

Otázka: Kinematika a dynamika rovnoměrného pohybu bodu po kružnici

Předmět: Fyzika

Přidal(a): Michaela H

Pohyb rovnoměrný po kružnici můžeme sledovat buď jako pohyb v **IVS** (jestliže stojíme na točící se gramofonové desce) nebo pohyb v **NVS** (jestliže nestojíme na desce, ale jsme vnější pozorovatelé)

Rovnoměrný pohyb po kružnici

- **Rovnoměrný pohyb** nazýváme takový pohyb, při němž HB urazí v libovolných ale stejných časových intervalech stejné dráhy.
- rovnoměrný pohyb, jehož trajektorií je **kružnice** (trajektorie - geometrická čára, kterou HB při svém pohybu opisuje)
- Pro určení polohy HB na kružnici se používá úhel.
- Velikost úhlu je určena poměrem délky oblouku kružnice Δs od daného nulového bodu a poloměru kružnice r .
- **Jednotkou** úhlové míry je radián. Jeden radián je přibližně 57°
 - $\Delta\phi = \Delta s/r$
 - $[\phi] = \text{rad}$
- Velikost úhlu, který opiše HB při oběhnutí celé kružnice je:
 - $\phi = o/r = (2\pi r)/r = 2\pi [\text{rad}]$

Perioda T

- K popisu pohybu HB po kružnici se používá perioda T
- udává dobu trvání jednoho opakování periodického děje
- Perioda tedy znamená dobu potřebnou k tomu, aby se systém dostal zpět do výchozího stavu.
- **Jednotka** tedy $[T] = s$
- $T = (2\pi r)/v = (2\pi)/\omega$
- r ... **poloměr kružnice**
- v ... **obvodová rychlost**

Okamžitá obvodová rychlost:

- $v = \Delta s / \Delta t = (\Delta \phi * r) / \Delta t = \omega * r$

Průměrná obvodová rychlost:

- $v = s / t = (\phi * r) / t$

Úhlová rychlost

- je to úhel opsaný průvodičem za jednotku času
- Úhlovou rychlost udáváme v **jednotkách rad * s⁻¹**, nebo v **s⁻¹** (= reciproká sekunda)
- $\omega = v / r$
- $\omega = \Delta \phi / \Delta t$

Frekvence

- Kromě periody T zavádíme také frekvenci pohybu f . Vyjadřuje počet oběhů HB za jednotku času.
- $f = 1/T$
- $[f] = s^{-1} = \text{Hz}$ (hertz)

Kruhový pohyb

- HB se pohybuje se po kružnici se zrychlením \underline{a} , toto zrychlení \underline{a} není spojeno se změnami velikosti rychlosti HB, ale se změnami jeho směru
- pro toto \underline{a} platí: $\underline{a} \rightarrow \underline{a}_n + \underline{a}_t$ (vektorový součet), jsou na sebe kolmé
 - \underline{a}_n - normálová složka - řídí zakřivenost
 - \underline{a}_t - tečná složka - změna rychlosti/čas, v rovn. pohybu = 0
- směr rychlosti je tečna v daném bodě trajektorie a velikost rychlosti je konstantní
- při rovnoměrném pohybu po kružnici je však $\underline{a}_t = 0$ (rovn. pohyb) a proto je pohyb charakterizován \underline{a}_n normálovým zrychlením neboli dostředivým zrychlením a toto zrychlení \underline{a}_d je vždy kolmé k vektoru okamžité rychlosti, v případě kružnice do středu
- Příklad: kolo automobilu, ventilátory, hodinové ručičky, měření rychlosti proudění vzduchu, rotační generátory
- $A_d = v^2/r = \omega^2 * r = (4 * \pi^2 * r) / T^2 = 4 * \pi^2 * f^2 * r$

Dostředivá síla

- **Dostředivá síla** F_d je síla, která má směr do středu křivosti trajektorie tělesa při křivočarém pohybu (při pohybu po kružnici do středu kružnice)
- Má směr normály k trajektorii v daném místě, je tedy kolmá na vektor rychlosti
- Dostředivá síla způsobuje změnu směru **vektoru rychlosti** (dostředivé zrychlení) a

tím zakřivení trajektorie, velikost vektoru rychlosti však nemění!

- Vztah velikosti dostředivé síly, hmotnosti tělesa m , velikosti rychlosti tělesa v (popř. úhlové rychlosti ω) a poloměru křivosti r je:
 - $F_d = (m \cdot v^2) / r$
 - $F_d = m \cdot \omega^2 \cdot r$
- praxe: řetězkový kolotoč, hod diskem

Odstředivá síla

- Odstředivá síla F_o je jedna ze **setrvačných sil** (zdánlivá síla), které působí na těleso v otáčející se vztažné soustavě.
- **Závisí na volbě vztažné soustavy**, v inerciálních vztažných soustavách žádné odstředivé síly nepůsobí.
- **Důsledkem** odstředivé síly je odstředivé zrychlení.

Poznámka

- Někdy se však odstředivou silou nazývá **reakce** (reakční síla podle Třetího Newtonova zákona) vznikající při působení dostředivé síly v **inerciální vztažné soustavě**.
- V tomto případě je **velikost odstředivé síly** stejná jako velikost **dostředivé síly**. Směr odstředivé síly je od středu křivosti trajektorie tělesa (od středu kružnice). Tato síla ovšem nepůsobí na těleso, na které působí **dostředivá síla**, jak se často chybně uvádí. Kdyby tomu tak bylo, součet odstředivé a dostředivé síly by byl **nulový** a těleso by se pohybovalo podle Prvního Newtonova zákona **rovnoměrně přímočaře**, což je však spor s předpokladem, že se těleso pohybuje křivočaře.

Náklon v zatáčce

- Na těleso pohybující se v gravitačním poli v NVS působí kromě odstředivé (na obrázku

F_s) také tíhová síla (F_G). Při vhodném úhlu náklonu α se vyrovná odstředivá síla částí tíhové síly (F_2).

- Těleso tak při pohybu zůstává nakloněné, ale nepadne.
- Příkladem takového pohybu je bruslař, cyklista, moto-cyklista, který zatáčí.

Vlastnosti dostředivé a odstředivé síly

- **Dostředivá a odstředivá síla** jsou silami **akce a reakce** a nemohou se tedy skládat (resp. kompenzovat), neboť **každá působí na jiné těleso**.
- Obě síly **současně vznikají i zanikají**.
- **Zanikne-li** v určitém bodě síla dostředivá (např. přetržením provázku), **zaniká** zároveň i síla odstředivá a kulička **se pak pohybuje ve směru tečny ke kruhové trajektorii**.
- Dostředivá síla může mít svůj **původ** v jakémkoliv vzájemném silovém působení těles.
- Např. při oběhu Země kolem Slunce je dostředivou silou gravitační síla, kterou působí Slunce na Zemi.