Inerciální a neinerciální soustavy

Obecné vztahy mezi dvěma soustavami
S' se pohybuje vůči S rychlostí $\vec{u}$ (unášivá rychlost)

$\vec{r}=\vec{r}\,'+\vec{R}$ $\quad \frac{(d\,\vec{r})}{dt}=\vec{v}$ $\quad \frac{(d\,\vec{r}\,')}{dt}=\frac{(d\,'\vec{r}\,')}{dt}=\vec{v}\,'$

$\frac{(d\,\vec{R})}{dt}=\vec{u}$ unášivá rychlost soustavy S' $\quad \vec{v}=\vec{v}\,'+\vec{u}$

$\frac{(d\,\vec{v})}{dt}=\vec{a}$ $\quad \frac{(d\,\vec{v}\,')}{dt}=\vec{a}\,'$ $\quad \frac{(d\,\vec{u})}{dt}=\vec{a}_u$ $\quad \vec{a}=\vec{a}\,'+\vec{a}_u$

Platnost Newtonových zákonů
$\vec{u}=konst.$
rovnoměrný přímočarý pohyb $\vec{v}=\vec{v}\,'+\vec{u}$ → 1. NZ platí i v S' → soustava S' je inerciální (inercie = setrvačnost)
$m\,\vec{a}\,'=m\,\vec{a}=\vec{F}=\vec{F}\,'$ → 2. NZ platí také v S', poh. Rce je stejná ve všech inerc. Soustavách

Invariance pohybové rovnice
pohybové rovnice jsou invariantní vůči Galileově transformaci

Galileova transformace
rovnoměrný přímočarý pohyb

$$\begin{aligned} x'&=x-u_x t\\ y'&=y-u_y t\\ z'&=z-u_z t\\ t&=t' \end{aligned} \qquad \text{inverzní:} \qquad \begin{aligned} x&=x'+u_x t\\ y&=y'+u_y t\\ z&=z'+u_z t\\ t&=t' \end{aligned}$$

Setrvačné síly při translaci (posuvný pohyb) a rotaci
nerovnoměrný křivočarý pohyb $\vec{u}\neq konst.$ $\quad \frac{(d\,\vec{u})}{dt}=\vec{a}_u\neq 0$
Zákon setrvačnosti tedy v S' neplatí → S' je neinerciální soustava
$\vec{F}=-m\,\vec{a}_u$ $\quad m\,\vec{a}\,'=\vec{F}\,'+\vec{F}+\vec{F}$
setrvačná síla pohybová rce v neinerciální soustavě
Pohyb. rce již není invariantní.
Konst. velikost, proměnlivý směr
u = konst $\vec{F}_n=-m\,\vec{a}_n=-m\,\vec{\omega}\times\vec{\omega}\times\vec{r}$ odstředivá síla
nerovnoměrný křivočarý
$\vec{u}\neq konst.$ $\quad \vec{F}_\tau=-m\vec{a}_\tau=-m\frac{du}{dt}\vec{\tau}$ Eulerova setrvačná síla

nerovnoměrně zrychlený přímočarý pohyb
$\vec{u}\neq konst.$ $\quad \vec{\tau}=konst$
$\vec{F}=-m\,\vec{a}_u=-m\frac{du}{dt}\vec{\tau}$ jedná se o Eulerovu setrvačnou sílu

Rotace
$\vec{r}=\vec{r}\,'$ soustavy jsou totožné
$\vec{v}=\vec{v}\,'+\vec{\omega}+\vec{A}$ skládání rychlostí v soustavě S
$\frac{(d\,\vec{A})}{dt}=\frac{(d\,'\vec{A})}{dt}+\vec{\omega}+\vec{A}$

$m\vec{a}=m\vec{a}-m\vec{\epsilon}\times\vec{r}-m\vec{\omega}\times(\vec{\omega}\times\vec{r})-2\mathrm{m}\,\vec{\omega}\times\vec{v}\,'=\vec{F}+\vec{F}_1+\vec{F}_2+\vec{F}_2=\vec{F}\,'$

$\vec{F}_1=\vec{F}_\tau=-m\vec{\epsilon}\times\vec{r}$ Eulerova (setrvačná) síla

$\vec{F}_2=\vec{F}_n=-m\vec{\omega}\times(\vec{\omega}\times\vec{r})$ odstředivá síla

$\vec{F}_3=\vec{F}_C=-2\mathrm{m}\,\vec{\omega}\times\vec{v}\,'$ Coriolisová síla

tato síla se objevuje pouze v případě vlastního pohybu hmotného bodu v neinerciální soustavě rychlostí, která není rovnoběžná s osou rotace.

Z důvodu relativně malé velikosti Coriolisovu sílu na povrchu Země v běžném životě přímo nepociuťjeme, přesto je to veličina dobře měřitelná a za určitých okolností může mít v nějaké technické aplikaci výrazný vliv.