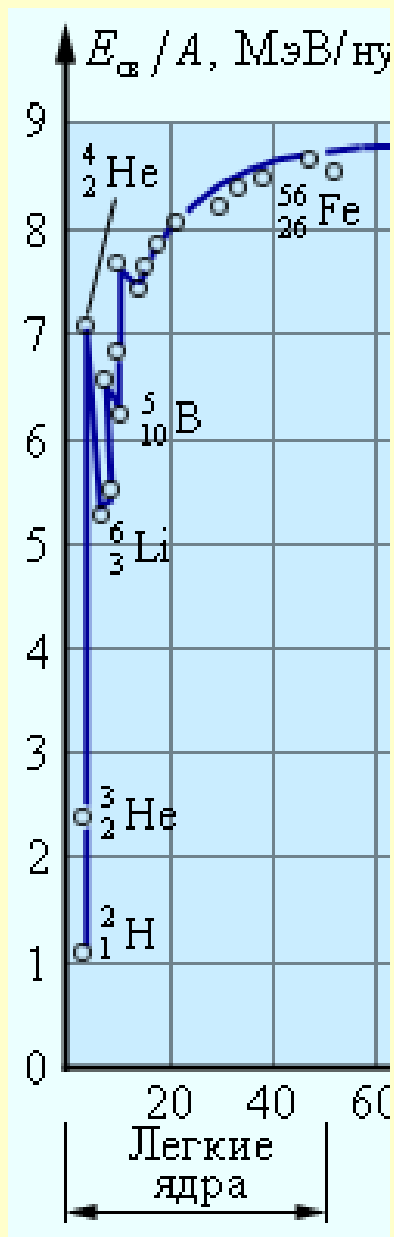
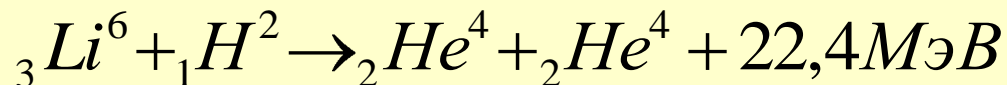
Термоядерные реакции

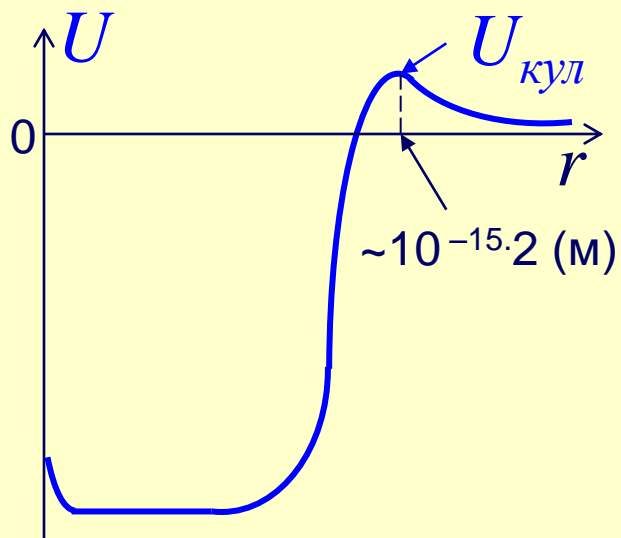


$E \sim 3,5$ МэВ на 1 нуклон (!)

Для сравнения: при делении U^{235}

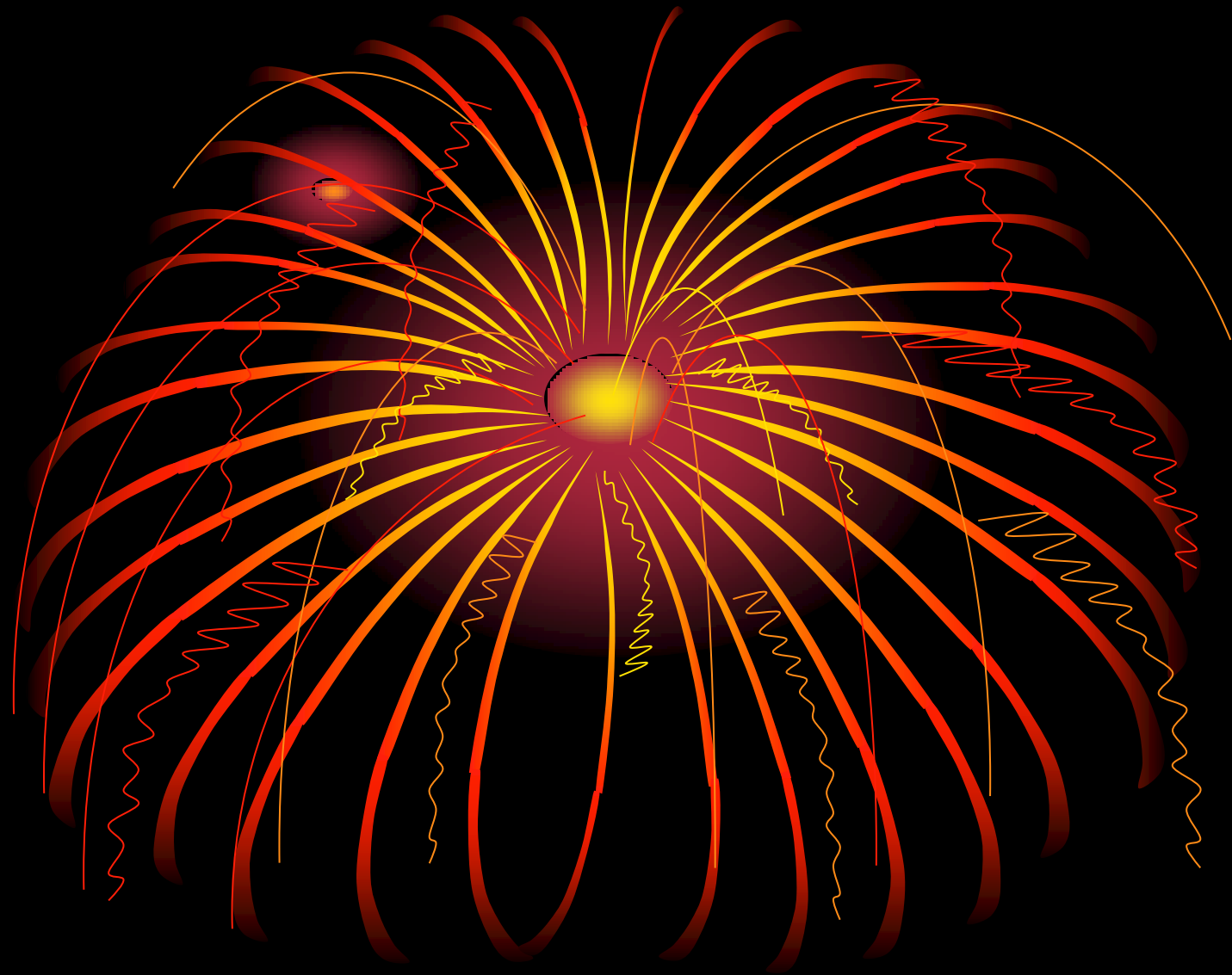
$E \sim 0,85$ МэВ/нукл



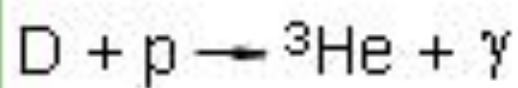
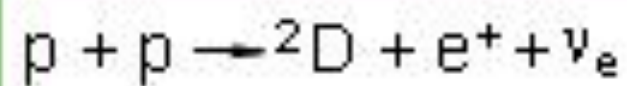
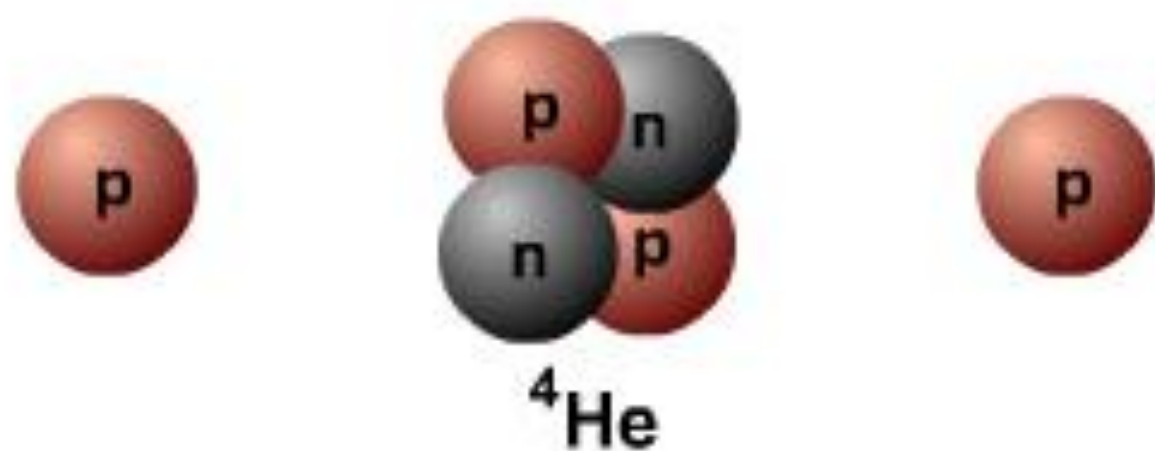


С учетом туннельного эффекта и
неоднородного распределения по энергиям:

$$T_{\text{т/я}} \sim 10^7 \text{ K}$$



Энергия звезд

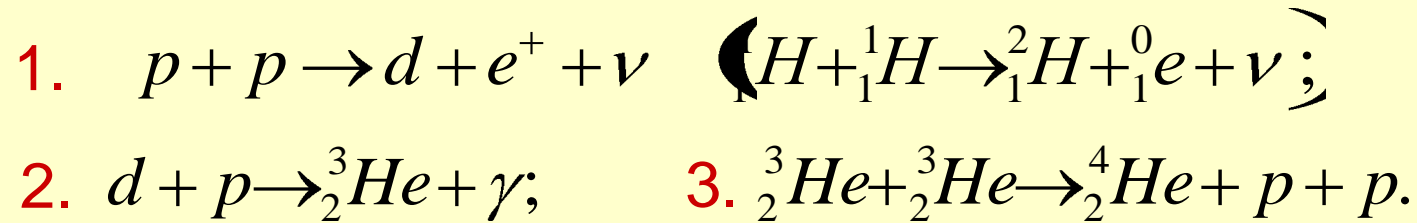


Стоп

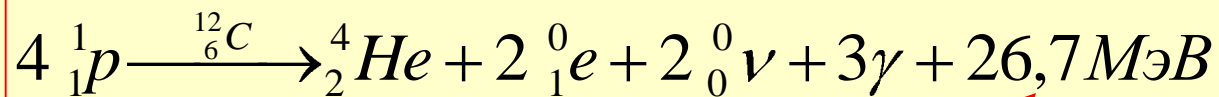
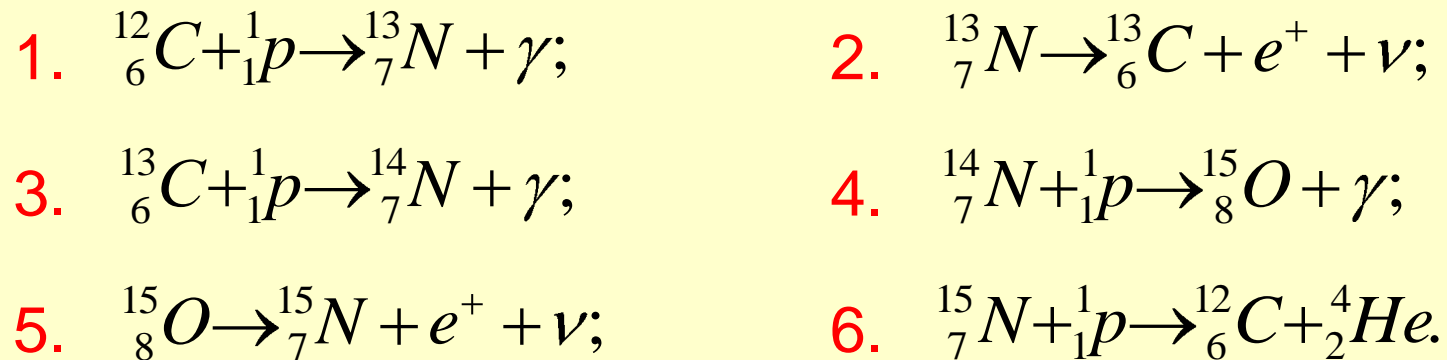
Сброс

Температура в недрах звезд $\sim 10^7 - 10^8$ К

При более низких температурах идет **протон-протонный цикл**:



При более высоких температурах идет **углеродный цикл**:



$E \sim 6,7$ МэВ/нукл (!!)