

© В.Е. Фрадкин, А.М.Иконников, 2004

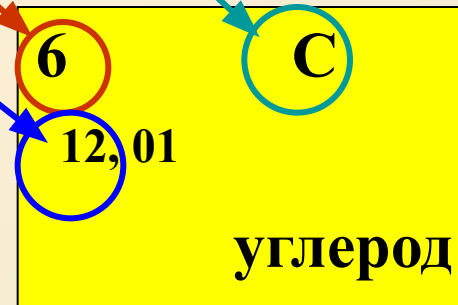
# Домашнее задание

- § 11 – 13
- § 17 – конспект
- § 18 – разобрать задачи
- Уметь объяснять причины преобразования энергии в ядерных реакциях

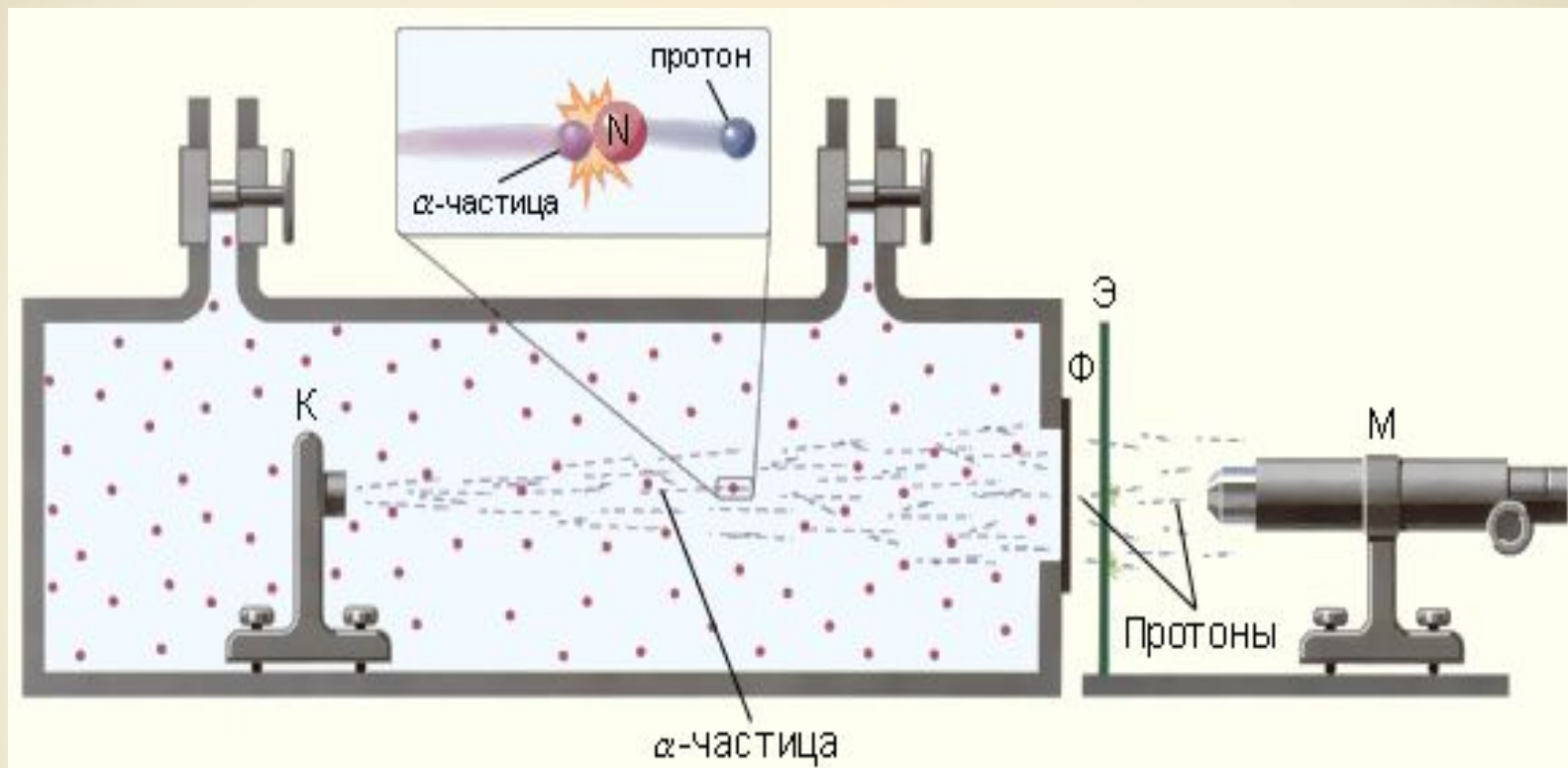
# Условные обозначения

$A$   
 $Z$   $X$

- $X$  – символ химического элемента,
- $Z$  – атомный номер,
- $A$  – массовое число.



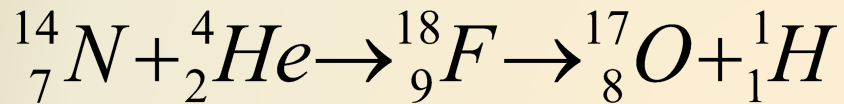
# Опыт Резерфорда по обнаружению протонов



- Схема опытов в продуктах расщепления ядер:  
К – свинцовый контейнер с радиоактивным источником  $\alpha$ -частиц, Ф – металлическая фольга, Э – экран, покрытый сульфидом цинка, М – микроскоп.

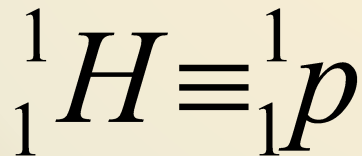
# Протон

- Ядерная реакция:



- явление расщепления ядер азота при ударах быстрых  $\alpha$ -частиц.

- Протон:



- Протон,  $p$

$$\begin{aligned} m_p &= 1,67262 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \\ &= 1,007276 \text{ а. е. м.} \\ &= 1836,1 m_e \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_p &= 1,60217733 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \\ &= +1e \end{aligned}$$

Участвует в гравитационном, электромагнитном и ядерном (сильном) взаимодействиях.

# Открытие нейтрона

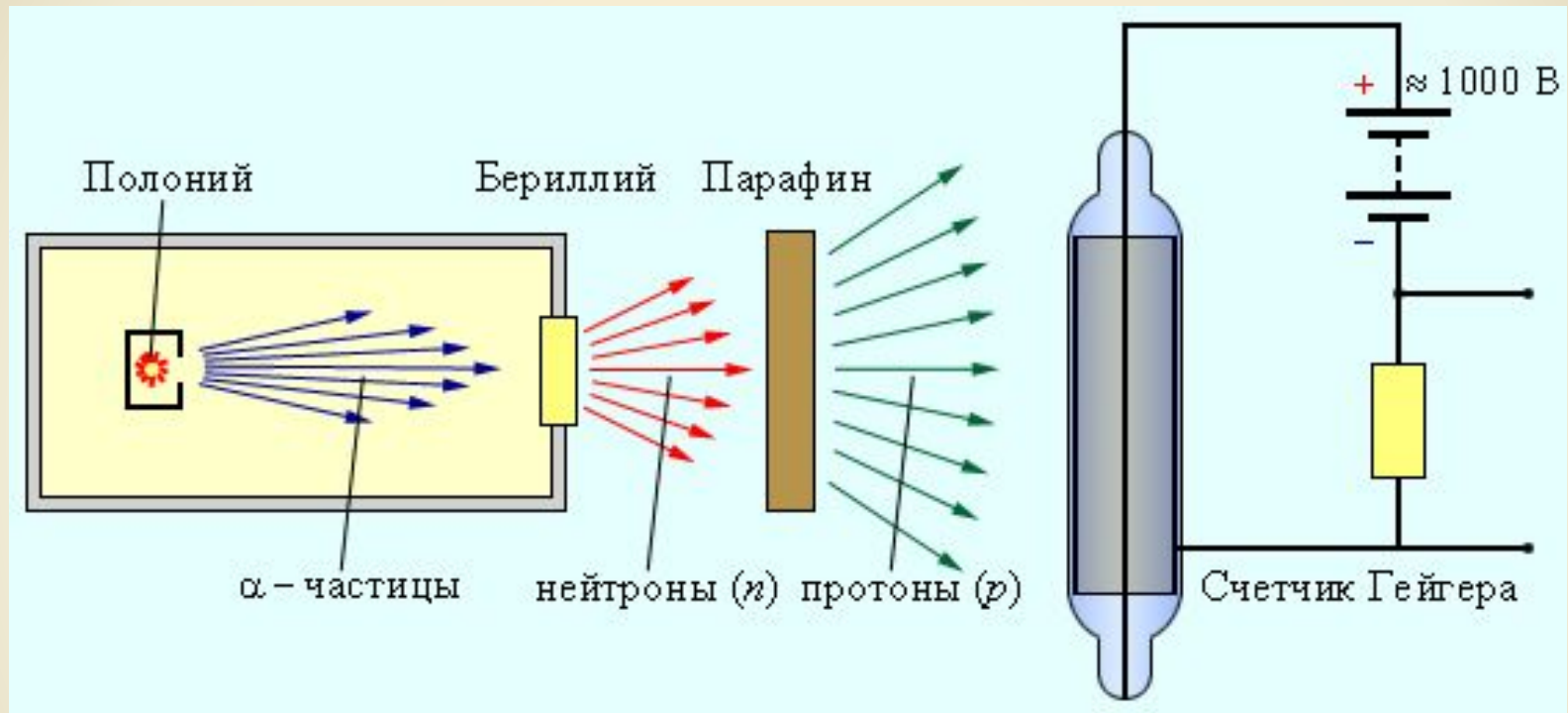
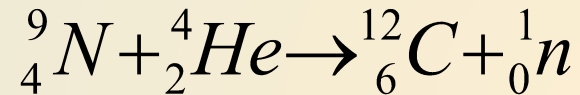


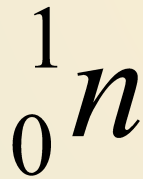
Схема установки Дж.Чедвика для обнаружения нейтронов

# Нейтрон

- Ядерная реакция:



- Нейтрон:



- Нейтрон,  $n$

$$\begin{aligned} m_n &= 1,67493 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = \\ &= 1,008665 \text{ а. е. м.} \\ &= 1838,6 m_e \end{aligned}$$

$$q_n = 0$$

Участвует в гравитационном и ядерном (сильном) взаимодействиях.

# Протонно-нейтронная модель ядра

- *Д.Д.Иваненко, В.Гейзенберг – 1932 г.*
- *$Z$  – число протонов в составе ядра равно порядковому номеру химического элемента в периодической системе Менделеева;*
- *$N$  – число нейтронов в составе ядра атома данного химического элемента;*
- *$A = Z + N$  – массовое число ядра; суммарное количество протонов и нейтронов (называемых общим термином «нуклоны») в ядре.*
- *$Ze$  – заряд ядра (Г. Мозли, 1913).*



# Изотопы

- *Атомы химического элемента, отличающиеся друг от друга числом нейтронов в ядре, называются **изотопами**.*
- *У углерода – 2 стабильных изотопов, у кислорода – 3.*
- *Химические элементы в природных условиях обычно представляют собой смесь изотопов.*

Учебник, стр.47

${}^1_1\text{H}$  – *обычный водород*

${}^2_1\text{H}$  – *дейтерий*

${}^3_1\text{H}$  – *третий*

Протоны и нейтроны  
принято называть  
**нуклонами.**

# *Вопросы*

**Почему в таблице Менделеева  
относительная атомная масса всех  
элементов выражена дробным числом?**

**Для чего применяются изотопы в науке и  
технике?**

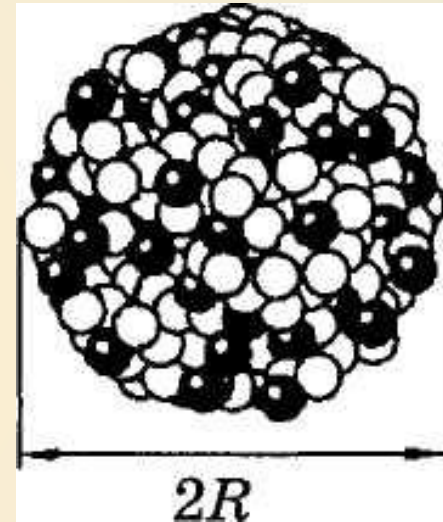
- **Опыт:** многие атомы являются устойчивыми.
- **Вопрос:** Что удерживает протоны и нейтроны в ядре?

# Ядерные силы

- *Игорь Евгеньевич Тамм, Хидеки Юкава*

Ядерное (сильное) взаимодействие.

$$\rho_{\text{ядра}} = 2,5 \cdot 10^{14} \text{ Г/см}^3$$



$$R \sim A^{1/3}$$

# Ядерные силы

## Свойства:

- 1. На расстояниях порядка  $10^{-13}$  см сильные взаимодействия соответствуют притяжению, при уменьшении расстояния – отталкиванию.
- 2. Независимы от наличия электрического заряда (свойство зарядовой независимости).
- 3. Взаимодействуют с ограниченным числом нуклонов (свойство насыщения).
- 4. Короткодействующие: быстро убывают, начиная с  $r \approx 2,2 \cdot 10^{-15}$  м.

# Сравнение фундаментальных взаимодействий

	<b>Радиус действия</b>	<b>Относительная интенсивность.</b>
<b>Ядерное</b>	$10^{-15}\text{ м}$	1
<b>Электромагнитное</b>	$\infty$	1/137
<b>Слабое</b>	$10^{-13}\text{ м}$	
<b>Гравитационное</b>	$\infty$	$10^{-33}$

# Энергия связи

- При плавлении льда на 1 молекулу

$$W_{\text{св}} = 0,06 \text{ эВ}$$

- При парообразовании воды на 1 молекулу

$$W_{\text{св}} = 0,4 \text{ эВ}$$

- Для выбивания одного электрона из Na

$$W_{\text{св}} = 2,3 \text{ эВ}$$

- Для ионизации атома водорода

$$W_{\text{св}} = 13,6 \text{ эВ}$$

# Энергия связи

- Для вырывания одного нуклона из ядра  $^{238}\text{U}$   
7,5 МэВ

$$1 \text{ МэВ} = 10^6 \text{ эВ}$$

**Энергия связи ядра равна минимальной энергии, которую необходимо затратить для полного расщепления ядра на отдельные частицы (нуклоны).**



# Дефект массы.

- **Опыт:** масса любого ядра  $M_{\text{я}}$  всегда меньше суммы масс входящих в его состав протонов и нейтронов:

$$M_{\text{я}} < Zm_{\text{p}} + Nm_{\text{n}}.$$

- **Дефект массы:**

$$\Delta M = Zm_{\text{p}} + Nm_{\text{n}} - M_{\text{я}}$$

# Энергия связи.

- Энергия связи:

$$W_{св} = \Delta M c^2 = (Zm_p + Nm_n - M_{я})c^2.$$

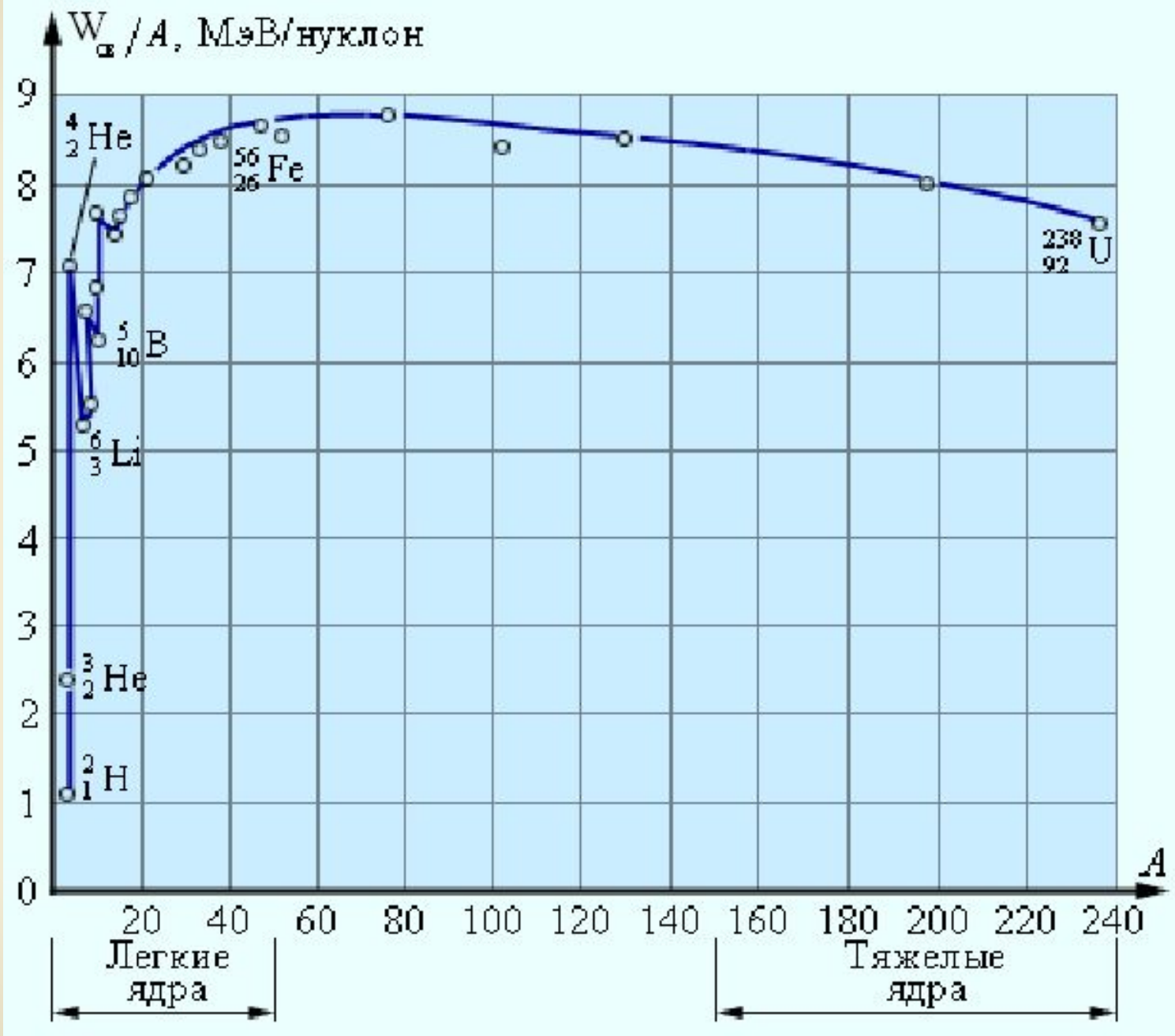
- Удельная энергия связи:

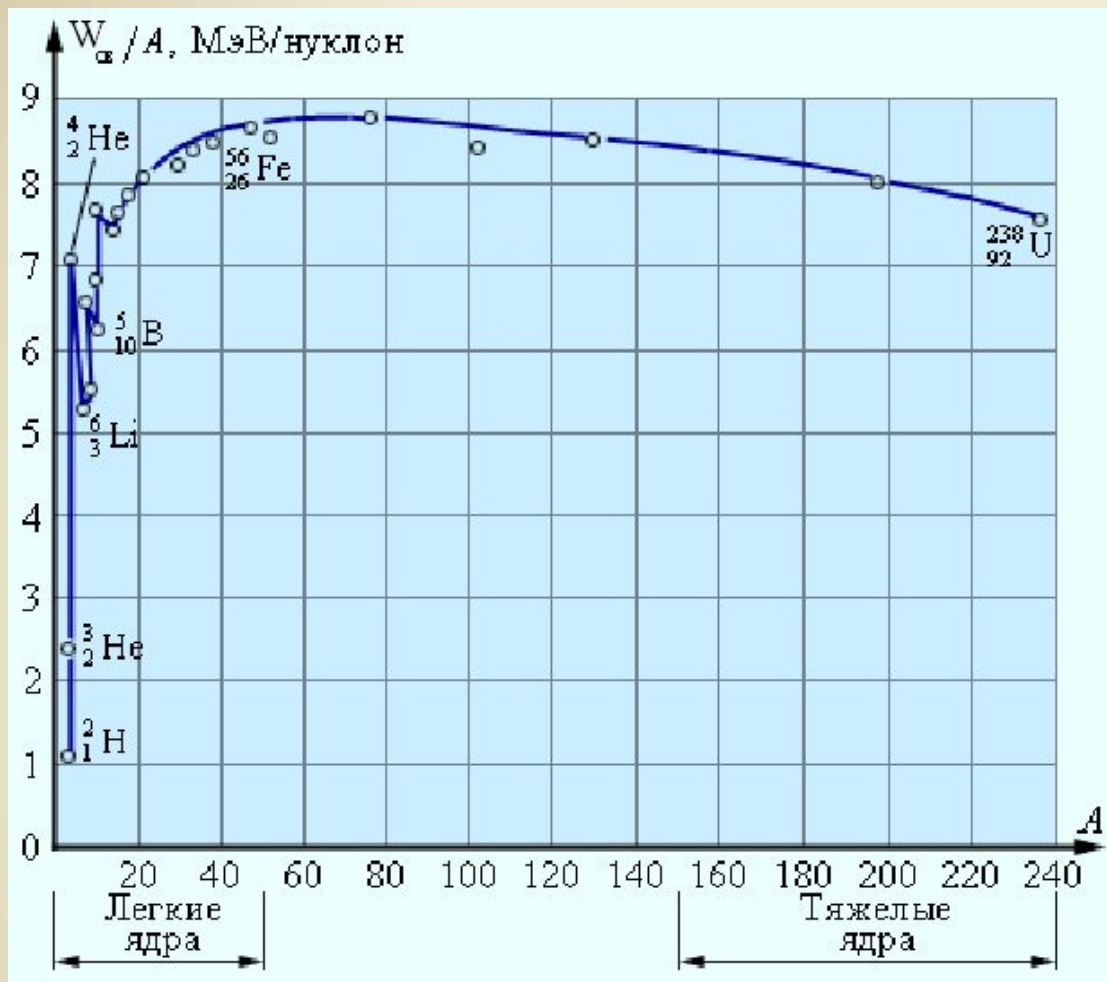
$$W = \frac{W_{св}}{A}$$

$$[W] = \frac{\text{МэВ}}{\text{нукло}}$$

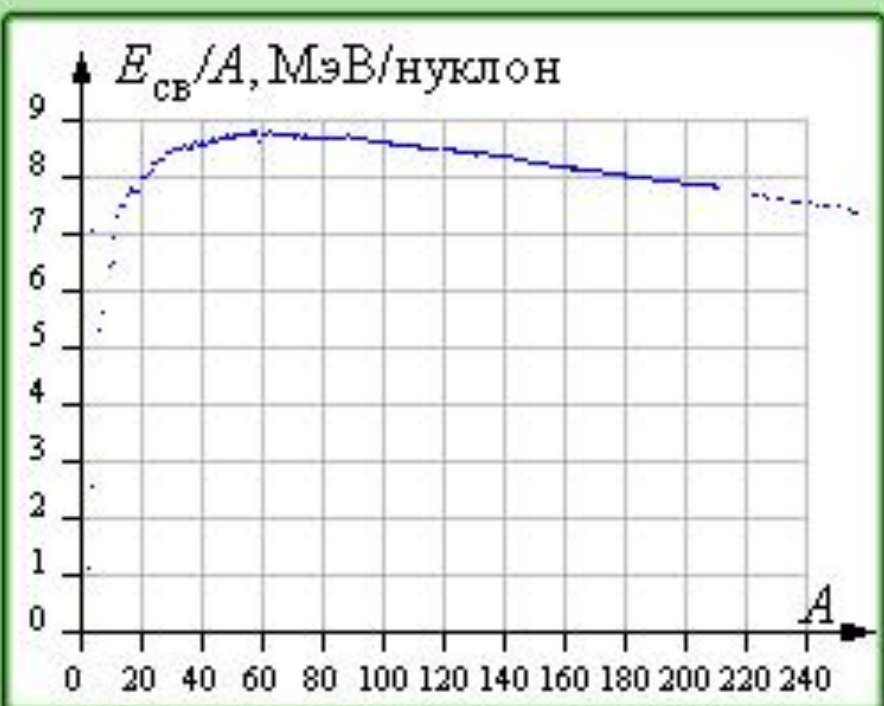
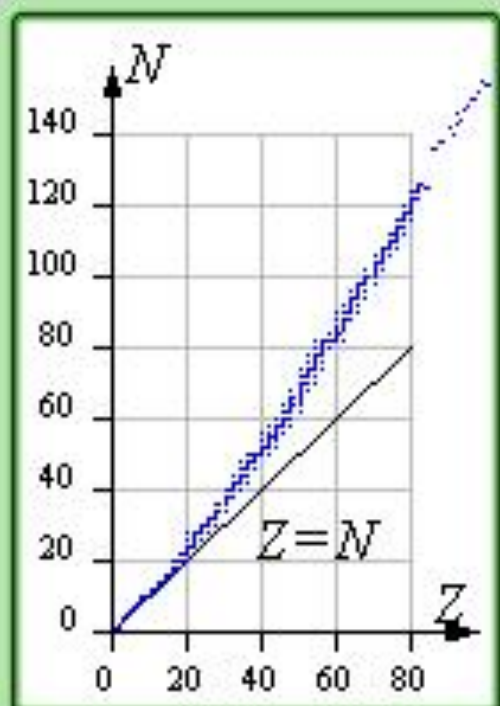
Примеры: учебник, стр. 50

График зависимости модуля удельной энергии связи от массового числа





При  
*синтезе*  
 (соединении)  
*легких ядер*  
 И  
*делении*  
*тяжелых ядер*  
**энергия**  
**выделяется**



Ядро:  ${}_{88}\text{Ra}^{144}$

$Z =$      
 $N =$