**KINEMATIKA**

**Kinematika** je časť mechaniky, ktorá len opisuje pohyb, skúma aký je jeho priebeh v priestore a čase, pritom si nevšíma príčiny, s ktorými pohyb súvisí.

**Mechanický pohyb** teleso koná mechanický pohyb, ak zmení svoju polohu vzhľadom na iné teleso.

**Hmotný bod** myšlienkový model telesa, ktorým nahrádzame skutočné teleso, je to model telesa, pri ktorom sa jeho hmotnosť zanecháva ale rozmery sa zanedbávajú

**Poloha a pohyb HB** je relatívny, znamená to, že vždy musíme určiť, vzhľadom na čo je HB v pokoji, alebo v pohybe. Teleso, voči ktorému popisujeme pohyb HB sa nazýva vzťažné teleso, zmenu polohy pohybe popisujeme pomocou sústavy súradníc x, y, z, ktorej počiatok je umiestnený do vzťažného bodu - vzťažná súradnicová sústava

**Trajektória** množina všetkých polôh, v ktorých sa HB pri pohybe vyskytoval, nie je to fyzikálna veličina, nemá jednotku.

**Druhy pohybov**

***1. podľa tvaru trajektórie***

a/ priamočiary pohyb - pohybuje sa po trajektórii v tvare priamky.

b/ krivočiary pohyb - pohybuje sa po trajektórii v tvare krivky.

***2. podľa veľkosti rýchlosti pohybu:***

a/ rovnomerný pohyb - HB v ľubovoľne veľkých, ale rovnakých časových intervaloch prejde rovnako veľké úseky dráhy.

b/ nerovnomerný pohyb

***3. pohyby telies:***

a/ posuvný (translačný) - všetky body telesa opíšu za ten istý čas rovnakú trajektóriu a ľubovoľné priamky pevne spojené s telesom zachovávajú svoj smer vzhľadom na vzťažnú sústavu.

b/ otáčavý (rotačný) - všetky body telesa opisujú kružnice so stredmi na osi otáčania a tieto kružnice ležia v rovinách kolmých na os otáčania.

**Posunutie** vektorová fyzikálna veličina, ktorá určuje zmenu polohy HB, znázorňujeme ju orientovanou úsečkou, ktorá spája začiatočnú a koncovú polohu HB.

značka: **d, [d]=1m**

veľkosť posunutia - číselne udáva dĺžku úsečky, o ktorú sa v smere posunutia zmení poloha HB.

**Dráha** je určená dĺžkou opísanej trajektórie.

značka: s**,** [s]=1m

ak sa HB pohybuje po priamočiarej trajektórii **s = d**

ak sa teleso pohybuje po krivočiarej trajektórii  **s > d**

**Rýchlosť** je číselne rovná dráhe, ktorú prejde teleso za jednotku času, je to vektorová fyzikálna veličina.

značka: **v,** **[v]=1m.s-1**

rýchlosti skladáme podľa pravidiel pre skladanie vektorov



**Zrýchlenie** je podiel zmeny rýchlosti a zodpovedajúcej doby, za ktorú táto zmena nastala.

je číselne rovné prírastku (úbytku) rýchlosti za jednotku času.

značka: **a,** **[a]=1m.s-2**

**Začiatočné podmienky pohybu HB**

a) v čase t = 0 s  b) v čase t = 0 s

je s = 0 m je s = s0

v = 0 m.s-1 v = v0

**Rovnomerný priamočiary pohyb:** koná HB vtedy, ak v ľubovoľných, ale rovnako veľkých časových intervaloch prejde rovnako veľké priamočiare úseky dráhy. Pre fyzikálne veličiny platí:

v = konšt.

a = 0 m.s-1

s = v . t

**Grafické závislosti:**

1. *rýchlosti od času*

**v = konšt.**

t

plošný obsah je číselne rovný dráhe

1. *dráhy od času*  
   v čase t = 0s je dráha s = 0m v čase t = 0s je dráha s > 0m  
   **s = v . t s = s0 + v . t**

v **v1 > v2** v

v1

s0

v2

t t

sdf

1. **Rovnomerne zrýchlený pohyb** koná HB vtedy, ak je jeho rýchlosť rastúcou lineárnou funkciou času.

Pre fyzikálne veličiny platí

v čase t = 0s je rýchlosť v = 0 m.s-1  v čase t = 0 s je rýchlosť v = v0  m.s-1

s = 0 m s = s0 m

**a = konšt.**

**v = v0 + a . t**

**s = s0 + v0.t + 1/2 a.t2**

**a = konšt.**

**v = a . t**

**s = 1/2 a.t2**

**Grafické závislosti**

*zrýchlenie od času rýchlosť od času dráha od času*

**a = konšt.** v čase t = 0s je v čase t = 0s je v čase t = 0s je v čase t = 0s je

rýchlosť v = 0 m.s-1 rýchlosť v = v0 dráha s = 0m dráha s = s0

**v = a . t v = v0 + a . t s = 1/2 a . t2 s = s0+v0.t+1/2a.t2**

a v a1 v s s

a1

a2 a2 v0

v0  s0

t t t t t

a1 > a2 a1 > a2

**Rovnomerne spomalený pohyb** koná HB vtedy, ak je jeho rýchlosť klesajúcou lineárnou funkciou času.

Pre fyzikálne veličiny platí

v čase t = 0s je v = v0 m.s-1  v čase t = 0 s je v = v0  m.s-1

s = 0 m s = s0 m

**a = konšt.**

**v = v0 - a . t**

**s = s0 + v0.t - 1/2 a.t2**

**a = konšt.**

**v = v0 - a . t**

**s = v0.t - 1/2 a.t2**

**Grafické závislosti**

*zrýchlenie od času rýchlosť od času dráha od času*

**a = konšt. v = v0 - a . t s = v0.t - 1/2 a.t2**

a v s

v0

-a1 v2 v1

-a2 tz1  tz2  t

a1 > a2 t

**Voľný pád** je pád voľne spustených telies ( bez udelenia začiatočnej rýchlosti) na Zem vo vákuu.

Pre fyzikálne veličiny platí:

**a = g = 9,81 m.s-2**

**v = g . t**

**s = 1/2 g.t2**

v čase t = 0s je rýchlosť v = 0m.s-1

**Grafická závislosť**

*zrýchlenia od času rýchlosti od času dráhy od času*

**a = g = 9,81 m.s-2 v = g . t s = 1/2 g.t2**

a v s

9,81

t   t t

**Rovnomerný pohyb HB po kružnici** HB koná rovnomerný pohyb po kružnici vtedy, ak za rovnako veľké časové intervaly opíše rovnako veľké úseky dráhy s, ktorým zodpovedajú rovnako veľké uhly.

**ad** 

**v**

S 



- rovnomerný pohyb HB po kružnici patrí medzi periodické - pravidelne sa opakujúce sa javy.

- vektor okamžitej rýchlosti rovnomerného pohybu HB po kružnici má smer dotyčnice ku kružnicovej trajetórii.

- vektor zrýchlenia má smer do stredu kružnicovej trajektórie - dostredivé zrýchlenie.

***Perióda*** - doba, za ktorú sa rovnomerný pohyb hmotného bodu po kružnici opakuje.

***Frekvencia*** - určuje počet obehov za jednu sekundu.

***Uhlová rýchlosť*** - rovnomerného pohybu hmotného bodu po kružnici je určená pomerom uhla a doby, za ktorú hmotný bod tento uhol opísal.

- vektor rýchlosti v priebehu jednej otáčky nemení svoju veľkosť, ale neustále mení svoj smer, nastáva zmena

rýchlosti pohybu t.z., že ide o pohyb so zrýchlením.



**PRÍKLADY**

1. Vlak sa rozbieha zo stanice rovnomerne zrýchleným pohybom a dosiahne rýchlosť 72 km.h-1 za 100 s. Aké je zrýchlenie vlakovej súpravy?
2. Hmotný bod sa pohybuje rovnomerne po kružnici s polomerom 1,2 m uhlovou rýchlosťou 25 s-1. Určte dostredivé zrýchlenie!
3. Rozložte rýchlosť **v** na zložky do smerov osí sústavy súradníc Oxy a určte veľkosť ich zložiek; v = 3,8 m.s-1, uhol α= 30° .

x

v

α

y

1. Hmotný bod sa pohybuje po priamke z bodu O začiatočnou rýchlosťou 36 km.h-1 a so zrýchlením opačného smeru veľkosti 2 m.s-2. Pre t = 0 aj **d** = **0**. Určte najväčšiu veľkosť posunutia, ktoré dosiahne HB od začiatku pohybu a zostrojte graf závislosti veľkosti posunutia od času za čas 10s.  
     
   Riešenie  
   Zvolíme vzťažnú sústavu Ox. Pre okamžitú rýchlosť HB platí  
   **v** = **v0 + a** . t  
   v = |v0 - a . t|  
   Z obrázka 2 určíme posunutie  
   **d** = **v0.**t - (**a.**t2)/2 [a]  
     
   Veľkosť posunutia sa zväčšuje, ak má vektor okamžitej rýchlosti rovnaký smer ako vektor v0. Potom platí:  
     
   v0 = a. t` => t` = v0/a [b]  
     
   Pre najväčšiu veľkosť posunutia platí (t = t`). Dosadíme rovnicu [b] do rovnice [a] a úpravou dostaneme dmax = v02/2a = 25 m  
   Zostavíme tabuľku na určenie závislosti veľkosti posunutia od času. Dosadzujeme pre d.  
   

d/m  
   
25  
24  
21  
  
16  
  
9

0 5 10 t/s

Z grafu aj z tabuľky vidíme, že maximálne posunutie je v čase t`= 5 s a je 25 m. Overíme si to i výpočtom; dosadíme pre t`= 4,9s a pre t‘‘= 5,1s a dostaneme d = 24,99m. Keď dosadíme do vzťahu pre rýchlosť čas 5 s, dostaneme   
  
**v = v0 - a.t = 0 m.s-1**  
  
V čase t = 5s je teda veľkosť rýchlosti nulová a v príslušnom bode trajektórie sa mení smer rýchlosti na opačný (hmotný bod sa pohybuje späť k začiatku vzťažnej sústavy Ox.

1. Vo vzťažnej sústave Oxy (v rovine) znázornite body A = [1m, -2m], B = [-3m, 4m], C = [4m, -5m], D = [0m, 4m].
2. Rozložte vektor F do smerov polpriamok p, q a vektor d do smerov oxí x, y vzťažnej sústavy Oxy

p

**F**

**d**

q

1. Z grafu závislosti dráhy od času pri rovnomernom pohybe (Obr. C4-5) určte veľkosť rýchlosti pri tomto pohybe.  
   **[v = 0,66 m.s-1]**

s/m

2

3 t/s

1. Pri akom pohybe má zrýchlenie rovnaký smer ako rýchlosť?
2. Určte prípad pohybu, pri ktorom má zrýchlenie opačný smer ako rýchlosť.
3. Určte veľkosť zrýchlenia automobilu, ak sa na priamom úseku diaľnice zvýšila jeho rýchlosť za 10 s zo 60 km.h-1 na 80 km.h-1  
   **[a = 0,55 m.s-2]**
4. Určte veľkosť opačného zrýchlenia vlaku, ktorý sa pohyboval rýchlosťou 60 km.h-1 a pri rovnomernom znižovaní rýchlosti zastavil za 1 minútu.   
   **[a = 0,28 m.s-2, zrýchlenie mám smer proti pohybu vlaku]**
5. Akou maximálnou rýchlosťou môže pristávať lietadlo na letiskovej dráhe s dĺžkou 800 m pri zrýchlení opačného smeru  
   a) 2,7 m.s-2  
   b) 5,0 m.s-2  
   **[v = 237 km.h-1][v = 322 km.h-1]**
6. Rovnomerným pohybom po priamej trajektórii by cyklista - pretekár prešiel pretekársku dráhu za 8 min pri rýchlosti 36 km.h-1. Za aký čas by túto dráhu prešlo auto rovnomerne zrýchleným pohybom, ak rýchlosť 36 km.h-1 dosiahne z pokoja za 100 s?  
   **[t = 310 s]**
7. Dažďové kvapky padajú stálou rýchlosťou zvislo nadol a dopadajú na okno vagóna pohybujúceho sa vodorovným smerom. Kvapky nechávajú na okne vagóna stopu, ktorá so zvislým smerom nadol zviera uhol 60°. Veľkosť rýchlosti vagóna je 54 km.h-1. Určte veľkosť rýchlosti dopadajúcich kvapiek.   
   **[v = 8,7 m.s-1]**
8. Strojvodca rýchlika zbadal na priamom úseku trate výstražnú signalizáciu a začal rovnomerne brzdiť. Za aký čas zastavil a akú dráhu prešiel, keď za 16 sekúnd znížil rýchlosť na jednu pätinu. Rýchlosť pred začiatkom brzdenia bola 72 km.h-1.  
   **[t = 20 s, s = 200 m]**
9. Zostrojte grafy závislosti dráhy, rýchlosti a zrýchlenia rovnomerne zrýchleného pohybu od času, ak je veľkosť zrýchlenia 1,5 m.s-2. (počiatočné podmienky pre t = 0 s: v = 0 m.s-1, s = 0 m)
10. Za aký čas dopadne teleso voľným pádom z výšky 100 m? (g = 10 m.s-2)  
    **[t = 4,5s]**
11. Určte veľkosť rýchlosti (v km.h-1), ktorou dopadne teleso na zem za rovnakých podmienok ako v úlohe 21. **[161 km.h-1]**
12. Dve telesá padali voľným pádom z rôznych výšok. Obe dopadli súčasne na zem, pričom čas pádu prvého telesa bol 3 s a čas pádu druhého telesa 2 s. Určte, z akých výšok obe telesá padali.  
    **[45 m; 20 m]**
13. Ako dlho by padal voľným pádom kameň z veže vysokej 535 m a aká by bol jeho rýchlosť v okamihu dopadu na zem? Uvážte, či by boli výsledky rovnaké, keby padal kameň vo vákuu.   
    **[t = 10,3s, v = 103 m.s-1]**