

# РЕЛАТИВИСТИЧКА ДИНАМИКА

Закони одржања импулса и енергије су фундаментални закони физике, па важе и у релативистичкој физици; и основни закон динамике у СТР има исти облик као у класичној механици (II Њутнов закон). Како би ти закони важили, импулс и енергија у СТР су дефинисани другачијим формулама него у класичној.

## = ИМПУЛС ЧЕСТИЦЕ (ТИЈЕЛА)

Честица (материја) масе  $m$ , која се креће брзином  $v$ , има импулс:

$$\vec{p} = \frac{m \cdot \vec{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad \text{шј.} \quad \underline{\vec{p} = \gamma m \vec{v}}$$

У случају  $v \ll c$ , формула за импулс се своди на облик који има у класичној физици:  $\underline{\vec{p} = m \vec{v}}$

## = ОСНОВНИ ЗАКОН ДИНАМИКЕ

Брзина промене импулса честице (материја) једнака је резултујућој сили која делује на честицу (материја):

$$\frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \vec{F}, \quad \Delta t \rightarrow 0$$

## = РАД СИЛЕ

Ако на честицу (материја) делује сила  $\vec{F}$ , при бесконачно малом померању честице (материја)  $\Delta \vec{r}$  рад силе је:

$$\Delta A = \vec{F} \cdot \Delta \vec{r}$$

## = ЕНЕРГИЈА ЧЕСТИЦЕ (ТИЈЕЛА)

Честица (материја) масе  $m$ , која се креће брзином  $v$ , има енергију:

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad \text{шј.} \quad \underline{E = \gamma mc^2}$$

Овако дефинисана енергија назива се и **УКУПНА ЕНЕРГИЈА**.

Формула којом је она дефинисана представља **РЕЛАЦИЈУ ЕКВИВАЛЕНЦИЈЕ ЕНЕРГИЈЕ И МАСЕ**.

Формула за енергију показује да се масица не може убрзати до брзине свјетлости, јер би за то била неопходна бесконачно велика енергија.

Ако масица мирује, њена енергија је:

$$E_0 = mc^2 \quad \text{— ЕНЕРГИЈА МИРОВАЊА}$$

Енергија мировања, односно маса, миста је у свим референтним системима и она представља једну од фундаменталних карактеристика масице.

**КИНЕТИЧКА ЕНЕРГИЈА** масице (мичела) једнака је разлици укупне енергије и енергије мировања:

$$T = E - E_0 \quad \text{и} \quad T = mc^2(\gamma - 1)$$

Кинетичка енергија масице (мичела) једнака је раду потребном за убрзавање масице из мировања до даће брзине.

$$\text{Ако је } \underline{v \ll c} \quad \text{и} \quad \underline{\frac{v^2}{c^2} \ll 1} \quad \Rightarrow \quad T = \frac{mv^2}{2}$$

### \* ВЕЗА УКУПНЕ ЕНЕРГИЈЕ И ИМПУЛСА ЧЕСТИЦЕ

— укупна енергија и енергија мировања масице повезане су релацијом:

$$E = \frac{E_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$
$$E^2 - E_0^2 = E_0^2 \left( \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}} - 1 \right) = m^2 c^4 \frac{\frac{v^2}{c^2}}{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{m^2 v^2 c^2}{1 - \frac{v^2}{c^2}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \quad E^2 - E_0^2 = p^2 c^2$$

\* ВЕЗА ИМПУЛСА И КИНЕТИЧКЕ ЕНЕРГИЈЕ

$$E^2 - E_0^2 = p^2 c^2 \quad ; \quad E = E_0 + T$$

$$(E_0 + T)^2 - E_0^2 = p^2 c^2$$

$$E_0^2 + 2E_0T + T^2 - E_0^2 = p^2 c^2 \quad \Rightarrow$$

$$p = \frac{1}{c} \sqrt{T(T + 2E_0)}$$

ЗАДАЦИ ЗА ВЈЕЖБУ:

маса електрона  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

наелектрисање електрона  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

~ енергије масице изражавају се у електрон-волтима (eV):  
 $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

1. Израчунајте импулс и енергију електрона који се креће брзином  $0,6c$ .  
(R:  $p = 2,05 \cdot 10^{-22} \text{ kg}\cdot\text{m/s}$ ,  $E = 511,1 \cdot 10^4 \text{ eV} = 511 \text{ keV}$ )
2. Наћи брзину и импулс електрона чија је укупна енергија  $1,5 \text{ MeV}$ .  
(P:  $v = 0,94c$ ;  $p = 4,5 \cdot 10^{-22} \text{ kg}\cdot\text{m/s}$ )
3. Наћи импулс масице чија је енергија шировања  $0,5 \text{ MeV}$ , а кинетичка енергија  $1 \text{ MeV}$ . (P:  $p = 4,7 \cdot 10^{-22} \text{ kg}\cdot\text{m/s}$ )
4. Протон се убрзава из шировања тако да му се енергија удвостручи. Наћи кинетичку енергију и импулс убрзаног протона ако је његова маса  $1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ .  
(P:  $T = 939 \text{ MeV}$ ;  $p = 8,67 \cdot 10^{-19} \text{ kg}\cdot\text{m/s}$ )

prof. Jelena Milanovic