

Téma 3. Vztažné soustavy

Úloha 3.1

Vztažná soustava $S' = \langle O'; x', y', z' \rangle$ se vzhledem k inerciální vztažné soustavě

$S = \langle O; x, y, z \rangle$ pohybuje čistě translačním pohybem, přičemž vektor směřující od počátku O k počátku O' má v soustavě S složky $\vec{R}(t) \sim (3t^2 - t, 2t, 0)_S$ m. Čas je v sekundách. Poloha částice je v soustavě S určena vektorem $\vec{r}(t) \sim (3 \cos \omega t, 3 \sin \omega t, 0)_S$ m, $\omega = 1 \text{ s}^{-1}$.

- Je soustava S' inerciální? Zdůvodněte.
- Jaký fyzikální rozměr mají konstanty 3, -2, 2 a 0 vystupující u mocnin proměnné t ve vyjádření vektoru $\vec{R}(t)$?
- Jakou křivku opisuje částice v soustavě S ?
- Určete rychlost částice vzhledem k soustavě S' .

Úloha 3.2

Vztažná soustava $S' = \langle O'; x', y', z' \rangle$ se vzhledem k inerciální vztažné soustavě

$S = \langle O; x, y, z \rangle$ pohybuje čistě translačním pohybem, přičemž vektor směřující od počátku O k počátku O' má v soustavě S složky $\vec{R}(t) \sim (3a \sin \omega t, 2bt^2, 0)_S$ m. Čas je v sekundách. Poloha částice je v soustavě S určena vektorem $\vec{r}(t) \sim (3 \cos \omega t, 3 \sin \omega t, 0)_S$ m.

- Je soustava S' inerciální? Zdůvodněte.
- Jaký fyzikální rozměr mají konstanty $3a$ a $2b$ vystupující u mocnin proměnné t ve vyjádření vektoru $\vec{R}(t)$?
- Jakou křivku opisuje částice v soustavě S ?
- Určete rychlost částice vzhledem k soustavě S' .

Úloha 3.3

Vztažná soustava $S' = \langle O'; x', y', z' \rangle$ se vzhledem k inerciální vztažné soustavě

$S = \langle O; x, y, z \rangle$ pohybuje čistě translačním pohybem, přičemž vektor směřující od počátku O k počátku O' má v soustavě S složky $\vec{R}(t) \sim (X(t), Y(t), Z(t))_S$ m. Čas je v sekundách. Poloha částice je v soustavě S určena vektorem $\vec{r}(t) \sim (3at^2 + bt, 0, -3bt + c)_S$ m. Rychlost částice vzhledem k soustavě S' je $\vec{v}'(t) \sim (4at, b, 2at - 3b)_S$ m s⁻¹

- Jaký fyzikální rozměr mají konstanty vystupující ve vyjádření vektoru $\vec{r}(t)$?
- Jakou křivku opisuje částice v soustavě S ?
- Určete rychlost soustavy S' vzhledem k soustavě S .
- Je soustava S' inerciální? Zdůvodněte.

Úloha 3.4

Bod P na disku o poloměru R je ve vzdálenosti r od středu. Disk se valí po vodorovné rovině bez prokluzování tak, že se jeho střed pohybuje konstantní rychlostí \vec{V} . Vyjádřete závislost polohy, rychlosti a zrychlení bodu P na čase

- vzhledem k vztažné soustavě, která se vzhledem k podložce pohybuje čistě translačním pohybem rychlostí \vec{V} (spolu se středem kotouče),
- vzhledem k vztažné soustavě spojené s podložkou.

Pozn.: Zvolte vhodně soustavu souřadnic a počáteční polohu bodu P .

Úloha 3.5

Řeka o šířce d teče stálou rychlostí \vec{V} .

- Plavec se vydá přímo k nejbližšímu bodu na protilehlém břehu řeky a potom ihned zpět.
- Potom plave ze stejného místa podél břehu proti proudu řeky a uplave vzhledem k břehu stejnou vzdálenost d jako při první plavbě a ihned potom se vrátí zpět.

Předpokládejme, že jeho výkonnost je stále stejná. Jaký je poměr časů plavce v uvedených případech?

Úloha 3.6

Vztažná soustava $S' = \langle O'; x', y', z' \rangle$ se vzhledem k inerciální vztažné soustavě

$S = \langle O; x, y, z \rangle$ pohybuje čistě translačním pohybem, přičemž vektor směřující

od počátku O k počátku O' má v soustavě S složky $\vec{R}(t) \sim (X(t), Y(t), Z(t))$ m. Čas je v sekundách. Poloha částice je v soustavě S určena vektorem

$\vec{r}(t) \sim (-3t^2 + 12t - 1, -2t + 1, -3t - 4)$ m. Poloha částice vzhledem k soustavě S' je

$\vec{r}'(t) \sim (-3t^2 + 5t, -t + 1, -2t + 4)$ m.

- Jaký fyzikální rozměr mají konstanty vystupující ve vyjádření vektoru $\vec{r}(t)$?
- Určete rychlost soustavy S' vzhledem k soustavě S v závislosti na čase.
- Je soustava S' inerciální? Zdůvodněte.

Úloha 3.7

Chlapec vystřelí z praku pod úhlem α měřeným vzhledem k vodorovné rovině. Míří přitom přesně na šišku o hmotnosti m visící na stromě ve výšce h_1 nad zemí. Výška, nad zemí, v níž kámen opustí prak, je h_2 . Povrch Země v daném místě je vodorovný. Počáteční rychlost střely má vzhledem k zemi velikost v , její hmotnost je M . Právě v okamžiku, kdy střela vyletí z hlavně ($t = 0$ s), šiška upadne. Tíhové pole Země považujeme za homogenní, s tíhovým zrychlením o velikosti $g = 10 \text{ ms}^{-1}$. Vztažnou soustavu spojenou se Zemí považujeme za inerciální, odpor prostředí proti pohybu těles (hmotných bodů) je zanedbatelný. Pohyb obou těles sledujeme pouze v časovém intervalu, než některé z nich dopadne na zem, nebo než se srazí. Určete rychlost šišky vzhledem ke kameni v závislosti na čase.