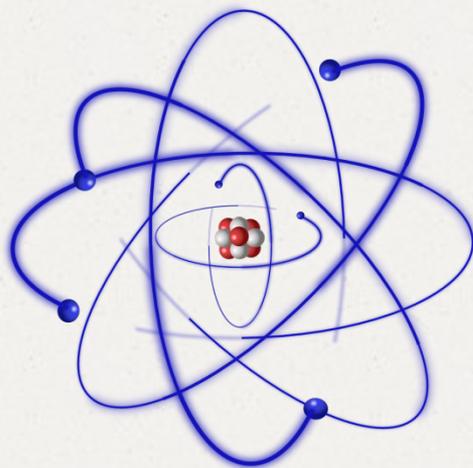


СТО,
квантовая физика,
ядерная физика



Учитель ВКК
Гудова Г.Н.

СТО

- 0 СТО- теория, описывающая движение, законы механики и пространственно-временные отношения при произвольных скоростях движения, меньших скорости света в вакууме, в том числе близких к скорости света. В рамках специальной теории относительности классическая механика Ньютона является приближением низких скоростей.
- 0 1. Во всех инерциальных системах любые физические явления при одинаковых условиях протекают одинаково.
- 0 2. Скорость света в вакууме во всех инерциальных системах отсчета не зависит от скорости движения источника и приемника света. $c=3 \cdot 10^8$ м/с

СТО

1. Сокращение продольных размеров:

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

2. Замедление времени: $\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

3. Запрет скоростей,

больших скорости света: $u = \frac{v_1 + v_2}{1 + \frac{v_1 v_2}{c^2}}$

СТО

4. Увеличение массы: $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

5. Релятивистский импульс: $p = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

6. Релятивистская энергия: $E = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

Квантовая физика

- **Гипотеза Планка**, выдвинута 14 декабря 1900 года: при тепловом излучении энергия испускается и поглощается не непрерывно, а отдельными квантами (порциями).

$$E = h \cdot \nu, \quad h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

- **Свойства фотона**: является частицей электромагнитного поля, движется со скоростью света, существует только в движении, масса покоя равна нулю, заряд равен нулю.

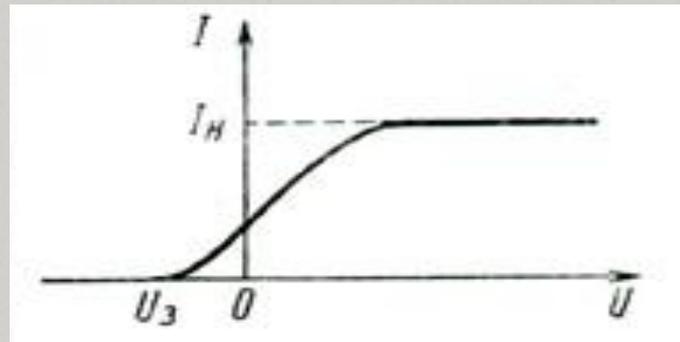
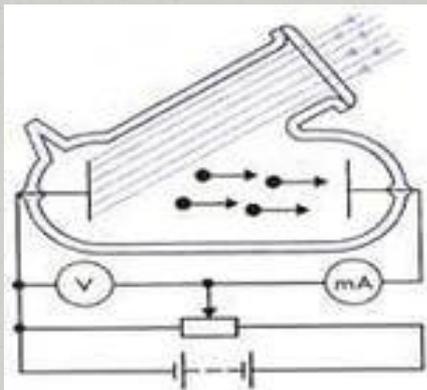
- Масса: $m = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{h}{c\lambda}$

- Энергия фотона: $E = h \cdot \nu = \frac{hc}{\lambda} = pc$

- Импульс: $p = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$

Квантовая физика

- Фотоэффект (внешний) – явление выбивания электронов с поверхности металла под действием света, открыт Г.Герцем в 1887 году.
- Опыт Столетова (1888г): в стеклянный баллон помещены два электрода, на один из них в специальное окошко падает свет, напряжение, интенсивность и частоту света можно менять.



Квантовая физика

Законы фотоэффекта:

- Количество электронов, выбиваемых с поверхности металла за 1с, прямо пропорционально интенсивности света и не зависит от частоты света.
- Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов не зависит от интенсивности падающего излучения, а определяется только его частотой.
- Для каждого металла существует «красная граница» фотоэффекта, т.е. минимальная частота, ниже которой фотоэффект невозможен.

$$E = A_{\text{ВЫХ}} + E_{\text{К}},$$

$$\circ E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}, \quad A_{\text{ВЫХ}} = h\nu_{\text{кр}} = \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}} \quad E_{\text{КИН}} = \frac{mv^2}{2} = U_3 e.$$

Квантовая физика

• Гипотеза Де Бройля: корпускулярно-волновая двойственность характерна для электронов, протонов, нейтронов.

• Движущаяся частица представляется как волна с частотой $\nu = \frac{E}{h}$ и длиной волны

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}.$$

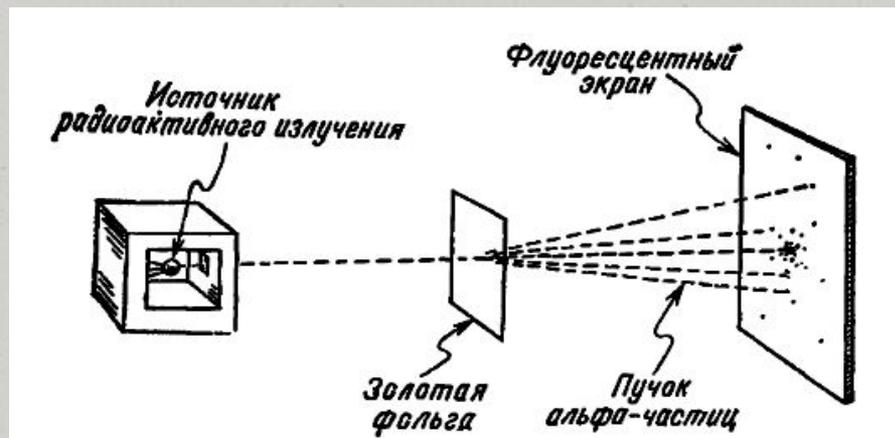
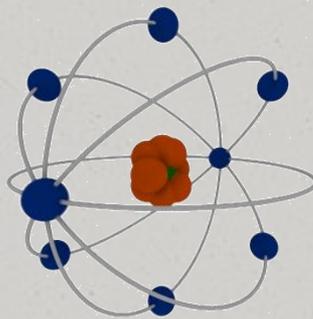
• Опытным подтверждением этой гипотезы является дифракция пучка ускоренных электрическим полем электронов, направленных под углом на поверхность кристалла никеля.

Квантовая физика

- **Давление света:** свет, как поток фотонов, падая на поверхность предмета и поглощаясь либо отражаясь ею, передает этому предмету некоторый импульс, действуя на него с соответствующей силой, и, следовательно, создает давление на эту поверхность.
- Давление света на полностью поглощающую поверхность: $p = \frac{P}{Sc}$
- Давление света на полностью отражающую поверхность: $p = \frac{2P}{Sc}$
- P- мощность света, S- площадь поверхности.

Физика атома и атомного ядра

Планетарная модель атома (Резерфорд, 1911): В центре атома положительно заряженное ядро, в котором сосредоточена практически вся масса, а размеры ничтожно малы. Вокруг ядра вращаются электроны. В целом атом нейтрален. Модель не объясняет стабильность атома.



Физика атома и атомного ядра

Постулаты Бора:

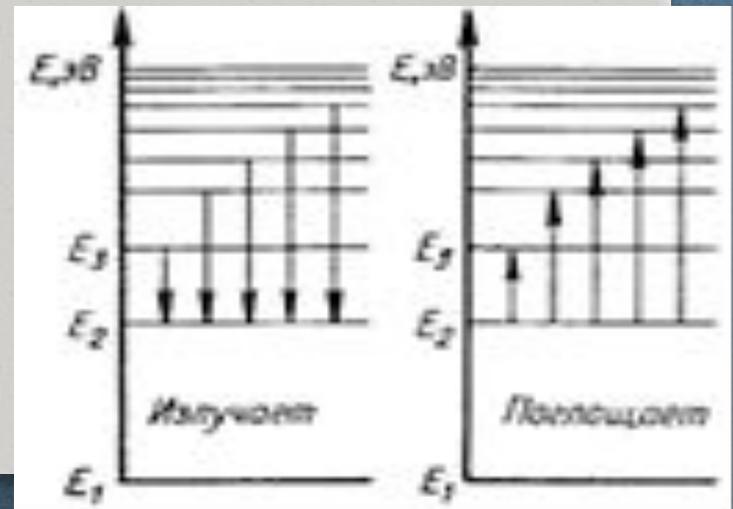
1. Атомная система может находиться только в особых стационарных, или квантовых, состояниях, каждому из которых соответствует определённая энергия E_n . В стационарном состоянии атом не излучает.

2. Излучение света происходит при переходе атома из стационарного состояния с большей энергией E_k в стационарное состояние с меньшей энергией E_n .

Энергия излученного фотона равна разности энергий стационарных состояний: $h\nu_{kn} = E_k - E_n$

Водород: $E_n = \frac{-13,6 \text{ эВ}}{n^2}$, $n=1,2,3\dots$

$E_1 = -13,6 \text{ эВ}$



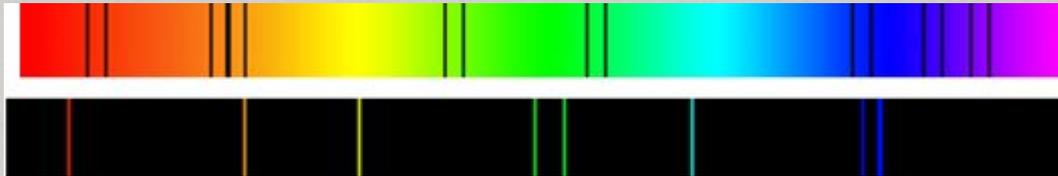
Физика атома и атомного ядра

Спектры:

- Сплошные – от твердых, жидких веществ и сильно нагретых и сжатых газов



- Линейчатые – спектры излучения и спектры поглощения разреженных атомарных паров (газов).



- Полосатые – от веществ, находящихся в молекулярном состоянии, состоит из большого числа плотно расположенных линий



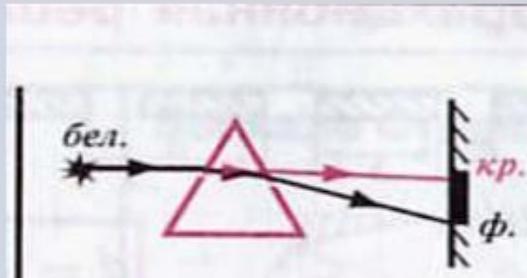
Физика атома и атомного ядра

Спектры излучения

Схема опыта

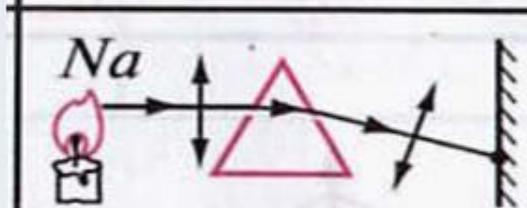
Описание спектра

Линейчатый
(раскаленные газы в
атомарном состоянии)



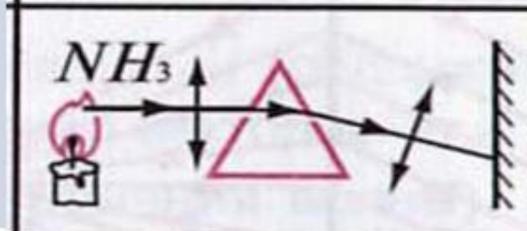
Набор линий или линия
одного цвета

Полосатый
(раскаленные газы в
молекулярном
состоянии)



Цветные полосы

Сплошной
(твердые, жидкие
вещества и сжатые
газы)



Все цвета спектра

Физика атома и атомного ядра

- Атомное ядро состоит из нейтронов и протонов (нуклонов).
- Протоны – ядра атомов водорода, имеют положительный электрический заряд e .
- Число протонов в ядре равно порядковому номеру элемента в таблице Менделеева и обозначается Z , равно заряду ядра. (в 1836 раз тяжелее e) (число нейтронов – N) Массовое число - суммарное количество протонов и нейтронов, обозначается A
- Изотопы - разновидности атомов (и ядер) какого-либо химического элемента, которые имеют одинаковый атомный (порядковый) номер, но при этом разные массовые числа.

Физика атома и атомного ядра

- Энергия связи ядра равна минимальной энергии, которую необходимо затратить для полного расщепления ядра на отдельные частицы.

Дефект масс - это разность между суммарной массой всех нуклонов ядра и экспериментально измеренной массой ядра.

- $\Delta m = (Z \cdot m_p + N \cdot m_n) - M_{\text{я}}$

1 эВ = $1,60 \cdot 10^{-19}$ Дж – энергия, приобретаемая электроном при прохождении разности потенциалов в 1 В. Если массу выражать в а.е.м., то энергия в МэВ: $E(\text{МэВ}) = 931,5m(\text{а.е.м.})$

1 а.е.м. соответствует энергетический эквивалент 931,5 МэВ или $1,492436 \cdot 10^{-10}$ Дж.

Физика атома и атомного ядра

Радиоактивность – самопроизвольного изменения в составе или внутреннего строения нестабильных атомных ядер с испусканием частиц.

Альфа-распад: ${}^A_Z X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2} Y + {}^4_2 \text{He}$.

Бета-распад. Электронный β -распад: ${}^A_Z X \rightarrow {}^A_{Z+1} Y + {}^0_{-1} e + \tilde{\nu}_e$.

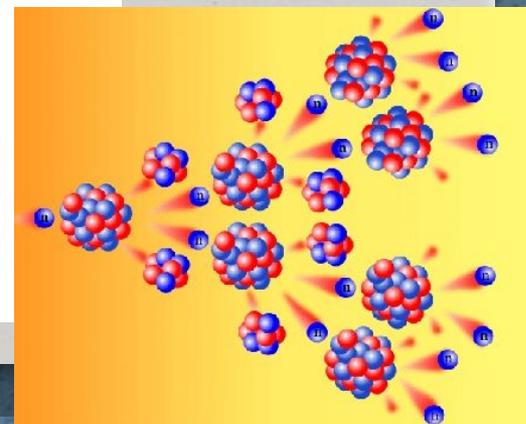
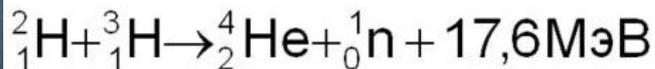
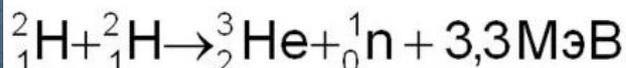
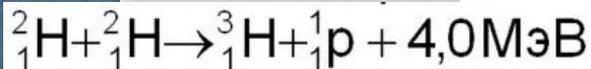
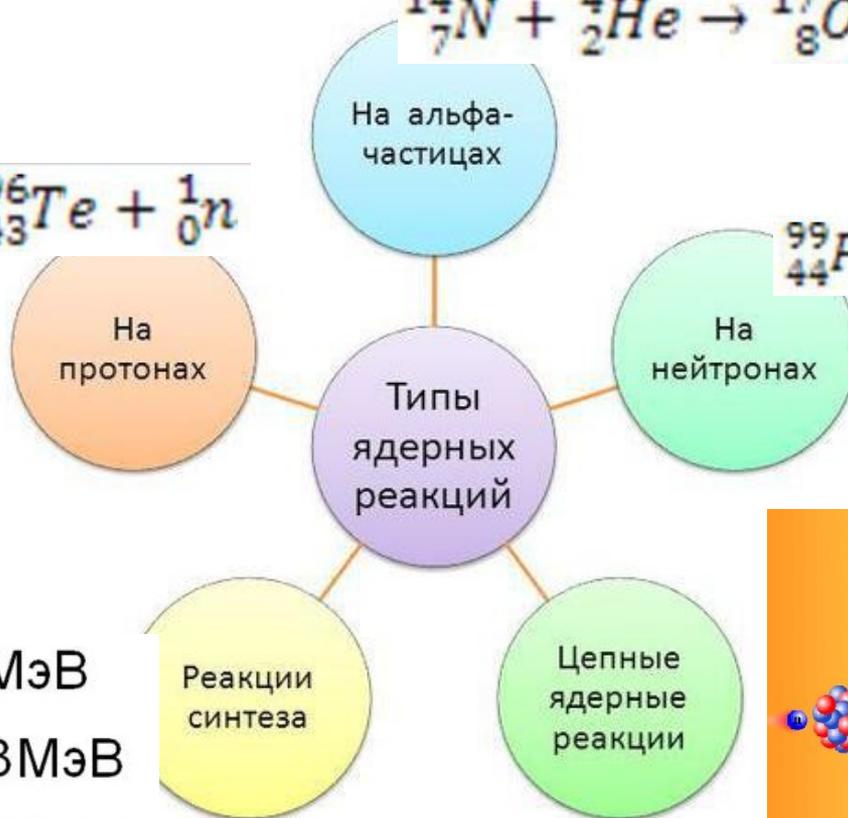
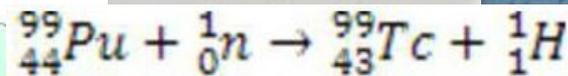
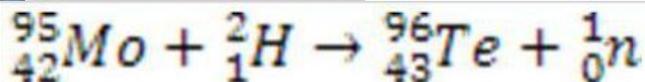
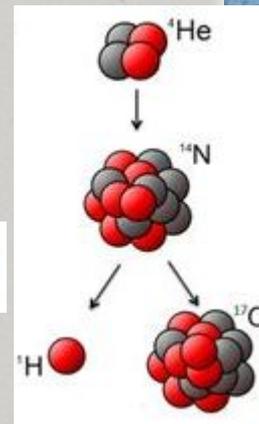
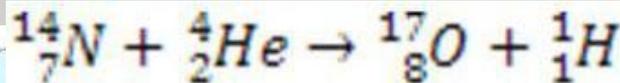
Позитронный β -распад: ${}^A_Z X \rightarrow {}^A_{Z-1} Y + {}^0_{+1} \tilde{e} + \nu_e$.

Гамма-излучение происходит при переходе ядра из возбужденного состояния в состояние с меньшей энергией

Закон радиоактивного распада: $N(t) = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$

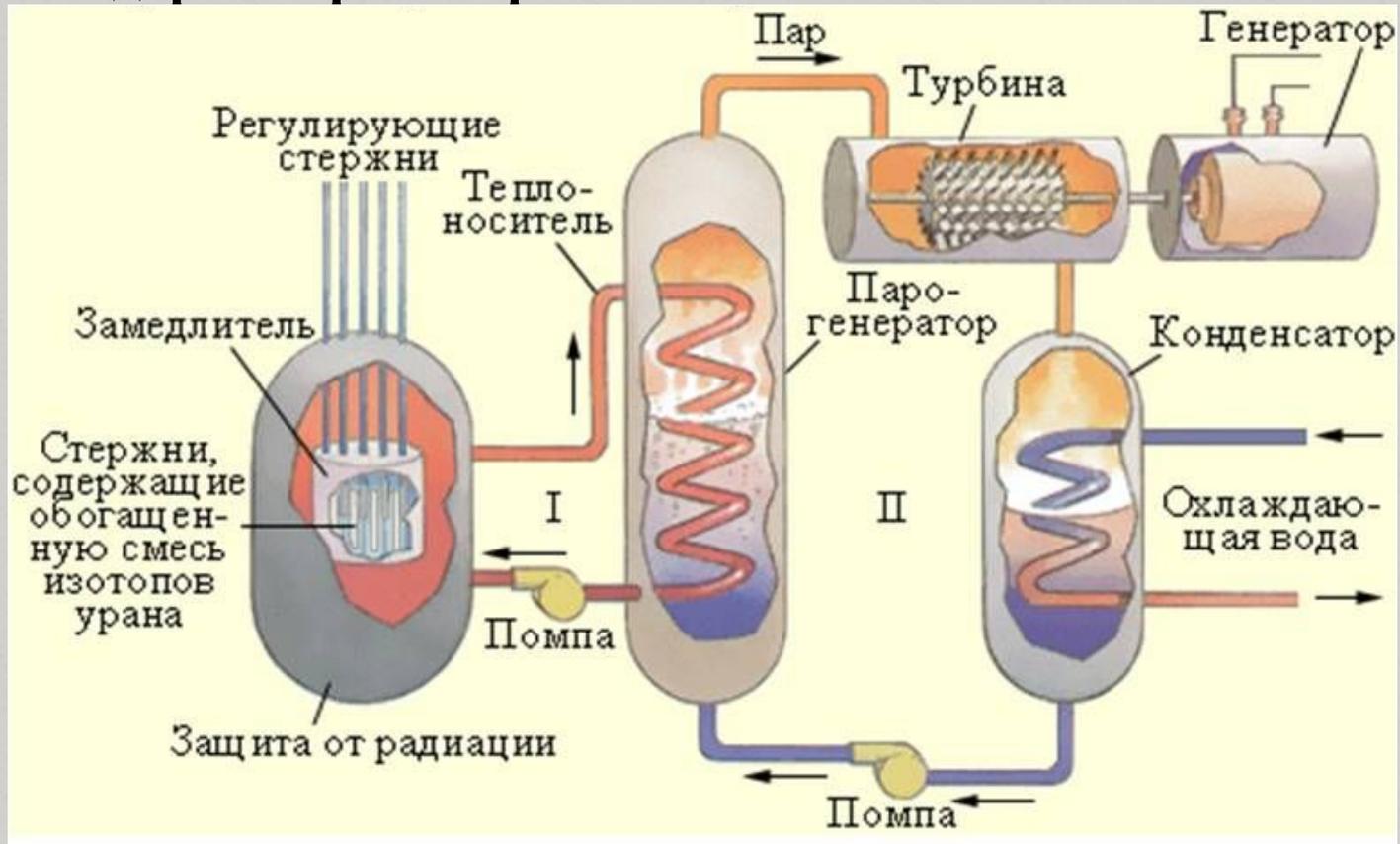
Физика атома и атомного ядра

Ядерные реакции



Физика атома и атомного ядра

Ядерный реактор



Физика атома и атомного ядра

Вычислить энергетический выход реакции ${}^6_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + {}^4_2\text{He}$

$$M_{{}^6_3\text{Li}} = 6,01512 \text{ а.е.м.} \quad M_{{}^1_1\text{H}} = 1,00782 \text{ а.е.м.}$$

$$M_{{}^3_2\text{He}} = 3,01605 \text{ а.е.м.} \quad M_{{}^4_2\text{He}} = 4,00260 \text{ а.е.м.}$$

} табличные
данные

Расчет будем вести по формуле:

$$\Delta m = M({}^6_3\text{Li}) + M({}^1_1\text{H}) - M({}^3_2\text{He}) - M({}^4_2\text{He})$$

$$\Delta m = 6,01512 \text{ а.е.м.} + 1,00782 \text{ а.е.м.} - 3,01605 \text{ а.е.м.} - 4,00260 \text{ а.е.м.} = 0,00429 \text{ а.е.м.}$$

Энергетический выход при изменении массы на 1 а.е.м.:

$$\Delta E = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \cdot 9 \cdot 10^{16} \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-2} \approx 1,49 \cdot 10^{-10} \text{ Дж} \approx 931 \text{ МэВ.}$$

Выход данной ядерной реакции равен:

$$\Delta E = 0,00429 \text{ а.е.м.} \cdot 931 \frac{\text{МэВ}}{\text{а.е.м.}} = 4,0 \text{ МэВ.}$$

$$1 \text{ МэВ} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ Дж.}$$

$$c^2 = 931,5 \text{ МэВ} / \text{а.е.м}$$

Спасибо за внимание!

