Kinematika  
*Základní pojmy  
Rovnoměrný přímočarý pohyb  
Rovnoměrně zrychlený přímočarý pohyb  
Rovnoměrný pohyb po kružnici*

Základní pojmy

Kinematika - popisuje pohyb tělesa, nestuduje jeho příčiny

Klid (pohyb) - určujeme vzhledem k jiným tělesům

- je vždy relativní (neexistuje těleso v absolutním klidu)

- záleží na volbě vztažné soustavy

Hmotný bod - nahrazujeme jím těleso

HB - hmotnost = hmotnosti tělesa

- rozměry tělesa - zanedbáváme

Vztažná soustava – těleso je spojeno se soustavou souřadnic

# Poloha hmotného bodu:

1. pomocí kartézské soustavy souřadnic
2. pomocí polohového vektoru



Trajektorie hmotného bodu = množina bodů, kterými těleso při pohybu prochází

Rozdělení pohybů podle tvaru trajektorie:

přímočaré

např. těleso volně padající k zemi

křivočaré

např. pohyb sedačky na horské dráze

Dráha hmotného bodu = délka trajektorie

- fyzikální veličina

- značka s

- základní jednotka metr (m)

- je funkcí času s = s(t)

Rychlost hmotného bodu = podíl dráhy s a doby t pohybu HB

- značka v

- základní jednotka m/s

Převodní vztah 1 m.s-1 = 3,6 km.h-1

10 m.s-1 =

20 m.s-1 =

30 m.s-1 =

Rozdělení pohybů podle rychlosti:

rovnoměrné v = konst.

nerovnoměrné v ≠ konst.

a) Průměrná rychlost – skalár







b) Okamžitá rychlost – vektor



určuje polohu HB v bodě A



určuje polohu HB v bodě B

změna polohového vektoru, k níž dojde při pohybu HB za dobu Δt



Je – li:



Okamžitá rychlost v HB v bodě A je:



* Velikost
* Směr - je totožný se směrem tečny k trajektorii

- je orientován ve směru změny polohového vektoru

# Příklady:

1. Vyjádři rychlosti 5 m.s-1 ,10 m.s-1 , 25 m.s-1 v km.h-1
2. Nákladní vlak urazil dráhu 25 km mezi dvěma železničními stanicemi za půl hodiny. Vypočti průměrnou rychlost vlaku.
3. Automobil urazil za první 3 s pohybu dráhu 15 m, za následujících 5 s dráhu 45 m. Vypočti průměrnou rychlost automobilu:
4. v prvních 3 s
5. v následujících 5 s
6. v prvních 8 s pohybu

# Rovnoměrný přímočarý pohyb

* nejjednodušší rovnoměrný pohyb
* přímočarý pohyb hmotného bodu s konstantní velikostí a směrem rychlosti



# Dráha rovnoměrného pohybu



# Graf závislosti dráhy na čase

# Graf závislosti velikosti rychlosti na čase

# 

# Příklad:

Chlapec jde ze školy rychlostí 1 m.s-1. V okamžiku, kdy je ve vzdálenosti 100 m od školy, vyjede za ním spolužák na jízdním kole rychlostí 5 m.s-1. Za jakou dobu a v jaké vzdálenosti od školy chlapce dohoní? Řeš početně i graficky.

Rovnoměrně zrychlený (zpomalený) přímočarý pohyb

# Nerovnoměrný přímočarý pohyb



# zrychlení HB



*v0* *-* počáteční rychlost (rychlost HB v čase *t0*: t = 0s)

*V -* okamžitá rychlost HB v čase *t*

jednotkou zrychlení je metr za sekundu na druhou [a] = m.s-1 / s = m.s-2

# Příklad:

Automobil jede rychlostí 36 km.h-1. V určitém okamžiku a po dobu 30 s zvětší rychlost na 90 km.h-1. Urči zrychlení automobilu.

# Rovnoměrně zrychlený přímočarý pohyb

např. volně padající těleso, rozjíždějící se automobil



# Graf závislosti velikosti rychlosti na čase

# Dráha rovnoměrně zrychleného pohybu



# Graf závislosti dráhy na čase

Příklad: Sestroj graf závislosti dráhy na čase rovnoměrně zrychleného pohybu se zrychlením 2 m.s-2 .

# Rovnoměrně zpomalený přímočarý pohyb

např. brzdící automobil



# Graf závislosti velikosti rychlosti na čase

# Příklad:

Automobil jedoucí rychlostí 72 km.h-1 začne prudce brzdit a za dobu 4 s zastaví. Urči zrychlení automobilu.

# Volný pád

* rovnoměrně zrychlený pohyb s nulovou počáteční rychlostí
* trajektorie volného pádu je část svislé přímky
* zrychlení =TÍHOVÉ ZRYCHLENÍ g
* velikostzávisí na zeměpisné poloze a nadmořské výšce
* v našich zeměpisných šířkách je g = 9,81 m⋅s-2
* tíhové zrychlení zaokrouhlujeme na hodnotu g ~ 10 m⋅s-2
* hodnota normálního tíhového zrychlení gn = 9,80665 m⋅s-2

# velikost okamžité rychlosti:



# dráha s volně padajícího tělesa:



# Příklad:

Kdy a jakou rychlostí dopadne těleso volným pádem z výšky 250 m?

# Skládání pohybů a rychlostí

* těleso koná dva nebo více pohybů současně
* princip nezávislosti pohybů:

*Koná-li těleso dva nebo více pohybů, je jeho výsledná poloha taková, jako kdyby konalo tyto pohyby postupně v libovolném pořadí.*

Skládání (součet) rychlostí:

1. stejného směru



1. opačného směru



1. kolmých



1. různoběžných



# Příklad:

Motorový člun se pohybuje vzhledem ke klidné vodě rychlostí 10 m.s-1. Proud řeky ho unáší rychlostí 2m.s-1. Urči výslednou rychlost člunu (početně i graficky) vzhledem k břehu, jestliže pluje

1. po proudu
2. proti proudu
3. kolmo na směr proudu

Rovnoměrný pohyb po kružnici

* je pohyb, při němž velikost rychlosti je konstantní a trajektorií je kružnice
* při tomto pohybu se mění směr vektoru okamžité rychlosti
* rychlost má v každém okamžiku směr tečny ke kružnici



průvodič r - spojnice HB a středu kružnice



[  ] = rad

r

r



délka oblouku s kružnice

úhlová dráha - středový úhel opsaný průvodičem HB za dobu t



Je-li s = 2πr



Úhlu 360° odpovídá 2π radiánů.

[  ] = rad.s-1



úhlová rychlost ω –

vektor je kolmý k rovině kružnice a leží na přímce procházející jejím středem



PRAVIDLO PRAVÉ RUKY:

Jestliže prsty pravé ruky obrácené dlaní ke středu kružnice ukazují směr okamžité rychlosti HB, udává vztyčený palec směr vektoru úhlové rychlosti.



HB

ω

0

Rovnoměrný pohyb po kružnici

okamžitá rychlost 



[ v ] = m.s-1

* směr rychlosti se mění, je jím tečna ke kružnici v daném bodě



dostředivé zrychlení



[ ad ] = m.s-2



* vektor kolmý k vektoru okamžité rychlosti
* směřuje do středu kružnice, po níž se HB pohybuje
* velikost ad je konstantní, směr se však neustále mění

Cvičení

# Rovnoměrný pohyb

1. Z určitého místa vyjíždí nákladní automobil a za půl hodiny za ním ve stejném směru osobní automobil. Předpokládáme, že nákladní auto jede stálou rychlostí 60 , osobní automobil stálou rychlostí 80 . Za jakou dobu od vyjetí nákladního auta a v jaké vzdálenosti od místa startu se budou obě vozidla míjet?
2. Ze dvou míst, jejichž vzdálenost je 6 km, vyjedou součastně proti sobě traktor a motocykl. Traktor jede rychlostí 36 , motocykl rychlostí 72 . U obou vozidel předpokládáme stálou rychlost po celou dobu jízdy. Za jakou dobu a v jaké vzdálenosti od místa startu traktoru se vozidla setkají?
3. Tunelem o délce 700 m projíždí vlak dlouhý 200 m tak, že od vjezdu lokomotivy do tunelu do výjezdu posledního vagónu z tunelu uplyne doba 1 minuty. Urči rychlost vlaku.

Výsledky:

1) 2h, 120 km

2) 3 min 20 s, 2 km

3) 54 km.h-1

**Průměrná rychlost**

1. Rychlík ujel mezi dvěma stanicemi dráhu 7,5 km za 5 minut. Urči jeho průměrnou rychlost v jednotkách a .
2. Automobil jel tři čtvrtiny celkové doby jízdy rychlostí 90 , zbývající dobu jízdy rychlostí 50 . Vypočti jeho průměrnou rychlost.
3. Podle grafu rychlosti znázorněného na obrázku sestrojte graf dráhy. Předpokládáme, že těleso se pohybuje po přímce a jeho dráha v čase t = 0 s se rovná nule.

1

2

4

3

1. Podle grafu dráhy sestroj graf rychlosti.

1

4

3

2

1. Z grafu závislosti rychlosti na čase vypočti velikost průměrné rychlosti :
2. za prvních šest sekund
3. za druhých šest sekund
4. v intervalu od konce třetí sekundy do konce 9 sekundy

12

11

1000

9

8

7

6

5

4

3

2

1

1. Automobil projel tři čtvrtiny celkové dráhy rychlostí 90a zbývající část rychlostí 50 . Vypočti jeho průměrnou rychlost.
2. Turista šel 2 hodiny po rovině rychlostí 6 , další hodinu vystupoval do prudkého kopce rychlostí 3. Jaká byla jeho průměrná rychlost?
3. Nákladní automobil jel první polovinu dráhy po dálnici rychlostí 80, druhou polovinu dráhy po polní cestě rychlostí 20 . Vypočti jeho průměrnou rychlost.
4. Cyklista jede úsek cesty o délce 18 km rychlostí 15a úsek o délce 9 km rychlostí 30 . Jaká je jeho průměrná rychlost?

Výsledky:

1) 25 m.s-1, 90 km-1

2) 80 km.h-1

5) a) 3,3 m.sˉ¹ b) 5,3 m.sˉ¹ c) 6 m.sˉ¹

6) 75 km.h-1

7) 5 km.h-1

8) 32 km.h-1

9) 18 km. h-1

# Rovnoměrně zrychlený pohyb

1. Automobil, který se rozjížděl rovnoměrně zrychleným pohybem, dosáhl rychlosti 108  za 6 s. Urči dráhu, kterou při tom urazil.
2. Těleso, které bylo na začátku v klidu, se začalo pohybovat rovnoměrně zrychleným pohybem se zrychlením 8 m.sˉ2. Jak velkou rychlost mělo na konci dráhy dlouhé 100 m?
3. Motocykl zvýší při rovnoměrně zrychleném pohybu během 10 s rychlost z 6 m.sˉ¹ na 18 m.sˉ¹. Urči velikost zrychlení motocyklu a dráhu, kterou přitom ujede.
4. Automobil, který jel rychlostí 54 , zvýšil rychlost na 90 , přičemž ujel při stálém zrychlení dráhu 200 m. Urči velikost zrychlení automobilu.
5. Automobil se rozjíždí z klidu a za dobu 40 s dosáhne rychlosti 72 .
6. Jak velké je zrychlení automobilu?
7. Jak velké rychlosti by dosáhl automobil při stálém zrychlení za dobu 1 minuty?
8. Jakou dráhu by přitom urazil?
9. Letadlo vzlétne při rychlosti 360 . Tuto rychlost dosáhne z klidu za dobu 10 s.
10. Určete zrychlení letadla.
11. Jakou dráhu letadlo urazí před vzlétnutím?
12. Vlak jedoucí rychlostí 72  začne brzdit a za dobu 50 s:
13. sníží rychlost na 18 
14. zastaví

S jakým zrychlením se vlak pohyboval?

1. Automobil se rozjíždí se zrychlením 0,5 m.sˉ po dráze 400 m. Vypočti dobu rozjíždění a konečnou rychlost automobilu.

Výsledky:

1) 90 m

2) 40 m.s-1

3) 1,2 m.sˉ 120 m

4) 1 m.s-2

5) a) 0,5 m.s-2 b) 108 km.h-1 c) 900 m

6) a) 10 m.s-2 b) 500 m

7) a) 0,3 m.s-2 b) 0,4 m.s-2

8) 40 s, 72 km.h-1

# Volný pád

1. Jak hluboká je propast Macocha, jestliže volně puštěný kámen dopadne na její dno za dobu 5,25 s? Odpor vzduchu neuvažujeme.
2. Jak velká je okamžitá rychlost tělesa při volném pádu za dobu 1 s, 2 s, 3 s? Nakresli graf závislosti okamžité rychlosti na čase.
3. Jakou dráhu urazí těleso při volném pádu za dobu 1 s, 2 s, 3 s? Nakresli graf závislosti dráhy na čase.
4. Těleso padá volným pádem z výšky 80 m. Urči:
5. dobu, za kterou dopadne na zem
6. velikost rychlosti dopadu
7. Kroupy dopadají na zem rychlostí 100 m.sˉ¹. Z jaké výšky kroupy padají, jestliže neuvažujeme odporové síly vzduchu?
8. Za jakou dobu urazí volně padající těleso a) první metr své dráhy, b) druhý metr své dráhy?

Výsledky:

1)138 m

2) 10 m.sˉ¹, 20 m.sˉ¹, 30 m.sˉ¹

3) 5 m, 20 m, 45 m

4) a) 4s b) 40 m.sˉ¹

5) 500 m

6) 0,45 s , 0,19 s

# Skládání pohybů

1. Voda proudí v řece rychlostí , motorový člun má rychlost . Urči velikost výsledné rychlosti člunu vzhledem ke břehům řeky, jestliže příď člunu směřuje:
2. kolmo k proudu řeky
3. ve směru proudu
4. proti proudu

Před řešením nakreslete danou situaci.

1. Výsadkář klesá k zemi po otevření padáku rychlostí 2,4 m.sˉ¹, boční vítr ho unáší rychlostí 1 m.sˉ¹.
2. a) Jak velká je jeho výsledná rychlost vzhledem k zemi?
3. V jaké vzdálenosti od osamělého stromu dopadne na zem, jestliže se přesně nad ním nacházel ve výšce 600 m?

Výsledky:

1) a) 5 m.sˉ¹ b) 7 m.sˉ¹ c) 1 m.sˉ¹

2) a) 2,6 m.sˉ¹ b) 250 m

# Rovnoměrný pohyb po kružnici

1. Hmotný bod koná rovnoměrný pohyb po kružnici o poloměru 50 cm s frekvencí 2 Hz. Urči periodu a velikost rychlosti HB.
2. Hmotný bod koná rovnoměrný pohyb po kružnici s oběžnou dobou 5 s. Urči jeho frekvenci a úhlovou rychlost.
3. Automobil projíždí zatáčkou o poloměru 50 m rychlostí o stálé velikosti 36 km.h-1. Jak velké je normálové zrychlení automobilu v zatáčce?
4. Vrtule letadla se otáčí úhlovou rychlostí 200 rad.s-1.
5. Jak velkou rychlostí se pohybují body na koncích vrtule, jejichž vzdálenost od osy je 1,5 m?
6. Jakou dráhu uletí letadlo během jedné otočky vrtule, letí-li rychlostí 540 km.h-1

Výsledky:

1) 0,5 s, 6,3 m.s-1

2) 0,2 Hz, 1,3 rad.s-1

3) 2m.s-2

4) a) 300 m.s-1 b) 4,7 m