

Otázka: Kinematika hmotného bodu

Předmět: Fyzika

Přidal(a): Anna H.

1) Úvod do kinematiky

Nejstarším odvětvím fyziky, které se začalo rozvíjet, byla bezpochyby **mechanika**, jejíž základy vybudovali Galileo Galilei a Isaac Newton. Mechanika se zabývá studiem nejjednoduššího fyzikálního jevu, který každý zná a pozoruje kolem sebe - mechanickým pohybem.

Podle toho, o jaké charakteristiky pohybu se zajímáme, ji dělíme na dvě odvětví - **kinematiku (zajímá se o popis pohybu** - dráha, trajektorie, rychlost - zkoumá JAK se příslušné těleso či hmotný bod pohybuje) a **dynamiku (zajímá se o příčiny pohybu**, tj. o síly působící na daný hmotný bod či těleso - zkoumá PROČ se těleso či hmotný bod pohybuje).

2) Mechanický pohyb

Hmotný bod je myšlenkový model tělesa, u něhož bereme v úvahu jen hmotnost tělesa, ale zanedbáváme jeho tvar a rozměry. Zavedením hmotného bodu si popis fyzikální situace zjednodušíme, abychom nemuseli brát v úvahu detaily (vnitřní složení, tvar...), které pohyb neovlivní vůbec (či jen nepatrně).

Mechanický pohyb je změna polohy hmotného bodu vzhledem k vztažnému tělesu

(např. nám či jiným tělesům) v prostoru a času.

Vztažná soustava je soubor (soustava) těles, která jsou vzájemně v klidu a vůči nimž pohyb popisujeme. Vztažnou soustavou mohou být skutečná tělesa (strom u silnice, divák na atletických závodech, ...) a nebo tělesa myšlená (soustava souřadnic, ...).

Klid a pohyb je vždy relativní – závisí na volbě vztažného tělesa (např. stůl je vzhledem k povrchu země v klidu, ale vzhledem k tomu, že se planeta pohybuje vesmírem se vzhledem k jiným planetám pohybuje i on). Absolutní klid neexistuje.

3) Trajektorie a dráha

Trajektorie je souvislá čára, kterou hmotný bod popisuje při svém pohybu (např. čára za křídou na tabuli, čára za propiskou v sešitě, čára za letícím letadlem).

Podle tvaru trajektorie rozdělujeme pohyby na:

- **přímočaré** – pohyby, jejichž trajektorií je přímka nebo úsečka (pád kamene na zem, pohyb tužkou při rýsování podle pravítka, ...)
- **křivočaré** – pohyby, které mají za trajektorii libovolnou křivku (psaní tužkou, let ptáka, pohyb lyžaře – slalomáře, pohyb Země kolem Slunce, ...); trajektorie ve tvaru kružnic jsou zvláštním případem, mluvíme o pohybu po kružnici

Dráha je délka trajektorie, kterou hmotný bod opíše za určitý čas t .

4) Rychlost hmotného bodu

Okamžitá rychlost je vektorová fyzikální veličina, která má vždy směr tečny k dané trajektorii hmotného bodu a je orientována ve směru změny uražené dráhy.

- $\mathbf{v} = \mathbf{s}/t$
- v - okamžitá rychlost
- t - čas
- s - dráha

Při pohybu hmotného bodu po křivce se vždy mění směr okamžité rychlosti, ale nemusí se měnit velikost rychlosti.

Velikost **průměrné rychlosti** je definována jako podíl celkové dráhy, kterou těleso urazí za celkový čas. **Průměrnou rychlost nelze počítat jako průměr rychlostí!**

- $V_p = s/t$

Podle velikosti rychlosti dělíme pohyby na:

- **rovnoměrné** - pohyby, u nichž je velikost rychlosti konstantní; hmotný bod urazí tedy v libovolných, ale stejných časových intervalech stejné úseky dráhy
- **nerovnoměrné** - pohyby, u nichž se velikost rychlosti s časem mění; hmotný bod urazí tedy v libovolných, ale stejných časových intervalech různé úseky dráhy

Zavedením průměrné rychlosti u pohybu nerovnoměrného se pohyb zrovnoměrní - po celou uvažovanou dobu se hmotný bod pohybuje stálou rychlostí.

5) Rovnoměrný pohyb

Rovnoměrný pohyb je takový pohyb, pro který platí, že velikost okamžité rychlosti tělesa se

nemění. Těleso urazí za libovolné (ale stejné) časové intervaly stejné úseky dráhy.

Grafem závislosti uražené dráhy na čase je polopřímka svírající s vodorovnou osou ostrý úhel (která prochází počátkem začínal-li pohyb z klidu). Grafem závislosti velikosti okamžité rychlosti na čase je rovnoběžka s vodorovnou osou.

Může být přímočarý či křivočarý (v takovém případě se nemění velikost okamžité rychlosti, ale její směr ano).

6) Nerovnoměrný pohyb

Nerovnoměrný pohyb je pohyb, u kterého se velikost okamžité rychlosti v závislosti na čase rovnoměrně mění. Nejjednoduššími nerovnoměrnými pohyby jsou:

- **rovnoměrně zrychlený pohyb** - zrychlení a má stejný směr jako vektor rychlosti v a velikost rychlosti se s časem zvětšuje; $a > 0$
- **rovnoměrně zpomalený pohyb** - zrychlení a má opačný směr než vektor rychlosti v a velikost rychlosti se s časem zmenšuje; $a < 0$

6.1) Zrychlení

Fyzikální veličina, která charakterizuje změnu vektoru rychlosti, se nazývá **zrychlení**.

Zrychlení je změna rychlosti (tj. obecně změna směru i změna velikosti) za určitý čas.

- **$a = (\Delta v / \Delta t)$**
- a - okamžité zrychlení
- Δt - změna času, doba zrychlení
- Δv - změna rychlosti

Okamžité zrychlení často rozkládáme na dvě složky:

- **tečné zrychlení** – leží na stejné vektorové přímce jako vektor okamžité rychlosti, vyjadřuje změnu velikosti rychlosti; je-li jeho velikost nulová, jedná se o pohyb rovnoměrný
- **normálové zrychlení** – je kolmé ke směru okamžité rychlosti a vyjadřuje změnu směru rychlosti; je-li jeho velikost nulová, jedná se o pohyb přímočarý

6.2) Nerovnoměrný pohyb

a) $v = a \cdot t$

- Tento vzorec platí v případě, že těleso zrychlovalo již od počátku.

b) $v = v_0 + a \cdot t$

- V případě, že těleso začne zrychlovat až v průběhu pohybu, musíme k rychlosti dané zrychlením přičíst počáteční rychlost.

6.3) Volný pád

Volný pád je zvláštní případ pohybu rovnoměrně zrychleného s nulovou počáteční rychlostí. Jedná se o pohyb tělesa volně puštěného v blízkosti povrchu Země ve vakuu (tedy předpokládáme, že tíhové zrychlení je konstantní, těleso není nadlehčováno vzduchem a nepůsobí na něj odporové síly).

- Značka tíhového zrychlení: g

- Jednotka: ms^{-2}
- $g = 9,81 \text{ ms}^{-2} = 10 \text{ ms}^{-2}$

Velikost tíhového zrychlení je závislá na nadmořské výšce a na zeměpisné šířce daného místa na Zemi. Proto byla stanovena hodnota **normálového tíhového zrychlení** (viz výše).

- $v = g \cdot t$
- $h = (1/2) \cdot g t^2$
- v - okamžitá rychlost
- g - tíhové zrychlení
- t - čas
- h - výška nad povrchem země, z níž bylo těleso puštěno

Rychlost dopadu, ani čas dopadu **není závislá na hmotnosti tělesa**. Všechna tělesa tedy padají ve vakuu k Zemi stejnou rychlostí.

Tento poznatek je silně v rozporu s naší běžnou zkušeností: hodíme z mostu do řeky pírko a kámen, dopadne podstatně dříve do vody kámen. Problém je v tom, že ve skutečnosti na pohybující se předmět působí ještě i odporová síla vzduchu. Existuje ovšem tzv. Newtonova trubice - trubice, z níž je možné vyčerpávat vzduch (= vytvořit vakuum, nepůsobí odpor vzduchu). A po vyčerpání vzduchu se lze přesvědčit, že pírko i kámen dopadnou na její dno stejně.

První pokusy prováděl už v 17. století Galileo Galilei.

7) Pohyb rovnoměrný po kružnici

Pohyb po kružnici je nejjednodušším příkladem křivočarého pohybu. Jedná se např. o rotující kuličku na provázku, kolotoč, brusný kotouč, pohyb CD v mechanice počítače, pohyb Země kolem vlastní osy.

Hmotný bod koná rovnoměrný pohyb po kružnici, jestliže ve stejných a libovolně malých časových intervalech opíše jeho průvodič stejné úhlové dráhy φ .

- Značka rovinného úhlu: φ (fí)
- Jednotka: rad

Převody mezi radiány (tzv. míra oblouková) a stupni (tzv. míra stupňová) lze provádět pomocí trojčlenky, jejímž základem je fakt, že $2\pi \text{ rad} \approx 360^\circ$ (ve vztahu není rovnost!).

Hmotný bod při přechodu z bodu A do bodu B urazí dráhu s rovnající se délce oblouku AB.

- **$s = r \cdot \varphi$**
- s - dráha, délka kruhového oblouku

Při rovnoměrném pohybu hmotného bodu po kružnici má **okamžitá rychlost stálou velikost, ale mění se její směr.**

7.1) Pravidelnost rovnoměrného pohybu po kružnici

Rovnoměrný pohyb po kružnici je **pohyb periodický**. **Perioda** je doba, za kterou hmotný bod pohybující se po kružnici vykoná právě jednu otáčku.

- **Značka periody: T**
- **Jednotka: s (sekunda)**

Frekvence u pohybu hmotného bodu po kružnici udává počet otáček za jednotku času (většinou za sekundu).

- **Značka frekvence: f**

- **Jednotka: Hz (hertz)**
- **$f=1/t$**

Perioda a frekvence jsou **vzájemně převrácenými hodnotami**.

7.2) Úhlová rychlost

Úhlová rychlost je vektorová fyzikální veličina. Její vektor je kolmý k rovině kružnice, po níž obíhá hmotný bod rychlostí v , a umístíme ho do středu kružnice. Jeho směr určíme podle pravidla pravé ruky: Položíme-li prsty ke kružnici tak, aby prsty ukazovaly směr vektoru rychlosti v , pak vztyčený palec ukazuje směr vektoru úhlové rychlosti ω .

- **Značka úhlové rychlosti: ω (omega)**
- **Jednotka: rads^{-1} (radián za sekundu)**

Koná-li hmotný bod rovnoměrný pohyb po kružnici, nemění se jeho úhlová rychlost. Úhlová rychlost je lineární funkcí času.

- **$\omega = (\Delta\varphi/\Delta t)$**
- **$\omega = 2\pi f = (2\pi/T)$**

7.3) Obvodová rychlost

Velikost rychlosti je přímo úměrná poloměru kružnice. Největší rychlostí se pohybují body na obvodu kola, nejmenší (nulovou) pak body na ose otáčení. **Jedná-li se o rovnoměrný pohyb po kružnici, je velikost rychlosti v dané vzdálenosti od osy otáčení stále stejná (konstantní).**

- **$v = \omega \cdot r$**
- v - obvodová rychlost

- ω – úhlová rychlost
- r – poloměr kružnice

Při rovnoměrném pohybu po kružnici se tedy nemění velikost rychlosti hmotného bodu, ale mění se její směr. Z toho vyplývá, že tečné zrychlení hmotného bodu při pohybu po kružnici je nulové, zatímco normálové zrychlení nulové není (mění se směr rychlosti).

- **Značka dostředivého zrychlení: a_d**
- **Jednotka: ms^{-2}**
- **$a_d = (v^2/r)$**

8) Skládání pohybů

Pokud koná hmotný bod více pohybů v různých směrech současně, vnímá pozorovatel tento pohyb jako jediný plynulý výsledný pohyb (např. motorová loďka plující po hladině řeky je současně poháněna motorem a současně unášena proudem řeky).

Platí princip nezávislosti pohybů:

Koná-li hmotný bod současně dva nebo víc pohybů, je jeho výsledná poloha taková, jako kdyby konal tyto pohyby po sobě, a to v libovolném pořadí.