

# Kinematika hmotného bodu

## Základní kinematické pojmy

1. Vedle pozorovatele, který stojí na okraji vozovky, projíždí stálou rychlostí kolona nákladních automobilů. a) Pohybuje se jeden automobil vzhledem k druhému? b) Pohybuje se každý automobil vzhledem k pozorovateli? c) Pohybuje se pozorovatel vzhledem k automobilům? d) Změní se některá z předcházejících odpovědí, jestliže se pozorovatel pohybuje vzhledem k vozovce menší rychlostí než automobily ve stejném směru?

2. Z paluby lodi, která se pohybuje vzhledem k pevnině rovnoměrně přímočaře, padá volně kotva. Opisuje kotva stejnou trajektorii ve vztažné soustavě spojené s lodí jako v soustavě spojené s pevninou?

3. Jakou trajektorii opisuje jehla gramofonové přenosky vzhledem a) ke skříni gramofonu, b) k přenosce, c) k otáčející se gramofonové desce?

4. Cyklista koná rovnoměrný přímočarý pohyb. Ve vzdálenosti 2 000 m od místa startu se obrátí a po téže trajektorii projede v opačném směru 2 400 m a zastaví. a) Jaká je velikost a směr jeho posunutí? b) Jaká je dráha jeho pohybu? c) Může být dráha cyklisty záporná?

## Průměrná rychlost

5. Jakou průměrnou rychlostí se pohyboval běžec, který urazil dráhu 200 m za 20,78 s, a cyklista, který urazil dráhu 166 km za 4 h 16 min 35 s?

6. Reaktivní letadlo TU 104 letělo z Moskvy do Prahy průměrnou rychlostí 960 km·h<sup>-1</sup>. Pohybovalo se nadzvukovou rychlostí?

7. Automobil ujel první třetinu dráhy  $s$  stálou rychlostí o velikosti  $v_1$ , další dvě třetiny dráhy stálou rychlostí o velikosti  $v_2$ ; jeho průměrná rychlost byla  $v$ . Určete velikost rychlostí  $v_1$ , je-li  $v_2 = 72 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ,  $v = 36 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ .

8. Automobil jel tři čtvrtiny celkové doby jízdy rychlostí 90 km·h<sup>-1</sup>, zbývající dobu jízdy rychlostí 50 km·h<sup>-1</sup>. Vypočítejte jeho průměrnou rychlost.

9. Automobil projel tři čtvrtiny celkové dráhy rychlostí 90 km·h<sup>-1</sup> a zbývající část dráhy rychlostí 50 km·h<sup>-1</sup>. Vypočítejte jeho průměrnou rychlost.

10. Reaktivní letadlo TU 104 letělo z Moskvy do Prahy průměrnou rychlostí 960 km·h<sup>-1</sup>. Pohybovalo se nadzvukovou rychlostí?

## Rovnoměrný přímočarý pohyb

11. Laserový signál letěl ze Země na Měsíc a zpět 2,51 s. Určete vzdálenost Země a Měsíce.

12. Vlak má délku 150 m. Jede rychlostí 90 km·h<sup>-1</sup>. a) Za jak dlouho mine vlak zaměstnance ČD u domku? b) Za jak dlouho přejede 300 m dlouhý most? c) Za jak dlouho mine druhý vlak o rychlosti 54 km·h<sup>-1</sup> a délce 100 m?

13. Vlak má délku 150 m a rychlost 54 km·h<sup>-1</sup>. Z jeho okna hledí (kolmo) člověk a vidí protijedoucí vlak po dobu 4 s. Určete: a) rychlost protijedoucího vlaku, b) dobu viditelnosti první soupravy ze druhé, c) dobu míjení obou vlaků.

14. Atlet uběhl za bezvětří dráhu 400 m rovnoměrným pohybem za dobu 45,35 s. Jak velkou rychlostí se pohyboval? Jak se změnila doba jeho pohybu, fouká-li proti němu vítr rychlostí o velikosti 2 m·s<sup>-1</sup>?

15. Ze stanice vyjel nákladní vlak, který se pohyboval stálou rychlostí 36 km·h<sup>-1</sup>. Stejným směrem vyjel ze stanice o 30 minut později expres stálou rychlostí 72 km·h<sup>-1</sup>. Za jakou dobu od odjezdu nákladního vlaku a v jaké vzdálenosti od stanice dohoní expres nákladní vlak?

16. Z určitého místa vyjíždí nákladní auto a za půl hodiny za ním ve stejném směru osobní automobil. Předpokládáme, že nákladní auto jede stálou rychlostí 60 km·h<sup>-1</sup>; osobní automobil stálou rychlostí 80 km·h<sup>-1</sup>. Za jakou dobu od vyjetí nákladního auta a v jaké vzdálenosti od místa startu se budou obě vozidla míjet?

17. Nad věží radnice proletělo letadlo stálou rychlostí 600 km·h<sup>-1</sup> a za 15 minut po něm ve stejném směru proudové letadlo stálou rychlostí 1 200 km·h<sup>-1</sup>. Za jakou dobu a v jaké vzdálenosti od radnice bude první letadlo dostiženo letadlem proudovým?

18. Ze dvou míst, jejichž vzdálenost je 6 km, vyjedou současně proti sobě traktor a motocykl. Traktor jede rychlostí 36 km·h<sup>-1</sup>, motocykl rychlostí 72 km·h<sup>-1</sup>. U obou vozidel předpokládáme stálou rychlost po celou dobu jízdy. Za jakou dobu a v jaké vzdálenosti od místa startu traktoru se vozidla setkají?

## Rovnoměrně zrychlený pohyb

19. Cyklista, který jede rychlostí 3 m·s<sup>-1</sup>, začne prudce šlapat a za dobu 8 s rovnoměrně zvýší rychlost na 7 m·s<sup>-1</sup>. Určete a) velikost zrychlení cyklisty, b) jeho dráhu.

20. Kulička, kterou položíme na nakloněnou rovinu, se začne pohybovat a za dobu 5 s dosáhne rychlosti 1 m·s<sup>-1</sup>. Určete velikost jejího zrychlení a dráhu, kterou za uvedenou dobu urazí.

21. Automobil jede po přímé silnici rychlostí 72 km·h<sup>-1</sup>. V určitém okamžiku začne řidič brzdit a za dobu 5 s automobil zastaví. Určete a) velikost zrychlení při brzdění, b) dráhu, kterou při brzdění ujede.

22. Na silnici se stala havárie automobilu. Z délky brzdné stopy automobilu, která byla 40 m, policie zjišťovala, zda řidič nepřekročil maximální dovolenou rychlost 60 km·h<sup>-1</sup>. Jaký závěr policie učinila, předpokládáme-li rovnoměrně zpomalený pohyb se zrychlením o velikosti 5 m·s<sup>-2</sup>?

23. Jules Verne napsal román „Ze Země na Měsíc“, v němž

je vyslána k Měsíci dělová střela s lidskou posádkou. Hlaveň užitého děla měla délku 220 m. a) Jak dlouho se střela pohybovala uvnitř hlavně, když vylétla 2. kosmickou rychlostí? b) Jaké bylo její zrychlení? Diskutujte o výsledku. c) Jak by musela být dělová hlaveň dlouhá, aby kosmonauté byli vystaveni zrychlení nejvýše  $10g$ ?

**24.** Koule se pohybuje po hladké nakloněné rovině rovnoměrně zrychleně s nulovou počáteční rychlostí. Ve druhé sekundě svého pohybu urazí dráhu 21 m. Jakou dráhu urazí za první dvě sekundy?

**25.** Těleso urazí při rovnoměrně zrychleném pohybu dráhu  $s$  za dobu  $t$ . Velikost rychlosti tělesa se v porovnání s počáteční rychlostí za tuto dobu zvětší  $n$ -krát. Určete velikost jeho zrychlení.

**26.** Střela pronikla v náspu do hloubky 1,4 m. Jak velkou rychlostí dopadla střela na povrch náspu, jestliže její pohyb v zemině náspu trval 0,02 s? Předpokládejte, že pohyb střely v zemině byl rovnoměrně zpomalený.

**27.** Dvě tělesa se začnou pohybovat současně z téhož místa stejným směrem. Jedno koná rovnoměrný pohyb s rychlostí o velikosti  $98 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , druhé rovnoměrně zrychlený pohyb s nulovou počáteční rychlostí a se stálým zrychlením o velikosti  $9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ . Za jak dlouho a v jaké vzdálenosti od místa startu dostihne druhé těleso první?

**28.** Rychlík se pohybuje rychlostí o velikosti  $108 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Strojvedoucí rychlíku spatří ve vzdálenosti 180 m před sebou nákladní vlak, který jede po těžce kolejnici stejným směrem rychlostí o velikosti  $32,4 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Strojvůdce zabrzdí a rychlík se začne pohybovat rovnoměrně zpomaleně se zrychlením o velikosti  $1,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ . Rozhodněte, zda vzdálenost 180 m stačí k tomu, aby nenastala srážka.

**29.** Dvě tělesa se začnou současně pohybovat z téhož místa ve stejném směru. První těleso koná pohyb rovnoměrně zrychlený s počáteční rychlostí  $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  a se zrychlením  $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ , druhé těleso pohyb rovnoměrně zpomalený s počáteční rychlostí  $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  a se zrychlením  $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ . Určete a) dobu, za kterou budou mít obě tělesa stejnou rychlost, a velikost této rychlosti, b) dobu, za kterou urazí obě tělesa stejnou dráhu, a tuto dráhu.

**30.** Dvě tělesa, jejichž počáteční vzdálenost je 240 m, se pohybují rovnoměrně zrychleně proti sobě. První těleso má počáteční rychlost  $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  a zrychlení  $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ , druhé těleso má počáteční rychlost  $6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  a zrychlení  $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ . Určete dobu, za kterou dojde ke kolizi těles, a vzdálenost místa kolize od počáteční polohy prvního tělesa.

**31.** Z téhož místa vyjedou za sebou v časovém odstupu 15 s dvě auta. Obě se pohybují rovnoměrně zrychleně s nulovou počáteční rychlostí, první se zrychlením  $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ , druhé se zrychlením  $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ . Určete a) dobu a vzdálenost, ve které dojde k předjíždění aut, b) velikosti rychlostí obou aut v okamžiku předjíždění.

## Volný pád

**32.** Těleso padá volným pádem z výšky 80 m. Určete a) dobu, za kterou dopadne na zem, b) velikost rychlosti dopadu.

**33.** Jak hluboká je propast Macocha, jestliže volně puštěný kámen dopadne na její dno za dobu 5,25 s? Odpor vzduchu neuvažujte.

**34.** Jaká je nejvyšší dovolená rychlost přistání výsadkáře, může-li člověk bezpečně skočit z výšky 2 m?

**35.** Jakou dráhu urazí těleso při volném pádu během čtvrté sekundy pohybu?

**36.** Těleso urazilo při volném pádu posledních 60 m dráhy za dvě sekundy. Jak dlouho a z jaké výšky těleso padalo?

## Rovnoměrný pohyb po kružnici

**37.** Hmotný bod koná rovnoměrný pohyb po kružnici o poloměru 50 cm s frekvencí 2 Hz. Určete periodu a velikost rychlosti hmotného bodu.

**38.** Vrtule letadla se otáčí úhlovou rychlostí 200 rad/s. a) Jak velkou rychlostí se pohybují body na koncích vrtule, jejichž vzdálenost od osy je 1,5 m? b) Jakou dráhu uletí letadlo během jedné otočky vrtule, letí-li rychlostí  $540 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ?

**39.** Automobil projíždí zatáčkou o poloměru 50 m rychlostí o stálé velikosti  $36 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Jak velké je normálové zrychlení automobilu v zatáčce?

**40.** Kosmonaut se otáčí na centrifuze s poloměrem 5 m ve vodorovné rovině. a) Jakou rychlostí se pohybuje, má-li dostředivé zrychlení velikost  $7g$ ? b) Kolikrát za minutu se centrifuga otočí? c) Jaká je perioda jejího pohybu?

**41.** Minutová ručička hodinek je třikrát delší než sekundová. V jakém poměru jsou velikosti rychlostí jejich koncových bodů?

**42.** Průměr kola traktoru je 1,2 m. Určete úhlovou rychlost kola, jede-li traktor rychlostí  $2,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

**43.** Francouzský vlak TGV má stanovenou průměrnou rychlost  $216 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Nejvyšší přípustná velikost zrychlení při průjezdu zatáčkou je pro pohodlí cestujících dána hodnotou  $0,05g$ . a) Jaký je nejmenší možný poloměr zatáčky, kterou může vlak projíždět uvedenou rychlostí? b) Musí vlak v zatáčce o poloměru 1 km zpomalit? Na jakou rychlost?

## Skládání pohybů

**44.** Motorový člun přeplouvá přes řeku o šířce 300 m; při tom je unášen vodním proudem. Rychlost člunu vzhledem k vodě je  $1,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , rychlost člunu vzhledem ke břehům  $1,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . a) O jakou vzdálenost unese voda člun ve směru proudu řeky? b) Jakou dráhu člun při přeplouvání řeky urazí a jakou rychlostí se po této dráze pohybuje? c) Jaký úhel svírá vektor výsledné rychlosti člunu se směrem kolmým k břehům řeky?

**45.** Motorový člun se pohybuje vzhledem k vodě stálou rychlostí  $13 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Rychlost vodního proudu v řece je  $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . a) Pod jakým úhlem vzhledem k vodnímu proudu musí člun plout, aby se stále pohyboval kolmo ke břehům řeky? b) Jak velkou rychlostí se přibližuje člun k protějšímu břehu?

**46.** Kormidelník se plaví na loďce přes řeku. K tomu, aby se dostal z bodu  $A$  do bodu  $B$  na protějším břehu, smě-

ruje loďku pod úhlem  $\alpha$  proti proudu řeky. Určete velikost rychlosti  $v_0$  loďky vzhledem k vodní hladině, jestliže šířka řeky je  $h$ , velikost rychlosti proudu vody  $v_1$  a loďka přistane na druhém břehu ve vzdálenosti  $h_1$  od bodu  $B$  ve směru proudu řeky.

**47.** Po otevření padáku klesá výsadkář k Zemi stálou rychlostí  $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , přičemž ho unáší boční vítr stálou rychlostí  $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Určete a) velikost jeho výsledné rychlosti vzhle-