

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. Automobil ujel vzdálenost 180 km za 2,5 hodiny. Jaká byla jeho průměrná rychlost?

7. Turista šel 2 hodiny po rovině rychlostí $6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, další hodinu vystupoval do prudkého kopce rychlostí $3 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Jaká byla jeho průměrná rychlost?

8. Automobil jel tři čtvrtiny celkové doby jízdy rychlostí $90 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, zbývající dobu jízdy rychlostí $50 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Vypočítejte jeho průměrnou rychlost.

9. Automobil projel tři čtvrtiny celkové dráhy rychlostí $90 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a zbývající část dráhy rychlostí $50 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Vypočítejte jeho průměrnou rychlost.

10. Cyklista projel dráhu 3 km za 10 minut. Jaká byla jeho průměrná rychlost?

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 $90 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. 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 $54 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a délce 100 m?

13. Vlak má délku 150 m a rychlost $54 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Z jeho okna hledí (kolmo) člověk a vidí protijedoucí vlak o délce 100 m po dobu 4 s. Určete: a) velikost rychlosti protijedou-

cího vlaku, b) dobu viditelnosti první soupravy ze druhé soupravy, 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 změní doba jeho pohybu, fouká-li proti němu vítr rychlostí o velikosti $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$?

15. Ze stanice vyjel nákladní vlak, který se pohyboval stálou rychlostí $36 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Stejným směrem vyjel ze stanice o 30 minut později expres stálou rychlostí $72 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. 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 $60 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$; osobní automobil stálou rychlostí $80 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. 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 $600 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a za 15 minut po něm ve stejném směru proudové letadlo stálou rychlostí $1\,200 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. 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 $36 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, motocykl rychlostí $72 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. 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 $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, začne prudce šlapat a za dobu 8 s rovnoměrně zvýší rychlost na $7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. 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 $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Určete velikost jejího zrychlení a dráhu, kterou za uvedené dobu urazí.

21. Automobil jede po přímé silnici rychlostí $72 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. 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 $60 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Jaký závěr policie učinila, předpokládáme-li rovnoměrně zpomalený pohyb se zrychlením o velikosti $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$?

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 rych-

lostí? 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. Traktor jede po přímé silnici rychlostí $15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Řidič traktoru začne brzdít se zpomalením $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Určete a) velikost rychlosti a dráhu traktoru za 5 s od chvíle, kdy začal brzdít, b) dobu, za kterou zastaví.

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. Motocykl se pohybuje rychlostí o velikosti $30 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Řidič začne rovnoměrně brzdít. Za 3 s se velikost jeho rychlosti sníží na polovinu původní hodnoty. Jakou dráhu urazí motocykl od počátku brzdění do úplného zastavení?

28. Délka dráhy kabiny výtahu v newyorském mrakodrapu Marquis Marriott je 190 m. Kabina se pohybuje nejvýše rychlostí o velikosti 305 m/min. Její zrychlení při rozjezdu i brzdění má velikost $1,22 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. a) Jakou vzdálenost urazí kabina od chvíle, kdy se začne rozjíždět, do okamžiku, kdy dosáhne nejvyšší rychlosti? b) Z jak dlouho vyjede z dolního podlaží až nahoru, započteme-li rozjezd i brzdění?

29. 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?

30. 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.

31. Automobil se pohybuje 10 s stálou rychlostí o velikosti $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Poté po dobu 8 s rovnoměrně zrychluje se zrychlením o velikosti $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Určete průměrnou rychlost automobilu v popsaném úseku.

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?

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?

Rovnoměrný pohyb po kružnici

36. Sestavte kolejový svršek dětského vláčku. Změřte poloměr kruhové trajektorie a dobu jedné jízdy po kruhové trajektorii. Pro daný pohyb určete: a) periodu, b) frekvenci, c) drahovou rychlost, d) úhlovou rychlost, e) velikost dostředivého zrychlení.

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 stále 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 obloukem je pro pohodlí cestujících dána hodnotou $0,05g$. a) Jaký je nejmenší možný poloměr oblouku, který může vlak projíždět uvedenou rychlostí? b) Musí vlak v oblouku o poloměru 1 km zpomalit?

Skládání pohybů

44. Motorový člun přeplovává 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 přeplování 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 protějším břehu?