2. Téma

Princíp relativity klasickej mechaniky makroskopických telies. Skladanie rýchlostí v Galileiho transformácii.

V klasickej mechanike bola hmotnosť telesa stotožňovaná s množstvom látky obsiahnutej v danom telese. Avšak najrozšírenejšie *metódy merania hmotnosti telesa sú spojené s vážením, pri ktorom sa určuje* ***gravitačná hmotnosť****, alebo s určovaním hybnosti, pri ktorom sa určuje* ***zotrvačná hmotnosť***. Podľa predstáv klasickej fyziky hmotnosť telesa nezávisela od pohybového stavu telesa a jediný spôsob, ako bolo možné hmotnosť telesa zväčšiť bolo pripojenie iného telesa k nemu, a zmenšiť ju nebolo možné ináč, ako oddelič od telesa určitú jeho časť. Pri prechode zo sústavy S do sústavy S' sa teda hmotnosť zachováva ($m' = m$) a môže sa teda meniť len vyjadrenie zrýchlenia. V sústave S' platí:

$$
\begin{aligned}
m'a'_x &= m'\frac{d^2x'}{dt'^2} = m\frac{d^2(x-vt)}{dt^2} = ma_x,\\
m'a'_y &= m'\frac{d^2y'}{dt'^2} = m\frac{d^2y}{dt^2} = ma_y,\\
m'a'_z &= m'\frac{d^2z'}{dt'^2} = m\frac{d^2z}{dt^2} = ma_z.
\end{aligned}
$$

Sústava troch rovníc znamená, že základný pohybový zákon mechaniky pri prechode z jednej inerciálnej sústavy do druhej nemení svoj tvar. Ak sa nemení tvar rovníc vzhľadom k uvažovanej transformácii súradníc hovoríme, že tieto rovnice sú voči danej transformácii *invariantné*.

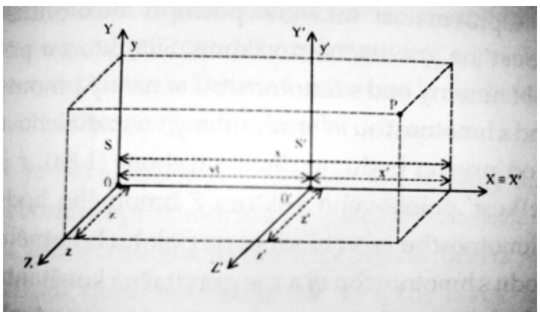
Princíp relativity klasickej mechaniky
Dôsledkom toho, že vo všetkých inerciálnych sústavách prebiehajú mechanické procesy rovnako je, že tvar pohybových zákonov mechaniky sa prechodom od jednej inerciálnej sústavy k druhej, tiež inerciálnej, nemení, t. j. z hľadiska formulácie týchto zákonov sú všetky inerciálne sústavy rovnocenné.
Ďalším dôsledkom je tvrdenie, že pomocou mechanických dejov prebiehajúcich v inerciálnych sústavách nie je možné zistiť absolútny pohyb týchto sústav, t. j. či sú v pokoji alebo v rovnomernom priamočiarom pohybe voči absolútnemu priestoru. *Galileiho princíp relativity neumožňuje zostrojiť indikátor absolútneho kľudu na mechanickom základe.*

Špeciálna konfigurácia inerciálnych sústav: Uvažujme dve vzťažné sústavy S a S' určené pravouhlými súradnicovými osamy X, Y, Z a začiatkami O obidvoch sústav: $S \equiv (O, X, Y, Z)$ a $S' \equiv (O', X', Y', Z')$. Špeciálny prípad konfigurácie inerciálnych sústav S a S' znamená, že:

1. súradnicové osi X a X' sústav S a S' splývajú $X \equiv X'$,
2. súradnicové osi Y a Y' a teda aj Z a Z' sú stále rovnobežné a súhlasne orientované,
3. sústava S' sa voči sústave S pohybuje rovnomerne priamočiaro v smere osi X rýchlosťou v,
4. v obidvoch sústavách sa čas začína počítať ($t = t' = 0$) od okamihu splynutia začiatkov O a O' obidvoch sústav S a S'.

Špeciálna Galileiho transformácia: Ak označíme súradnice ľubovoľného bodu P v sústave S trojicou reálnych čísel $P \equiv [x, y, z]$ potom súradnice toho istého bodu v sústave S' označené $[x', y', z']$ dostaneme pomocou transformačných vzťahov predstavujúcich špeciálnu galileiho transformáciu:

- $x' = x - vt$,
- $y' = y, z' = z, t' = t$.



Obr. 1.1: *K odvodeniu špeciálnej Galileiho transformácie*

Skladanie rýchlostí

Jednoduchým, ale dôležitým dôsledkom Galileiho transformácie je skladanie rýchlostí v inerciálnych sústavách. Uvažujme dve inerciálne sústavy S a S' spĺňajúce horeuvedenú definíciu. Nech pozorovateľ spojený so sústavou S' nameria častici konštantnú rýchlosť $\overrightarrow{u}' \equiv [u'_x, u'_y, u'_z]$. Otázkou je, akú rýchlosť nameria tej istej častici pozorovateľ spojený s S. Označme túto rýchlosť $\overrightarrow{u} \equiv [u_x, u_y, u_z]$, potom platí:

$$
\begin{aligned}
u'_x &= \frac{dx'}{dt'} = \frac{dx}{dt} - v = u_x - v, \\
u'_y &= \frac{dy'}{dt'} = \frac{dy}{dt} = u_y, \\
u'_z &= \frac{dz'}{dt'} = \frac{dz}{dt} = u_z.
\end{aligned}
$$

Všeobecný vzťah pre skladanie rýchlosti vo vektorovom tvare je teda:

$$\overrightarrow{u}' = \overrightarrow{u} - \overrightarrow{v} \text{ resp. } \overrightarrow{u} = \overrightarrow{u}' + \overrightarrow{v}.$$

Ak sa pohyb častice v sústave S' deje v smer osi X', a teda aj v smere osi $X \equiv X'$ platí:

$$
\begin{aligned}
u'_x &= u_x - v, \\
u'_y &= 0, \\
u'_z &= 0.
\end{aligned}
$$