

***ОБЩАЯ ФИЗИКА.  
ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА  
ЛЕКЦИЯ № 25***

*(Для студентов  
элитного отделения  
ЭТО-II)*

## Структура ядра. Размеры ядер

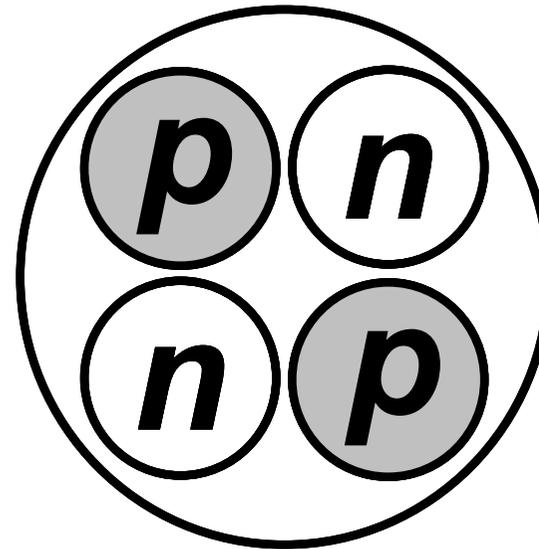
В 1932 г. Д.Иваненко и В. Гейзенберг предложили протон-нейтронную модель ядра

□ Символ ядра  ${}^A_Z X$ ,

Ядро гелия

$$r_{\text{я}} = 1,3 \cdot A^{1/3} 10^{-15} \text{ м} = 1,3 A^{1/3} \text{ Ф.}$$

$$1 \text{ Ферми} = 10^{-15} \text{ м}$$



# Ядерные силы

---

Ядерные силы- силы притяжения между нуклонами, в том числе между одноименно заряженными протонами

- 1. Силы короткодействующие.
- 2. Зависят от ориентации спинов
- 3. Обладают зарядовой независимостью:  $f_{nn} = f_{pp} = f_{pn}$

## Ядерные силы

---

4. Обладают свойством насыщения
5. Ядерные силы носят обменный характер, то есть обмениваются виртуальными

$\pi^0, \pi^+, \pi^-$  — мезонами.

# Обменный характер ядерного взаимодействия

---

●  $n \Leftrightarrow p + \pi^-; \quad n + p \Leftrightarrow p + \pi^- + p \Leftrightarrow p + n.$

$p \Leftrightarrow n + \pi^+; \quad p + n \Leftrightarrow n + \pi^+ + n \Leftrightarrow n + p.$

$n \Leftrightarrow n + \pi^0; \quad n + n \Leftrightarrow n + \pi^0 + n \Leftrightarrow n + n.$

$p \Leftrightarrow p + \pi^0; \quad p + p \Leftrightarrow p + \pi^0 + p \Leftrightarrow p + p.$

$e^- \Leftrightarrow e^- + \hbar\omega$

Если  $\Delta t \leq \frac{\hbar}{\Delta E}$ , то нарушение закона сохранения энергии не может быть обнаружено.

# Энергия связи ядра. Дефект массы

---

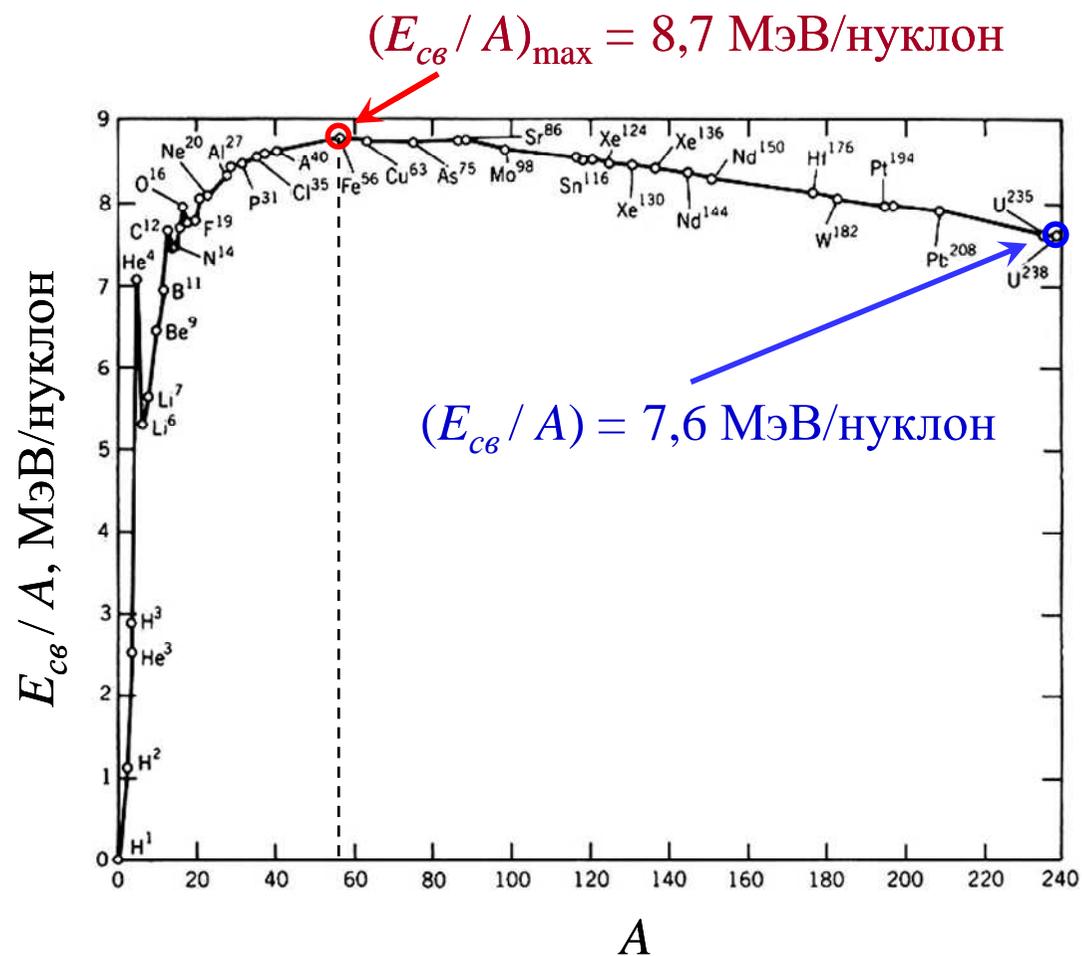
$$Zm_p c^2 + (A - Z) m_n c^2 - M_{\text{я}} c^2 = E_{\text{св}}.$$

$$E_{\text{св}} = c^2 \left[ Z m_p + (A - Z) m_n - M_{\text{я}} \right].$$

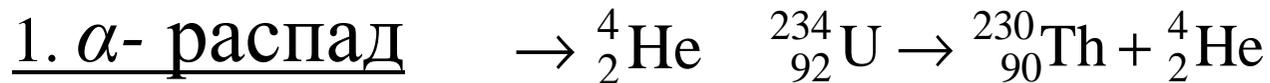
Удельная энергия связи

$$E_{\text{уд}} = \frac{E_{\text{св}}}{A}.$$

# Зависимость удельной энергии связи от массового числа



## Радиоактивность. Закон радиоактивного распада



3.  $\gamma$ -излучение



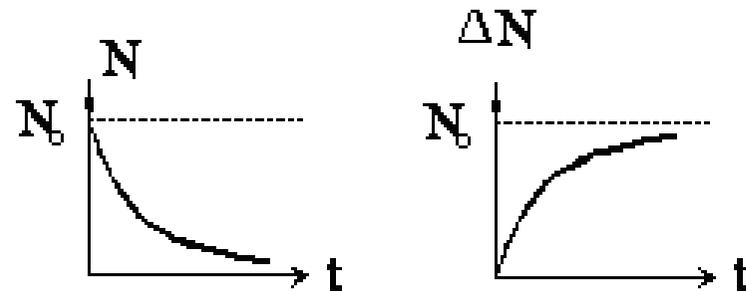
4. **Спонтанное деление тяжелых ядер**



$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

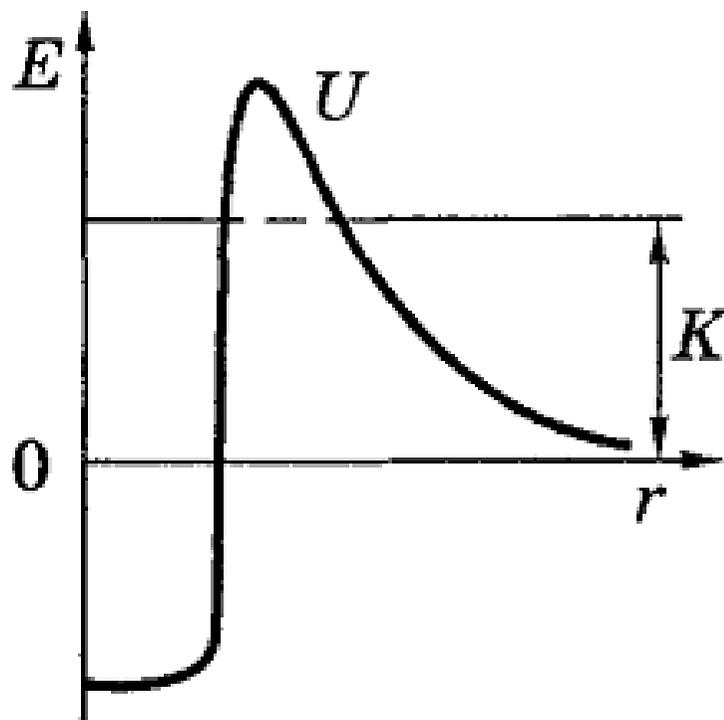
$$\Delta N = N_0 - N = N_0(1 - e^{-\lambda t}).$$

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda}. \quad \tau = \frac{1}{\lambda}.$$



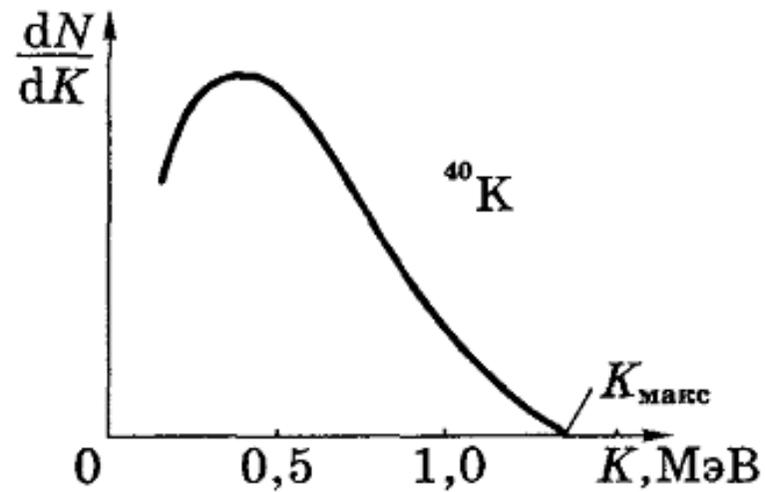
## $\alpha$ -Распад

---



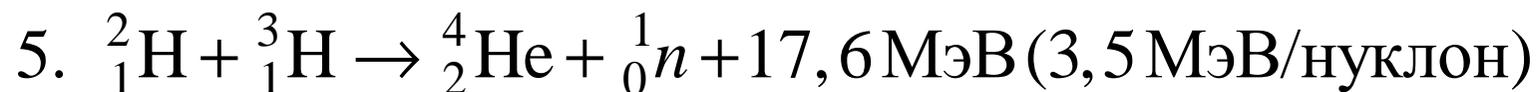
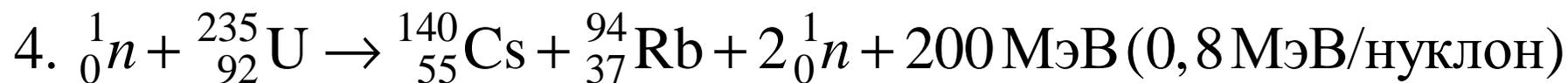
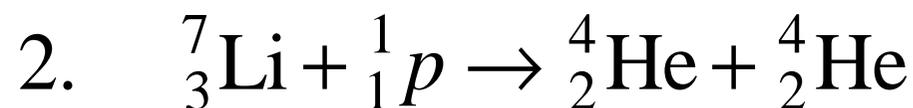
# Бета-распад

---

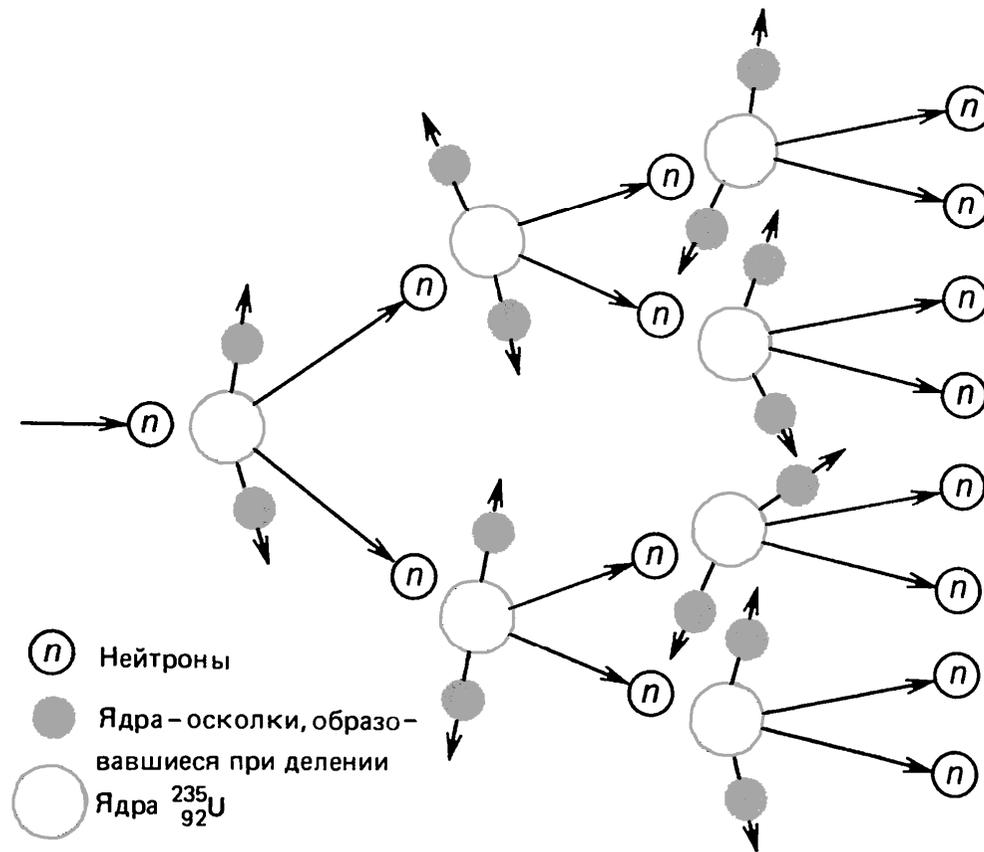


## Индукцированные ядерные реакции

---

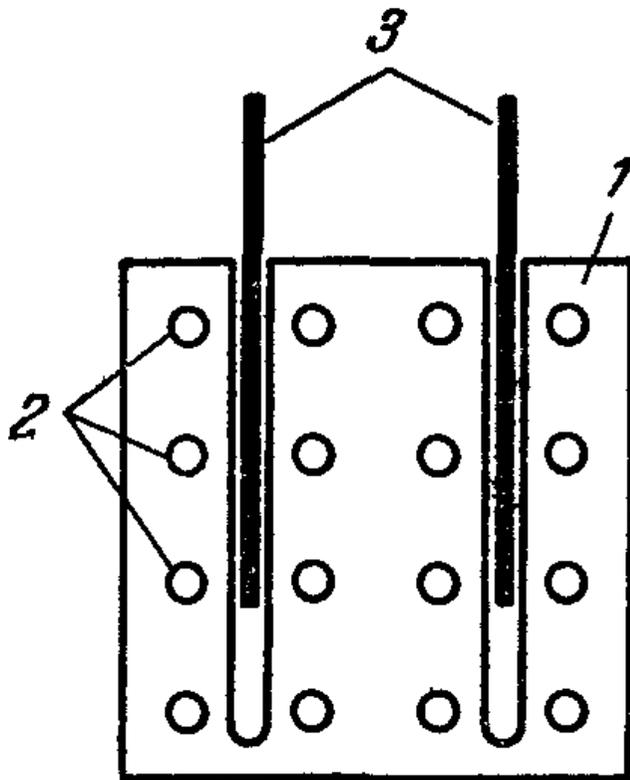


# Схема цепной реакции деления ядер



# Ядерный реактор

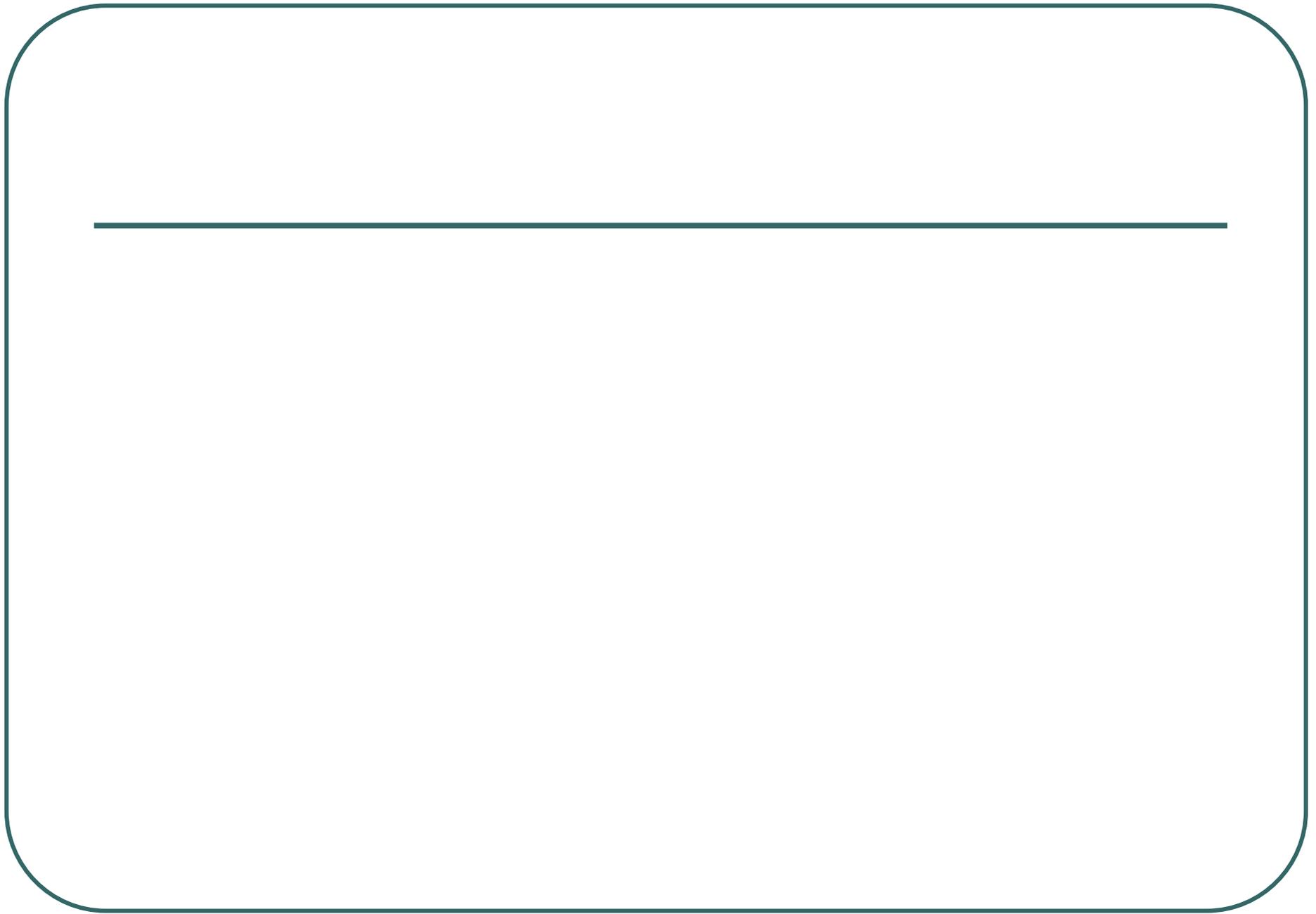
---



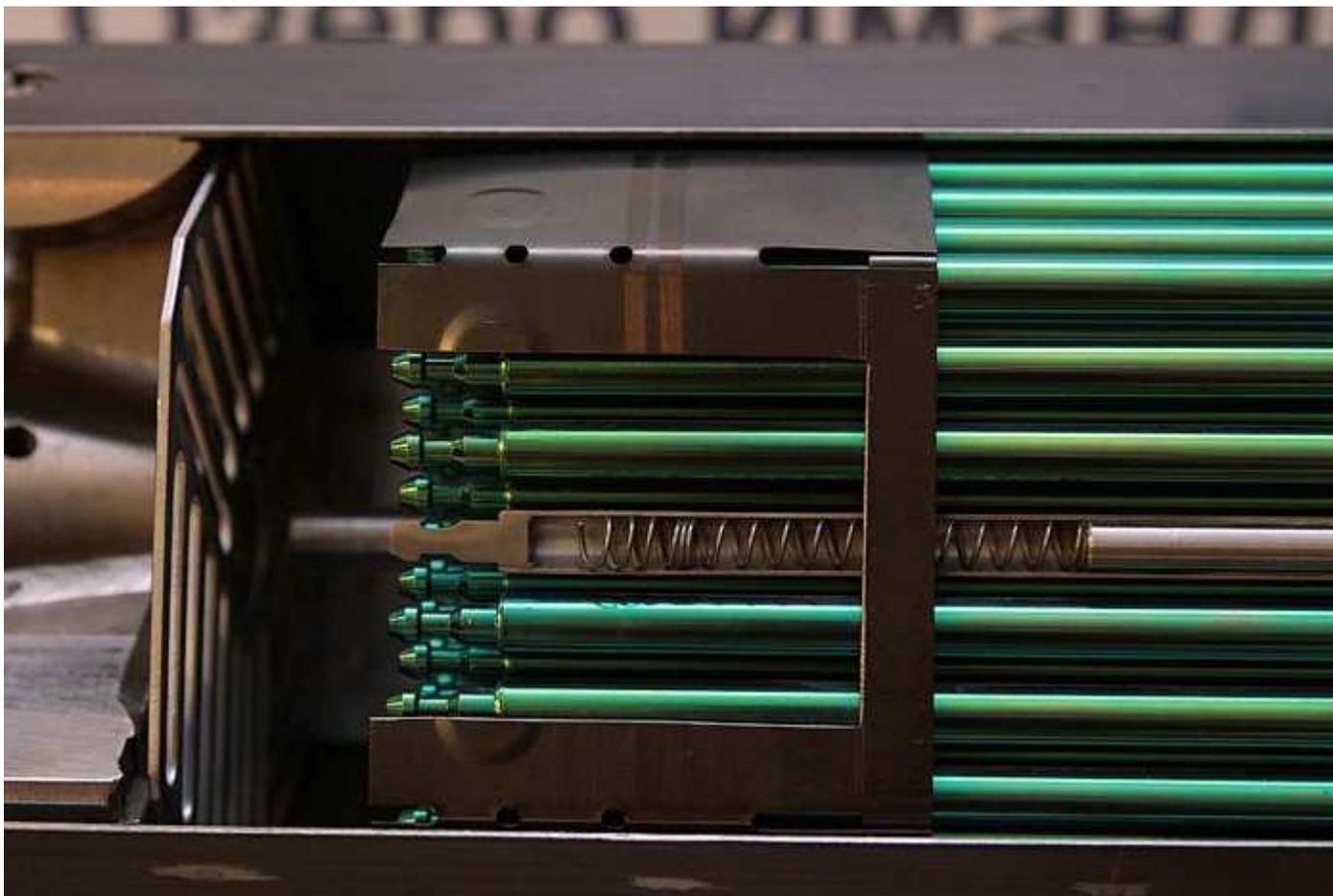
1. Замедлитель

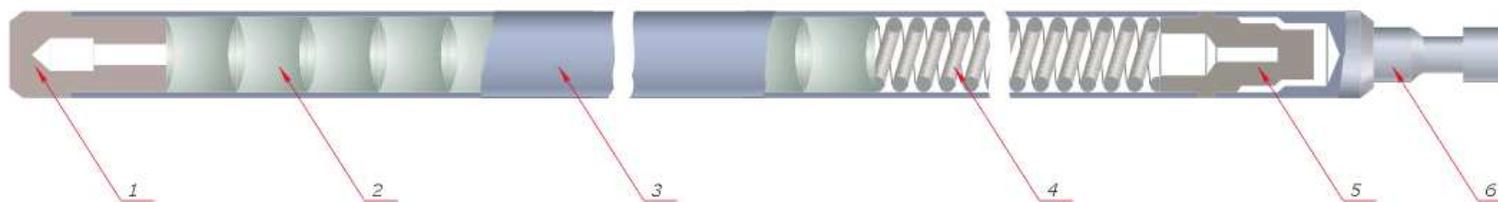
2. ТВЭЛы

3. Стержни из В и Cd



# ТВЭЛЫ

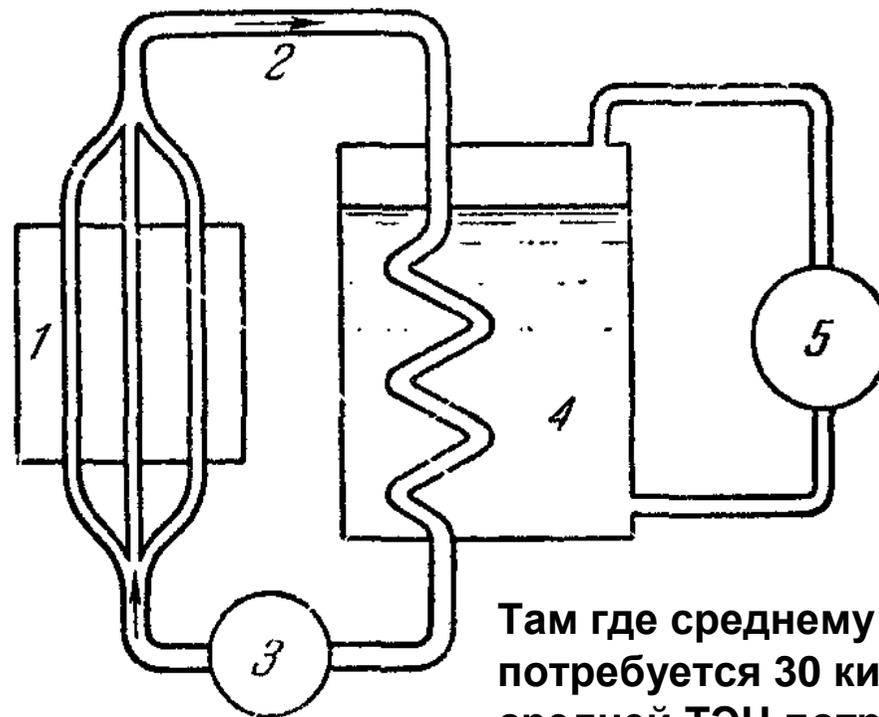




1 — заглушка; 2 — таблетки диоксида урана; 3 — оболочка из циркония; 4 — пружина; 5 — втулка; 6 — наконечник

# Атомная электростанция

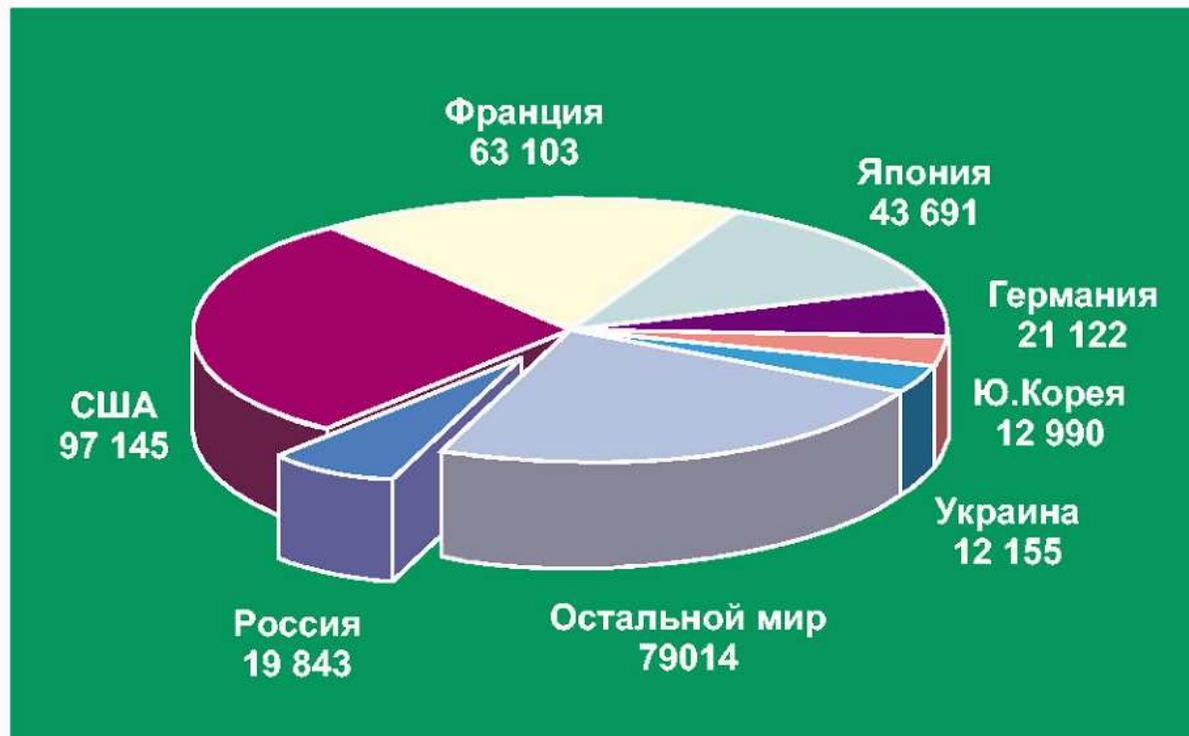
---



1. Активная зона
2. Теплоноситель
3. Насос
4. Теплообменник
5. Турбина

Там где среднему ядерному реактору потребуется 30 килограмм урана, средней ТЭЦ потребуется 60 вагонов угля или 40 цистерн мазута.

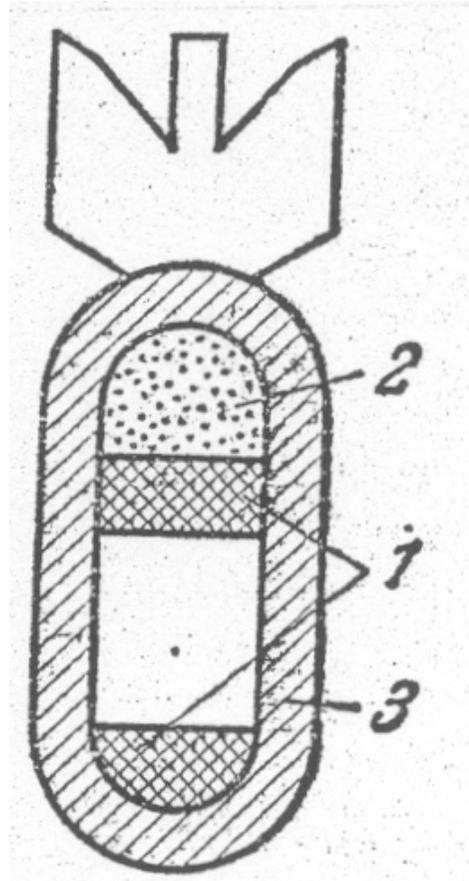
# АЭС В МИРЕ



*Совокупная мощность АЭС (МВт)  
в разных странах мира*

# Атомная бомба

---



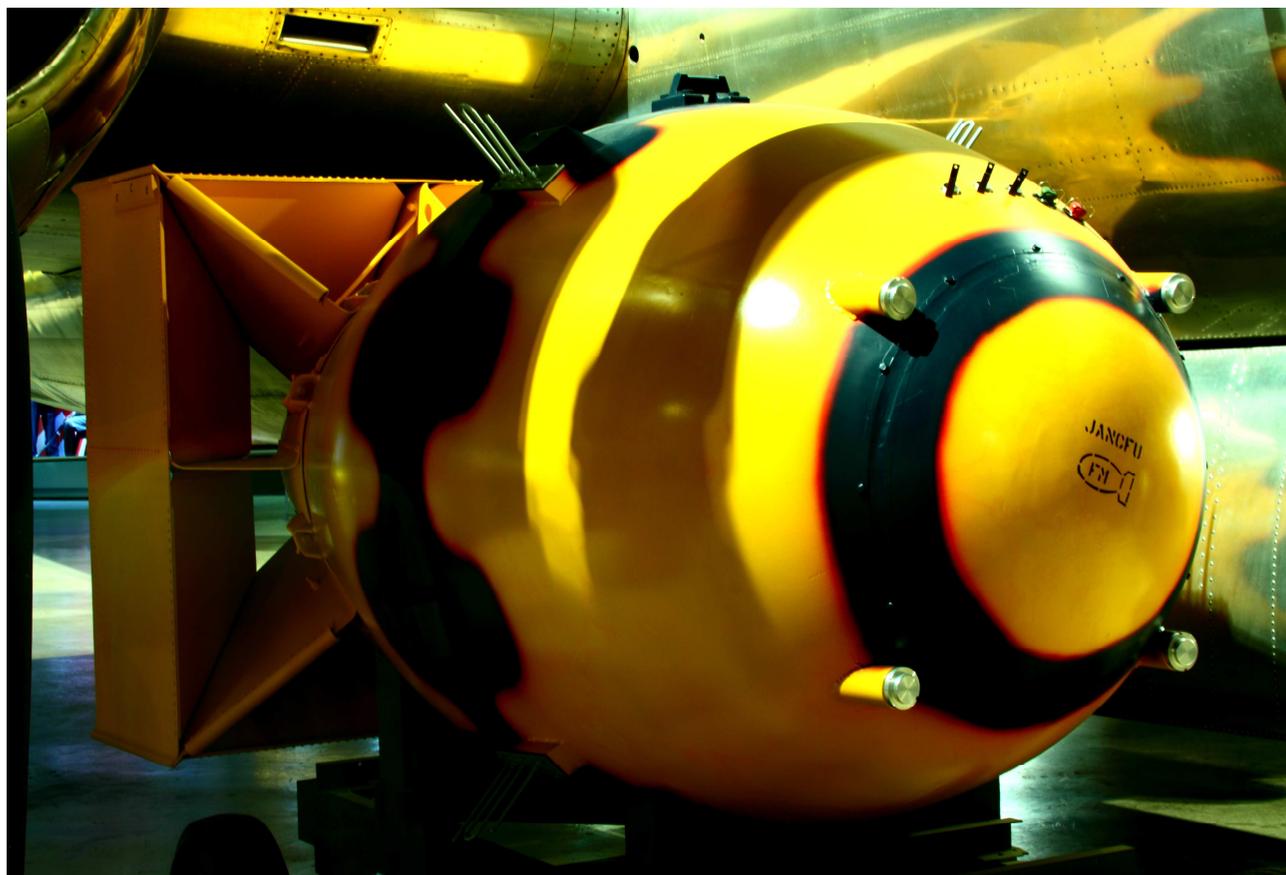
1. Куски из чистого U или Pu

2. Запал

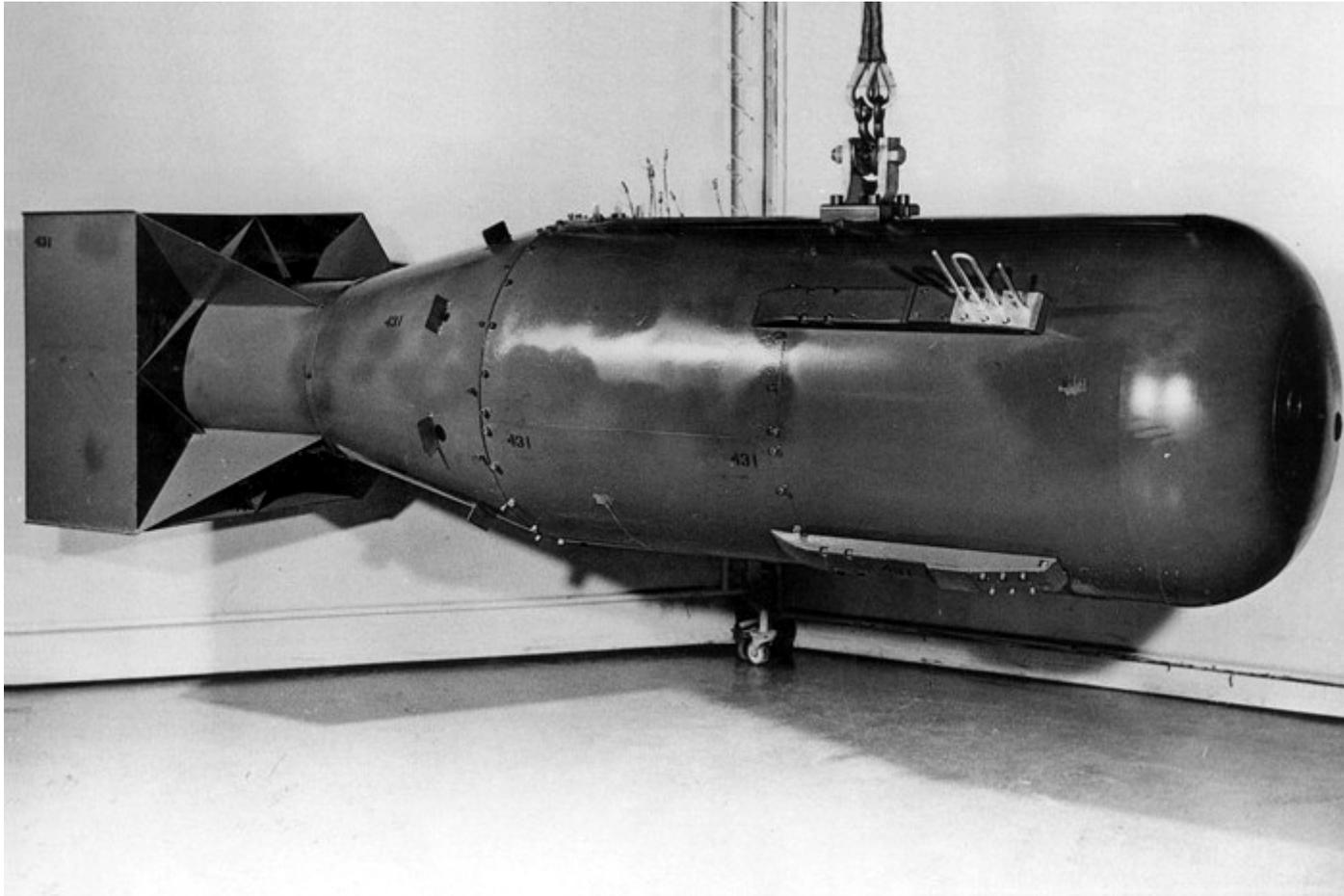
3. Оболочка

## Макет атомной бомбы «Толстяк»

---



# Макет атомной бомбы «Малыш»



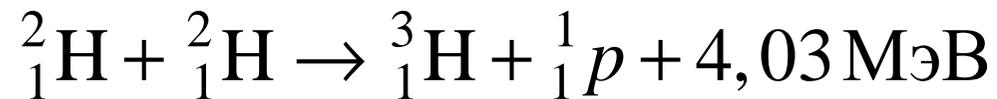
# После взрыва - Хиросима

---



## Термоядерные реакции

---



$$U = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} \cong 0,7 \text{ МэВ.} \quad kT = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} \quad T = 2,6 \cdot 10^9 \text{ К.}$$

$$T = 1,3 \cdot 10^7 \text{ К}$$

# Критерий Лоусона

