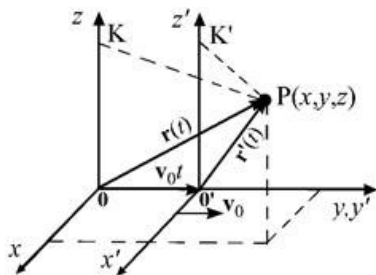


**Кинематические эффекты теории относительности. Преобразования Лоренца.** 8.4, 8.79, 8.30, 8.77

**ЗАДАНИЕ:** 8.7, 8.98, 8.89



**Преобразования Галилея:**

$$\left\{ \begin{array}{l} \vec{r}(t) = \vec{r}'(t') + v_0 \cdot t; \\ t = t'; \\ \vec{v} = \vec{v}' + v_0; \end{array} \right\}$$

$\vec{a} = \vec{a}' \rightarrow \vec{F} = \vec{F}'$  - принцип относительности Галилея;

**Скорость света:**  $\vec{c} = \vec{c}' + v_0$ ;

**ОПЫТ:** Фронт света имеет сферическую форму в любой инерциальной системе!

Неинвариантность уравнений Максвелла относительно преобразований Галилея привела к построению СТО.

**Постулат 1 - принцип относительности.** Законы природы одинаковы во всех системах координат, движущихся прямолинейно и равномерно друг относительно друга.

**Постулат 2 - принцип постоянства скорости света.** Скорость света в вакууме одинакова во всех системах координат, движущихся прямолинейно и равномерно друг относительно друга.

**Преобразования Лоренца:**

$$\left\{ \begin{array}{l} x' = \gamma(x - vt); \\ y' = y; \\ z' = z; \\ t' = \gamma(t - \frac{vx}{c^2}); \end{array} \right\} \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

В общем (векторном) виде, когда скорость систем отсчета имеет произвольное направление, преобразования Лоренца:

$$\left\{ \begin{array}{l} t' = \gamma(t - \frac{\vec{r}\vec{v}}{c^2}); \\ \vec{r}' = \vec{r} - \gamma\vec{v}t + (\gamma - 1)\frac{(\vec{r}\vec{v})\vec{v}}{v^2} \end{array} \right\} \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

**Основные формулы:**

$$l' = \frac{l}{\gamma} = l\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} - \text{Лоренцево сокращение длины.}$$

$$\tau' = \tau \cdot \gamma = \frac{\tau}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - \text{замедление времени.}$$

$$ds^2 = c^2 dt^2 - d\vec{r}^2 - \text{Пространство-время 4-х-мерно и псевдоевклидово.}$$

$$E^2 - \vec{p}^2 c^2 = m^2 c^4 - \hat{4}\text{-импульс-ИНВАРИАНТ} = \text{const в любой системе координат.}$$

$$E = \gamma mc^2; \quad E_{min} = E_0 = mc^2$$

$$\vec{p} = \frac{E\vec{v}}{c^2} = \gamma m \vec{v};$$

$$v = \frac{v' + v_0}{1 + \frac{v'v_0}{c^2}} - \text{закон сложения скоростей.}$$

$$\vec{F} = \gamma m \vec{a} + \gamma^3 m \vec{v} \frac{\vec{v}\vec{a}}{c^2}; \quad - \vec{a} \vec{F};$$

$$m = \sqrt{\left(\sum_i^n \frac{E_i}{c^2}\right)^2 - \left(\sum_i^n \frac{p_i}{c}\right)^2}$$

$$\Delta m = \frac{W_{св}}{c^2} - \text{дефект масс;}$$

Если суммарная масса частиц, вступающих в реакцию, больше ее продуктов, то часть первоначальной массы переходит в кинетическую энергию конечных частиц.

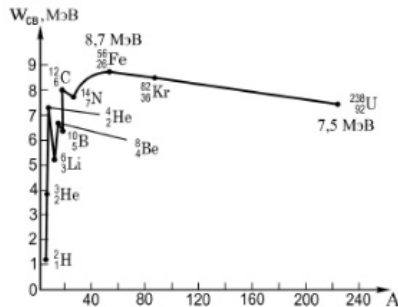


Рис. 1.3: Зависимость энергии связи ядер от атомного номера A.

**Аннигиляция** При аннигиляции электрона и позитрона вся энергия покоя 1 МэВ переходит в кинетическую энергию фотонов ( $e^+e^- \rightarrow 2\gamma$ ).

Если энергия связи системы частиц меняется, то меняется и их масса.

При таянии льда  $\Delta m/m = 3.7 \cdot 10^{-12}$ ;

Потенциал притяжения всегда отрицателен. Чем больше притяжение, т.е. больше энергия связи, тем больше дефект масс.

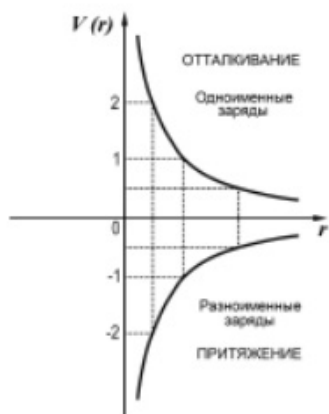


Рис. 1.2: Зависимость кулоновского потенциала от  $r$  для одноименных (отталкивание) и разноименных (притяжение) зарядов.