

12. Zrychlený pohyb soustav souřadnic: transformace polohového vektoru, rychlosti a zrychlení; existence setrvačné síly.

1 Zrychlený pohyb soustav souřadnic

Uvažujme dvě vztažné soustavy S, S' , kde S' se pohybuje vůči S (S je inerciální vztažná soustava) pohybem zrychleným ve směru x -ové souřadnicové osy rychlostí $\tilde{u}(t) = \tilde{a}(t)t$. S' není inerciální vztažná soustava, protože každá soustava, která se pohybuje pohybem zrychleným vůči inerciální vztažné soustavě, není inerciální vztažnou soustavou. Nyní ukážeme, co z tohoto faktu vyplývá dále.

Pro souřadnicové osy platí:

$$x, x' \text{ splývají, } y \parallel y', z \parallel z' \quad (1)$$

V čase $t = 0$ s se počátek O soustavy S rovná počátku O' soustavy S' . Čas plyne v obou soustavách stejně, proto platí $t = t'$. Pro y -ové a z -ové souřadnice polohového vektoru, rychlosti a zrychlení platí

$$y' = y, u'_y = u_y, a'_y = a_y \quad (2)$$

$$z' = z, u'_z = u_z, a'_z = a_z \quad (3)$$

V čase $t = 0$ s platí pro x -ovou souřadnici polohového vektoru

$$x_0' = \tilde{x}(t) \quad (4)$$

$$x' = x - \tilde{x}(t) \quad \bigg/ \cdot \frac{d}{dt} \quad (5)$$

$$\frac{dx'}{dt} = \frac{dx}{dt} - \frac{d\tilde{x}(t)}{dt} \quad (6)$$

Následně vyjádříme x -ovou souřadnici rychlosti a zrychlení

$$u'_x = u_x - \tilde{u}(t) \quad (7)$$

$$a'_x = a_x - \tilde{a}(t) \quad (8)$$

Kde pro zrychlení soustavy S' platí

$$\tilde{a}(t) = \frac{d\tilde{u}(t)}{dt} = \frac{d^2\tilde{x}(t)}{dt^2} \quad (9)$$

Pro polohový vektor, vektor rychlosti a vektor zrychlení v soustavě S' tedy můžeme psát

$$\vec{r}' = \vec{r} - \vec{\tilde{r}}(t) \quad (10)$$

$$\vec{u}' = \vec{u} - \vec{\tilde{u}}(t) \quad (11)$$

$$\vec{a}' = \vec{a} - \vec{\tilde{a}}(t) \quad (12)$$

II. Newtonův zákon má v inerciální vztažné soustavě tvar

$$\vec{F} = m \vec{a} \quad (13)$$

V soustavě S' pohybující se se zrychlením $\vec{a}(t)$ ovšem platí

$$m \vec{a}' = m \vec{a} - m \vec{a} = \vec{F} + \vec{F}_s, \text{ kde } \vec{F}_s = -m \vec{a} \quad (14)$$

\vec{F} pravá síla, daná interakcí těles

\vec{F}_s setrvačná síla, která nemá podstatu v interakci těles, ale ve zrychleném pohybu soustavy S'

V neinerciální vztažné soustavě tedy platí

$$m \vec{a}' = \vec{F} + \vec{F}_s \quad (15)$$