

## «Основы производства радиоактивных изотопов»

# Лекция 1. Основные ядерно-физические термины и определения.

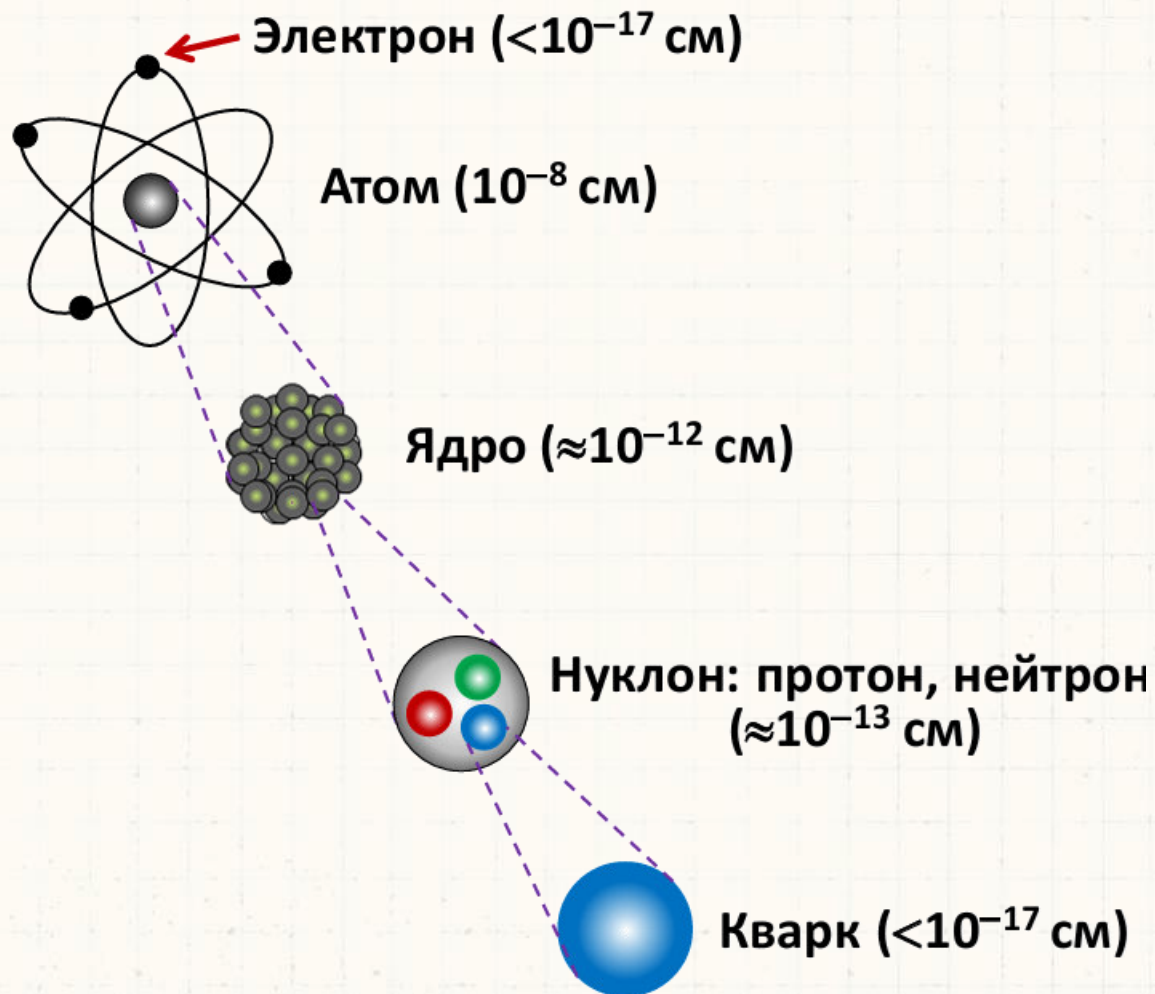
*и.о. доцента кафедры  
теоретической и ядерной физики  
PhD Зарипова Ю.А.*

# Области применения радионуклидов



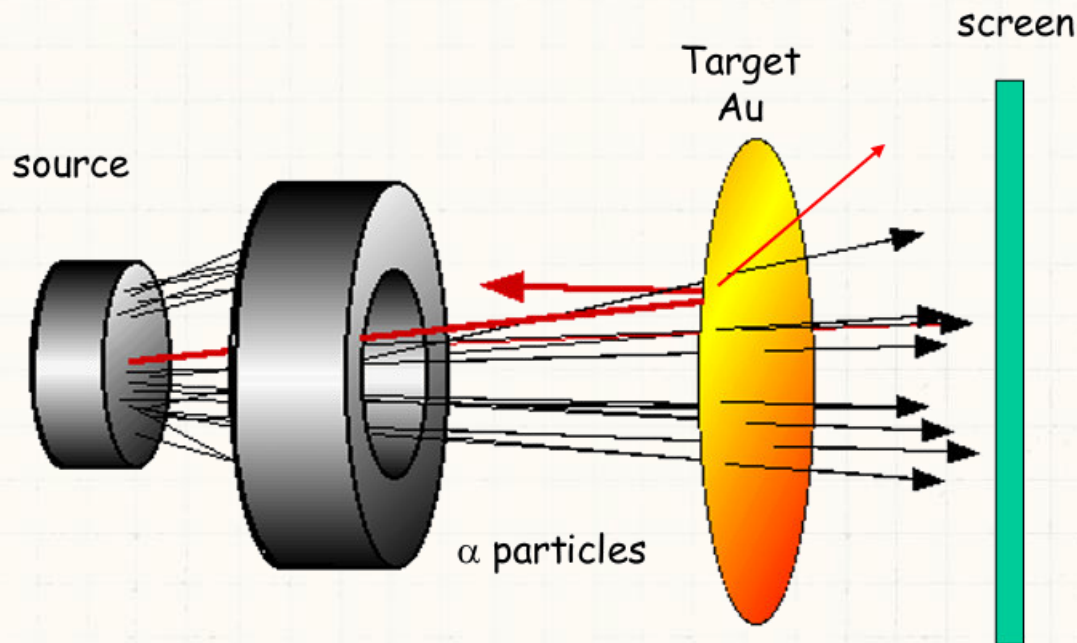
(Инфографика: Адриана Варгас/МАГАТЭ).

# Микромир в масштабе

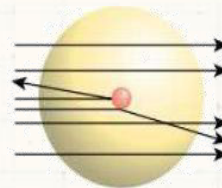


# Открытие ядра

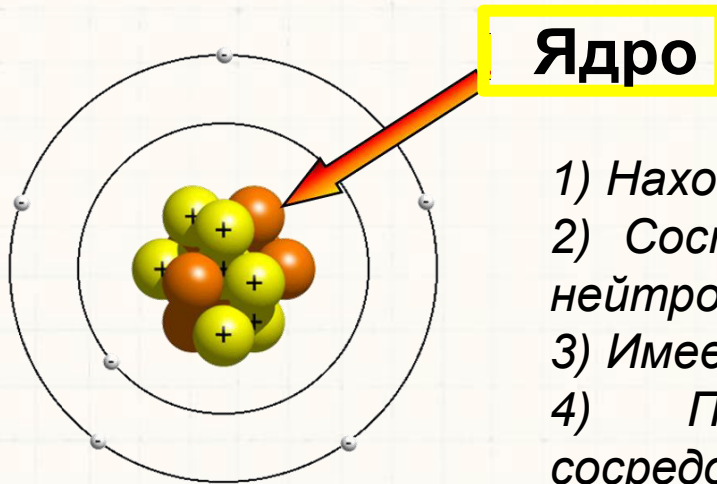
Строение атома было впервые исследовано в ходе эксперимента Резерфорда в 1909 году. Пучок  $\alpha$ -частиц, образующихся при радиоактивном распаде радия, был направлен на лист очень тонкой золотой фольги.



*Результаты показали, что большая часть массы атома сосредоточена в очень малой области.*



# Состав атомных ядер



- 1) Находится в середине атома.
- 2) Состоит из нуклонов: протонов и нейтронов.
- 3) Имеет положительный заряд.
- 4) Почти вся масса атома сосредоточена в ядре.

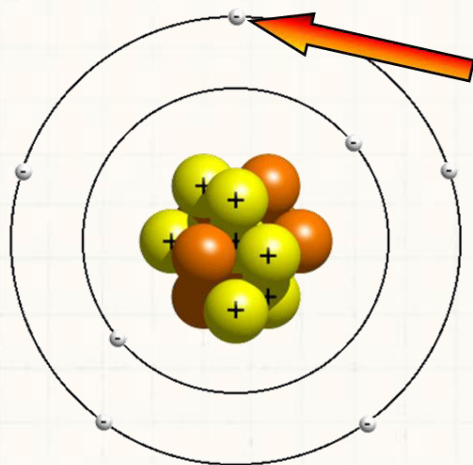
$$m_p = 1.007276u = 938.27 \text{ MeV}/c^2$$

$$m_n = 1.008665u = 939.57 \text{ MeV}/c^2$$

*Ядро характеризуется массовым числом  $A$  и атомным номером  $Z$ . Оно записывается  ${}^A X_Z$ :*

- 1) Атомный номер показывает, сколько в атоме протонов.
- 2) Чтобы получить количество нейтронов - просто вычтите атомный номер из массового числа:  **$N=A-Z$** .

# Состав атомных ядер

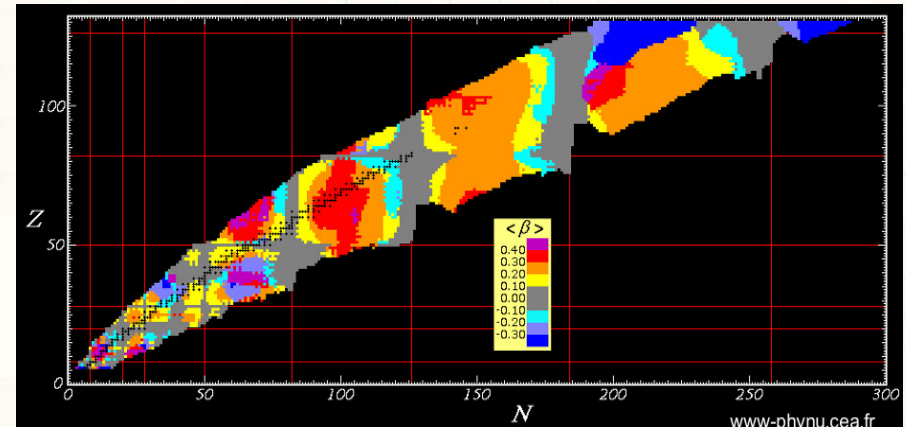
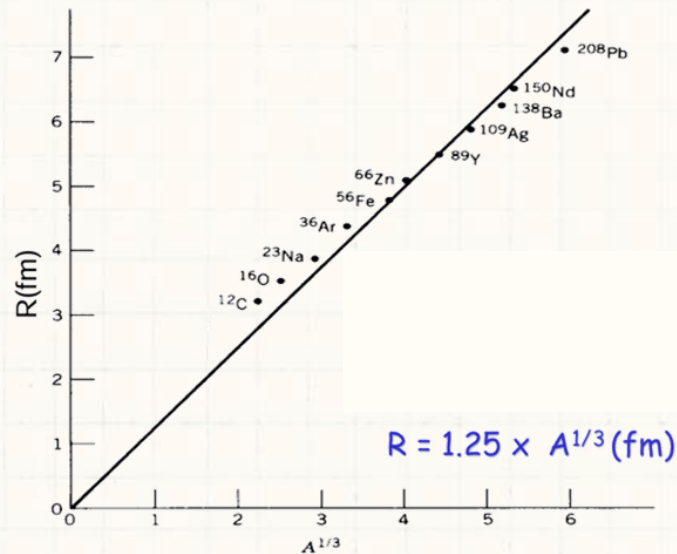


## Электроны

- 1) Двигаются вокруг ядра.
- 2) Заряжены отрицательно.
- 3) Практически не имеют массы.

| Частицы  | Заряд                 |                  | Масса                 |         |
|----------|-----------------------|------------------|-----------------------|---------|
|          | Кл                    | условные единицы | г                     | а.е.м.  |
| Протон   | $1,6 \cdot 10^{-19}$  | +1               | $1,67 \cdot 10^{-24}$ | 1,00728 |
| Нейтрон  | 0                     | 0                | $1,67 \cdot 10^{-24}$ | 1,00866 |
| Электрон | $-1,6 \cdot 10^{-19}$ | -1               | $9,1 \cdot 10^{-28}$  | 0,00055 |

# Форма и размеры атомных ядер

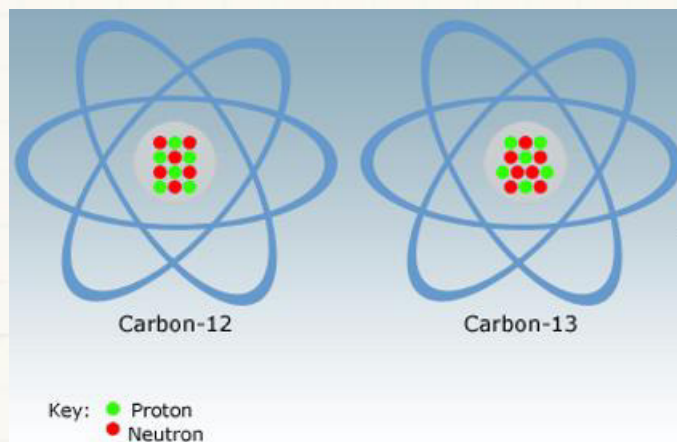


$$R = r_0 A^{1/3}, \quad \text{где } r_0 = 1,3 \text{ фм} = 1,3 \cdot 10^{-15} \text{ м, } A - \text{массовое число.}$$

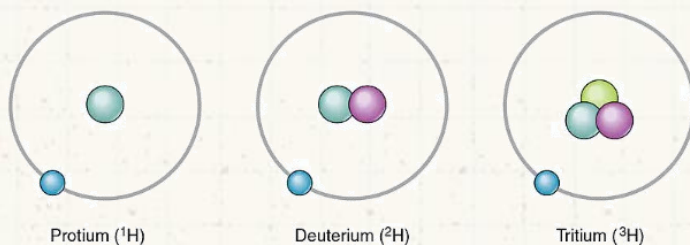
$$\rho = \frac{M}{V} \approx \frac{M}{4/3\pi R^3} = \frac{1,66 \cdot 10^{-27} A \text{ кг}}{4/3\pi (1,3 \cdot 10^{-15} A^{1/3})^3 \text{ м}^3} \approx 1,8 \cdot 10^{17} \text{ кг/м}^3.$$

# Нуклиды

## ИЗОТОПЫ

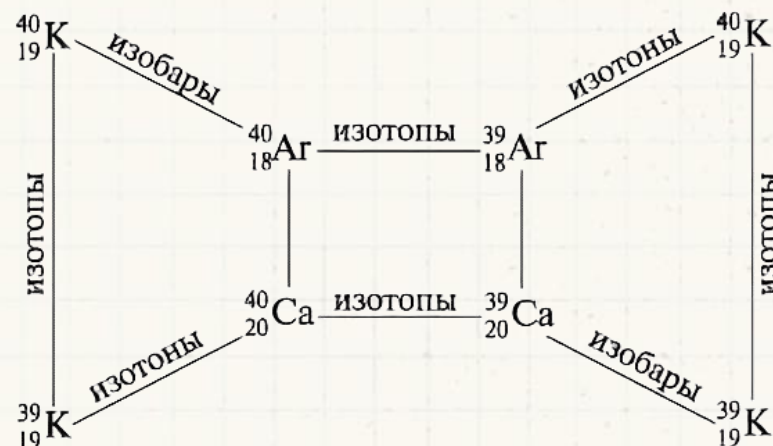


Изотопы имеют одинаковое количество протонов ( $Z_1 = Z_2$ ), но разное число нейтронов ( $N$ ). ( $A_1 \neq A_2$ )



## ИЗОТОНЫ

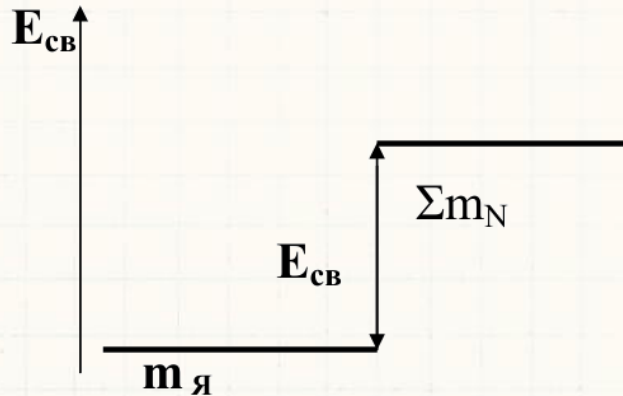
Изотоны имеют одинаковое количество нейтронов ( $N_1 = N_2$ ), но разное число протонов ( $Z$ ). ( $A_1 \neq A_2$ )



## ИЗОБАРЫ

Изобары имеют разное число протонов ( $Z$ ) и нейтронов ( $N$ ), но  $A_1 = A_2$

# Масса и энергия связи ядра



где  $\Sigma m_N$  – сумма масс нуклонов,  
 $m_{\text{я}}$  – масса ядра.

$$E_{\text{св}} = Zm_p + Nm_n - m_{\text{я}},$$

где  $Z$  и  $N$  – число протонов и  
 нейтронов в ядре

$$E_{\text{св}} = Zm_H + Nm_n - m_a$$

где  $m_a$  – масса нуклида,  
 $m_H$  – масса нуклида  $^1\text{H}$ .

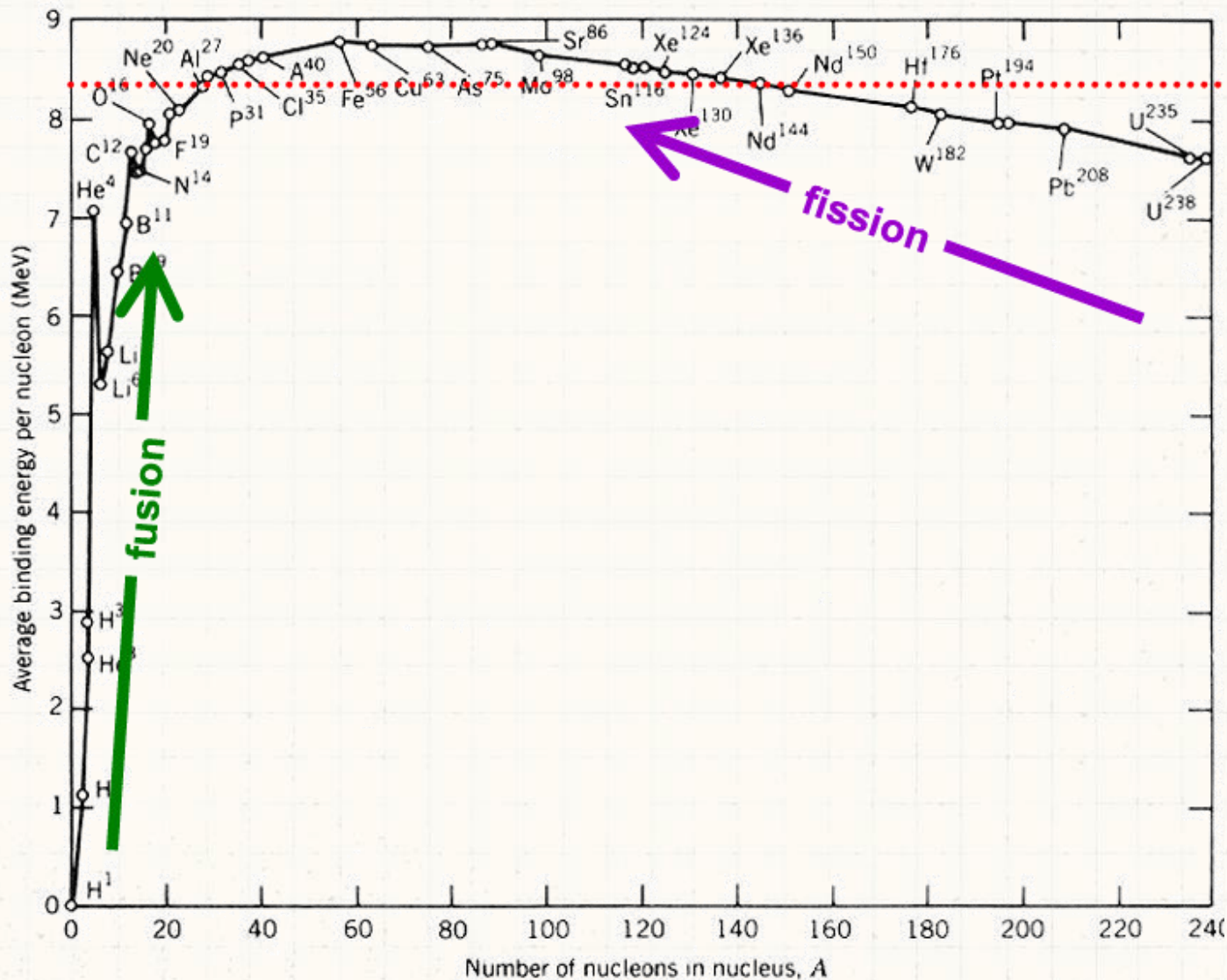
Более того, для упрощения расчетов вводят понятия дефект массы  $\Delta$  как разность между массой (в а.е.м.) и массовым числом  $A$  ядра или нуклона:  $\Delta = m - A$ .

$$E_{\text{св}} = Z\Delta_H + N\Delta_n - \Delta_a$$

$$1 \text{ аем} = M_{12\text{C}}/12 = (1,660531 \pm 0,000011) \cdot 10^{-24} \text{ г} = 931,48 \text{ МэВ}$$

| $Z$ | Нуклид        | Дефект массы<br>$\Delta = m - A$ , а.е.м. |
|-----|---------------|-------------------------------------------|
| 0   | n             | 0,008665                                  |
| 1   | H             | 0,007825                                  |
|     | $^2\text{H}$  | 0,014102                                  |
|     | $^3\text{H}$  | 0,016049                                  |
| 2   | $^3\text{He}$ | 0,016030                                  |
|     | $^4\text{He}$ | 0,002604                                  |

# Удельная энергия связи



**СПАСИБО ЗА  
ВНИМАНИЕ!**

