



Закон одржања импулса

Други Њутнов закон објашњава механичко кретање макроскопских тијела, међутим он не важи у свијету микрочестица. За разлику од њега у физици постоје фундаментални закони који важе у свим појавама. Такви су и закони одржања.

На почетку морамо дефинисати пар корисних појмова:

- **Физички систем** је скуп два или више тијела тијела која могу да интерагују међусобно и са тијелима изван тог система.
- **Унутрашње силе** за дати систем су оне силе којима тијела из тог система интерагују једна са другим.
- **Спољашње силе** су силе интеракција тијела у систему са тијелима ван система.
- **Иzolован систем** је скуп тијела на које не дјелују спољашње силе.

Закон одржања импулса гласи:

Укупан импулс изолованог система током времена је константан:

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots + \vec{p}_n = \text{const}$$

Доказ:

Размотримо прво случај система који се састоји од само једног тијела. Из другог Њутновог закона слиједи:

$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$

Ако је систем (тијело) изолован, онда је $\vec{F} = 0$, па је и $\Delta \vec{p} = 0$. Из чега слиједи да је $\vec{p} = \text{const}$.

Размотримо сада сложенији случај- систем се састоји од два тијела који међусобно интерагују силама \vec{F}_{12} и \vec{F}_{21} . Пошто је систем изолован, осим тих сила на тијела не дјелују никакве додатне силе. Импулси тијела су на почетку \vec{p}_1 и \vec{p}_2 , и они се под дејством наведених сила за вријеме Δt промијене и на крају износе \vec{p}_1' и \vec{p}_2' . Према другом Њутновом закону важи:

$$\vec{F}_{21} = \frac{\vec{p}_1' - \vec{p}_1}{\Delta t} \quad \text{и} \quad \vec{F}_{12} = \frac{\vec{p}_2' - \vec{p}_2}{\Delta t}$$

На основу трећег Њутновог закона, важи $\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12}$, па добијамо

$$\frac{\vec{p}_1' - \vec{p}_1}{\Delta t} = -\frac{\vec{p}_2' - \vec{p}_2}{\Delta t}$$

$$\vec{p}_1' - \vec{p}_1 = -\vec{p}_2' + \vec{p}_2$$

$$\vec{p}_1' + \vec{p}_2' = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$$

Дакле, импулс овог система два тијела се не мијења. На сличан начин се доказује и за системе са већим бројем тијела.

Закон одржања импулса је често компликовано ријешавати, јер је у питању векторски запис. Једноставније је замијенити ту векторску једначину са три скаларне једначине које се односе на пројекције вектора импулса дуж три координатне осе:

$$p_{1x} + p_{2x} + \dots + p_{nx} = \text{const}$$

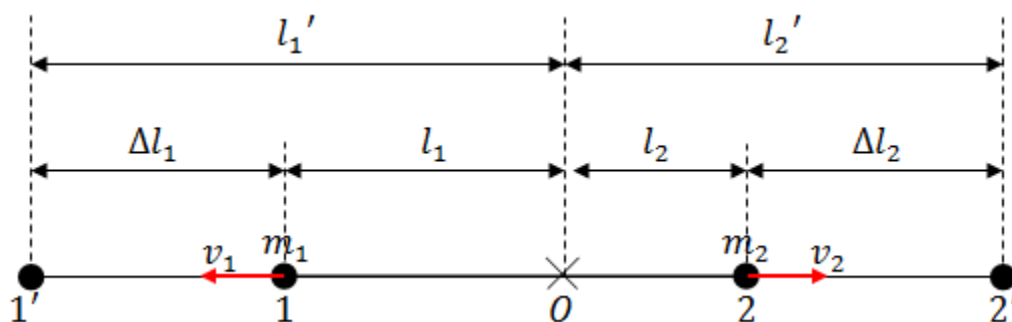
$$p_{1y} + p_{2y} + \dots + p_{ny} = \text{const}$$

$$p_{1z} + p_{2z} + \dots + p_{nz} = \text{const}$$

гдје треба водити рачуна да ове пројекције узимамо као позитивне када прате смјер одговарајуће осе и обрнуто.

- Центар масе изолованог система

У изолованом систему тијела могу да се крећу промјенљиво услед дјеловања унутрашњих сила, и не морају се сва тијела исто кретати. Међутим, центар масе изолованог система или мирује или се креће равномерно праволинијски. То ћемо доказати на примјеру изолованог система два тијела m_1 и m_2 .



На почетку се тијело m_1 налази у положају 1, а тијело m_2 у положају 2. Њихов центар масе је непокретан и налази се у тачки O . То значи да важи:

$$m_1 l_1 = m_2 l_2 \quad (*)$$

гдје је l_1 удаљеност положаја 1 од центра масе, а l_2 удаљеност положаја 2 од центра масе. Услед дјеловања унутрашњих сила ова тијела се удаљавају брзинама v_1 и v_2 . Након бесконачно малог временског интервала Δt они се налазе у положајим 1' и 2'. На основу закона одржања импулса, важи:

$$m_1 v_1 = m_2 v_2$$

а по дефиницији тренутне брзине, из те једначине добијамо:

$$m_1 \frac{\Delta l_1}{\Delta t} = m_2 \frac{\Delta l_2}{\Delta t}$$

$$m_1 \Delta l_1 = m_2 \Delta l_2 \quad (**)$$



ЗАКОНИ ОДРЖАЊА У МЕХАНИЦИ

Максим Мичета

Сабирањем једначина (*) и (**), добићемо:

$$m_1(l_1 + \Delta l_1) = m_2(l_2 + \Delta l_2)$$

$$m_1 l_1' = m_2 l_2'$$

гдје су l_1' и l_2' удаљености тијела m_1 и m_2 од тачке O након времена Δt . То значи да је тачка O центар масе овог изолованог система и након времена Δt , односно центар масе мирује у овом примјеру. Закључак је:

Центар масе изолованог система у односу на инерцијални референтни систем мирује или се креће праволинијски, у зависности од тога у каквом је стању центар масе на почетку.

Центар масе и тежиште се односе на једну те исту тачку!

Барон Минхаузен је слагао да је сам себе извукао из блата вукући се за косу...