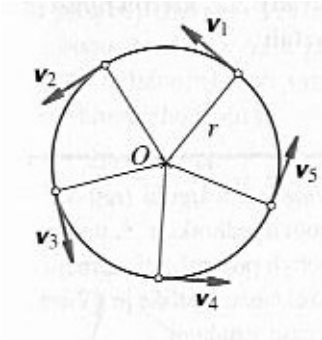


5. Pohyb po kružnici

5.1 Pohyb po kružnici

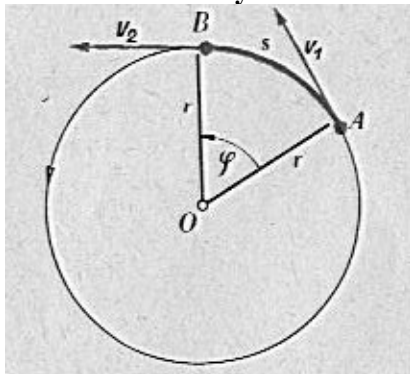


Rovnoměrný pohyb po kružnici je nejjednodušší křivočarý pohyb a je způsoben dostředivou silou. Trajektorie hmotného bodu je kružnice.

Rychlost

obr. Velikost rychlosti je stejná, směr rychlosti se mění, je to tečna ke kružnici, po které se hmotný bod pohybuje.

5.1.1 Orientovaný úhel



r - poloměr kružnice
 φ - orientovaný úhel
 OA – průvodič

orientovaný úhel φ měříme v radiánech (rad) a vypočítáme

$$\text{ho: } \varphi = \frac{s}{r} \quad [\varphi] = 1$$

Reálně dráhu neznáme, proto dráhu nahradíme takto: délka kružnice $s = 2\pi r$ a vztah pro plný úhel má velikost:

$$\varphi = \frac{2\pi r}{r} = 2\pi \text{ radiánů}$$

Pozor: Je třeba orientovaný úhel dosazovat v radiánech.

Převod mezi úhlovými stupni a radiány

$$1 \text{ rad} = 180^{\circ} = \pi \text{ rad}$$

$$1^{\circ} = \frac{\pi}{180} = 0,0174 \text{ rad}$$

Chci-li převádět na radiány, tak hodnotu ve stupních vynásobím hodnotou 0,0174 rad.

Převod mezi radiány a úhlovými stupni

$$1 \text{ rad} = \frac{180}{3,14} = 57,296^{\circ}$$

Chci-li převádět na stupně, tah hodnotu ve stupních vynásobím hodnotou 57,296°.

5.1.2 Rychlost

a) obvodová rychlost (je na obvodu kružnice)

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad [v] = m \cdot s^{-1}$$

Průměrná rychlost zároveň vyjadřuje okamžitou rychlost a mění se v čase.

b) úhlová rychlost (je u středu kružnice)

$$\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} \quad [\omega] = s^{-1}$$

Úhlová rychlost rovnoměrného pohybu po kružnici má stálou velikost.

Další možnosti výpočtu úhlové rychlosti a dráhové rychlosti:

$$\omega = \frac{\frac{s}{r}}{t} = \frac{s}{r \cdot t} = \frac{v}{r}$$

$$v = \omega \cdot r$$

5.1.3 Doba oběhu

Označujeme jí T a je to doba za kterou těleso jeden krát oběhne kružnici.

Za dobu T opíše polopřímka spojující střed kružnice s hmotným bodem úhel 2π radiánu a výsledné vztahy budou vypadat takto:

$$v = \frac{2\pi r}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi r}{v} \quad \text{nebo} \quad \omega = \frac{v}{r} = \frac{s}{r \cdot t} = \frac{2\pi r}{r \cdot T} = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega}$$

5.1.4 Frekvence pohybu

Označuje ji f a je počet oběhů za určitý čas.

$$T = \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{1}{T} \quad \text{jednotka} \quad [f] = s^{-1} = 1Hz$$

Další možné vztahy:

$$v = 2\pi r f \quad \omega = 2\pi f \quad \omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

5.1.5 Počet otáček

Počet otáček se udává u většiny zařízení, např. cirkulárka, setrvačníky atp.

Počet otáček označujeme n

n- počet otáček

Vztahy pro počet otáček s dalšími veličinami:

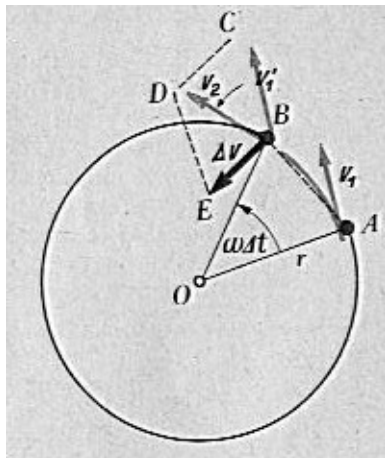
$$T = \frac{t}{n} \quad f = \frac{n}{t}$$

T – oběžná doba, f – frekvence, t – je doba za kterou vykoná zařízení n otáček

5.2 Dostředivá síla a dostředivé zrychlení

Již víme, že na hmotný pohybující se na kružnici působí dostředivá síla, která je vždy orientovaná do středu. Tato síla uděluje hmotnému bodu dostředivé zrychlení.

5.2.1 Dostředivé zrychlení



Vydíme z obrázku. Zvolíme časový úsek tak malý, že hmotný bod opíše za tuto dobu oblouk AB, který bude rovna $|AB|$. Za dobu Δt opíše polopřímka OA úhel $\omega \Delta t$. Vektor rychlosti v bodě A je \vec{v}_1 a v bodě B je \vec{v}_2 . Musíme určit změnu vektoru rychlosti, a proto \vec{v}_2 rozložíme na dvě složky a to na \vec{v}_1' a na \vec{v} . Sestrojíme vektorový rovnoběžník BCDE. Z obrázku je patrné, že vektory rychlostí \vec{v}_1' a \vec{v}_2 spolu svírají úhel $\omega \Delta t$ a proto rovnoramenné trojúhelníky BCD a OAB jsou podobné a platí:

$$\frac{CD}{BD} = \frac{AB}{OA}$$

Do rovnice dosadíme:

$$CD = \Delta v$$

$$BD = \omega r$$

$$AB = r \omega \Delta t$$

$$OA = r$$

dosadíme do rovnice a dostaneme dostředivé zrychlení: $\frac{\Delta v}{\Delta t} = \omega^2 r \Rightarrow a = \omega^2 r$

Vektor dostředivého zrychlení rovnoměrného pohybu po kružnici má v každém bodě dráhy stálou velikost.

Další vztah pro dostředivé zrychlení: $a = \omega^2 r = \frac{v^2}{r}$

5.2.2 Dostředivá síla

Podle zákona síly je velikost dostředivé síly takováto: $F = m \cdot a = m \cdot \omega^2 \cdot r = m \cdot \frac{v^2}{r}$

Ukazuje se, že při rovnoměrném pohybu po kružnici působí na hmotný bod dostředivá síla stálé velikosti.

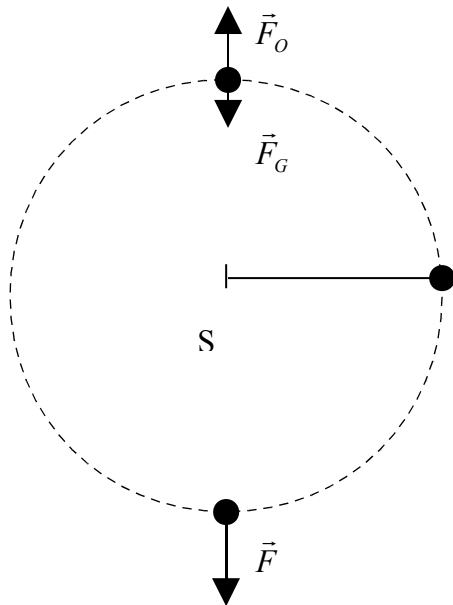
5.2.3 Odstředivá síla

Každá dostředivá síla má sílu odstředivou, která je stejně velká a opačně orientovaná. Tedy pro její velikost platí stejné vztahy jako pro sílu dostředivou.

Příklad: Na jedoucí automobil v zatáčce působí odstředivá síla.

5.3 Příklady na dostředivou a odstředivou sílu

příklad kulička na provázku – zajímají nás síly, které na kuličku působí



na kuličku budou působit dvě síly a to síla tíhová \vec{F}_G a síla odstředivá \vec{F}_O , která vždy působí od středu.

1) kulička nahoře – síla nahoře bude minimální a kulička bude vykonávat pohyb po kružnici pokud bude odstředivá síla větší než síla tíhová $\vec{F}_O > \vec{F}_G$. Převládne-li síla, tíhová kulička přestane vykonávat kruhový pohyb.

Pro stav $F_O = G$ nastává stav beztíže.

2) kulička dole – výslednice sil bude maximální, protože platí $\vec{F} = \vec{F}_O + \vec{F}_G$ a důsledkem je přetížení, které vyjadřujeme v násobcích malého g.