

Klid a pohyb tělesa



Petr sedí na sáňkách a sjíždí z kopce. Pohybujete se, když vlastně sedíte? Sedíte ve vlaku, který se rozjíždí. Pohybujete se, nebo jste v klidu? Můžete jednoznačně odpovědět? Co znamená, že se těleso pohybuje?

Prohleďte si pozorně obr. 1.1. Řeknete, že automobily i autobus na obr. 1.1a se pohybují. Mění svou polohu vzhledem k povrchu Země. O lavičce, stromech, dýve a psovi i parkujících vozidlech na obr. 1.1b řeknete, že jsou v klidu. Jejich poloha vzhledem k povrchu Země se nemění.

Obr. 1.1 Tělesa v pohybu nebo v klidu vzhledem k povrchu Země

a)



b)



Pohyb a klid tělesa můžeme posuzovat i vzhledem k jiným tělesům než k Zemi. Např. řidič automobily je v pohybu vzhledem k silnici, ale je v klidu vzhledem k sedadlu automobilu. Dům je v klidu vzhledem k Zemi, ale se Zemi se pohybuje kolem Slunce.

Proč bylo obtížné odpovědět na úvodní otázky? Abychom mohli rozhodnout, zda se těleso pohybuje, nebo je v klidu, musíme říci vzhledem k čemu pohyb vztahujeme. Petr je v klidu vzhledem k sáňkám, ale vzhledem ke kopcí se pohybuje. V rozjíždějícím se vlaku se pohybuje vzhledem k nádraží, ale jste v klidu vzhledem k sedadlům nebo stěnám vagonu.

Těleso se pohybuje, mění-li svou polohu vzhledem k jinému tělesu.

Rozhodnout, zda se těleso pohybuje, nebo je v klidu, můžeme jen tehdy, uvedeme-li, vzhledem k jakému tělesu pohyb vztahujeme.

Totéž těleso může být v pohybu vzhledem k jednomu tělesu a současně v klidu vzhledem k jinému tělesu.

Při běžném vyjadřování vztahujeme pohyb nebo klid tělesa nejčastěji k povrchu Země nebo k tělesům s povrchem Země pevně spojeným. Proto pokud nemůže dojít k omylu, zjednodušeně říkáme, že těleso se pohybuje.

Otázky a úlohy

- Podle čeho poznáš, zda se těleso pohybuje, nebo je v klidu?
- Může být totéž těleso v klidu vzhledem k jednomu tělesu a současně v pohybu vzhledem k jinému tělesu? Uveď příklady.
- Hanka stojí na břehu řeky. Pozoruje Petra, který se blíží s lodkou ke břehu. Na loďku si sedne mořší. Petr říká, že mořší sedí v klidu na loďce. Hanka říká, že se mořší pohybuje ke břehu. Kdo má pravdu? Zdůvodni.
- Sedíš na kole sjíždějícím z kopce. Urči, jsi-li v klidu, nebo v pohybu:
 - vzhledem ke kamarádovi, který stojí na kopci,
 - vzhledem ke stromu pod kopcem,
 - vzhledem k sedlu kola.
- Pan Novák sedí v autobusu, který jede přes most (obr. 1.1a). Rozhodni, zda je pan Novák v klidu, nebo v pohybu:
 - vzhledem k podlaze autobusu,
 - vzhledem k mostu,
 - vzhledem k protijedoucímu autobusu,
 - vzhledem k nákladnímu autobusu, který jede za autobusem stejnou rychlostí.
- Kuba jede v autě s rodiči a pozoruje psa v autě, který jede v autě ve vedlejším jízdním pruhu. Říká, že pes je vůči němu v klidu. Je to možná? Vysvětli.
- Říkáme, že Slunce vychází nebo zapadá. Které těleso při tom považujeme za nehybné?



Zkusme popsat pohyb vlaku ze Slavonic do Dačic. Pomocí mapy (obr. 1.2) můžeme určit, kterými místy vlak projížděl. Z jízdního řádu (obr. 1.3) můžeme zjistit, jakou vzdálenost ujel, a také, kdy projížděl jednotlivými místy své trasy.

Obr. 1.2 Mapa s železniční tratí mezi Slavonicemi a Dačicemi



Obr. 1.3 Jízdní řád

km	číslo vlaku	28306	28308	28310
0	Slavonice	5,54	7,11	10,41
5	Munišov	6,01	7,18	10,48
7	Dolní Bolkov	6,05	7,22	10,52
10	Peč	6,10	7,26	10,56
13	Uhonět	6,14	7,31	11,01
17	Dačice město	6,22	7,38	11,08
18	Dačice	6,47	7,53	11,11
21	Malý Pečín	6,51	7,57	11,15
22	Velký Pečín	6,55	8,00	11,18
24	Slavňov	6,59	8,03	11,21
26	Radkov	7,03	8,07	11,25
	Telc	7,10	8,14	11,32
30		7,19		11,40

Spojnicí míst, kterými vlak postupně projížděl, ukazují koleje. Kdybychom se na ně dívali z velké výšky, viděli bychom vlak jako jeden bod a koleje jako čáru podobnou černé křivce, kterou je znázorněna železniční trať na mapě. Budeme jí říkat **trajektorie pohybu**.

Trajektorii pohybu letadla si můžeme představit podle mlžné stopy, kterou na obloze zanechává letící letadlo.

Nakreslete tužkou přímku a pak kroužek. Čáry, které jste takto nakreslili, jsou vlastně stopy hrotu tužky při jejím pohybu po papíře. Nakreslili jste trajektorii pohybu hrotu tužky.

Čáru, kterou při pohybu tělesa opisuje, nazýváme **trajektorie pohybu tělesa**.

Trajektorie malých svítcích tlomků rakety můžete pozorovat při ohňostrojích. Při táboráku vidíte trajektorie odletujících jisker. V zimě můžete podle stop ve sněhu zjistit trajektorii pohybu lyžaře nebo zvířat.

Podle tvaru trajektorie rozlišujeme **pohyb přímočarý a křivočarý**. Přímočarý pohyb koná hrot tužky, když kreslíme přímku, vlak v úseku trati, kde jsou koleje přímé, nebo automobil při jízdě po přímé silnici. Křivočarý pohyb koná hrot tužky, když kreslíme kružnici nebo jakoukoliv křivku, jiskry vyletující z ohně, automobil v zatáčce.

Vratme se k popisu pohybu vlaku. Černá čára na mapě nám ukazuje trajektorii křivočarého pohybu vlaku. Jak je dlouhá tato trajektorie? Zkusme to odhadnout pomocí uvedené měřítka z mapy. Z jízdního řádu na obr. 1.3 můžete zjistit, že vlak ze Slavonic do Dačic ujel 18 km. Přesněji budeme říkat, že vlak ujel **dráhu** 18 km.

Délka trajektorie, kterou pohybující se těleso opíše za určitou dobu, se nazývá **dráha tělesa**. Dráha je fyzikální veličina. Označujeme ji písmenem s . Měříme ji v jednotkách délky, např. v metrech, kilometrech.

Poznámka.

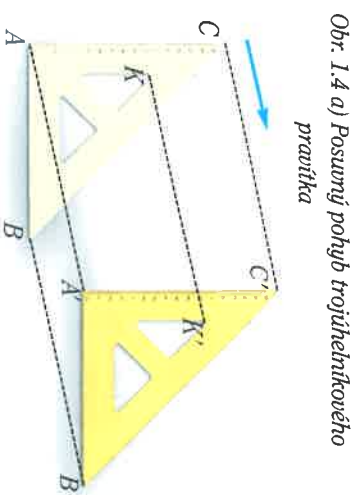
Při popisu pohybu se často v běžné řeči slovo „dráha“ užívá nejen pro délku trajektorie, kterou těleso při pohybu urazí, ale i pro označení trajektorie. Např. řekneme, že míč se pohyboval po přímé dráze nebo že Země obíhá kolem Slunce po eliptické dráze.

Pozorujte několik částí jednodušeho jízdního kola, např. ventilek kola, osu zadního kola a zvonek. Každá z těchto částí má jinou trajektorii a jinou dráhu. Popsat pohyb jednotlivých částí tělesa je zpravidla dost složité. Mezi pohyby těles jsou však dva zvláštní druhy pohybů, u nichž je to jednodušší.

Posunujte po lavici trojúhelníkové pravítko jako na obr. 1.4a. Porovnejte tvary trajektorii a dráhy několika bodů pravítka. Zjistíte, že všechny body pravítka se pohybují po úsečkách stejné délky.

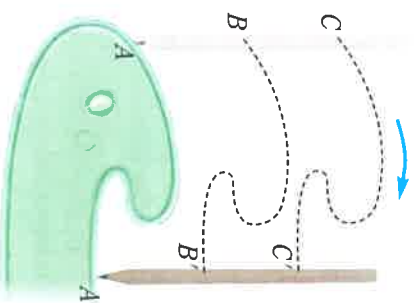
Prohleďte si, jak se pohybuje tužka při rýsování čáry podle křivítka (obr. 1.4b). Všechny body tužky opisují křivky stejného tvaru a stejné délky.

Pohyb, při kterém se všechny body tělesa pohybují po trajektorii stejného tvaru a přibližně stejné dráhy, se nazývá **posuvný pohyb tělesa**.



Obr. 1.4 a) Posuvný pohyb trojúhelníkového pravítka

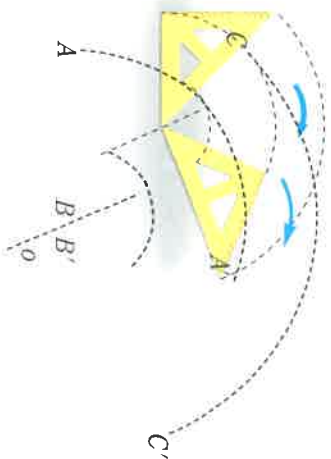
b) Posuvný pohyb tužky při rýsování čáry podle křivítka. Tužka se přitom neolátá.



Posuvný pohyb koná například vlak, který jede po kolejích, nebo hlennýžd, který leze po záhonu. Při popisu posuvného pohybu tělesa stačí popisovat pohyb jediného jeho bodu (například hrotu tužky; vrchole trojúhelníku nebo nárazníku vagonu). Trajektorie i dráhy všech ostatních bodů jsou totiž zcela stejné.

Otáčecí pravitka jako na obr. 1.5. Body pravitka opisují

části kružnice se středem na ose o . Trajektorie všech bodů jsou části kružnic, ale body různé vzdálené od osy proběhnou různými dráhami (délek oblouků CC' , AA' atd.). Takovýto pohyb se nazývá **otáčivý pohyb kolem nehybné osy**. Otáčivý pohyb kolem nehybné osy konají například lopatky ventilátoru, brusný kotouč, vrtule letadla apod.



Obr. 1.5 Otáčivý pohyb trojúhelníkového pravitka

Otázky a úlohy

- a) Ukaž na obr. 1.2 přibližný tvar trajektorie vlaku a pak automobilu, který jede z Dačic do Slavonic. Vysvětli, co je trajektorie pohybu tělesa.

b) Porovnej pomocí údajů na mapě dráhu vlaku a automobilu. Co rozumíme dráhou pohybu tělesa?
 - V čem se liší přímočarý a křivočarý pohyb? Uveď příklady těchto pohybů.
 - Přesně bychom měli mluvit o trajektorii určitého bodu tělesa. Znáš pohyb, při kterém opisují všechny body tělesa trajektorie stejného tvaru a přitom urazí za určitou dobu stejnou dráhu? Uveď příklad.
 - a) Jaký pohyb koná minutová ručka hodin?

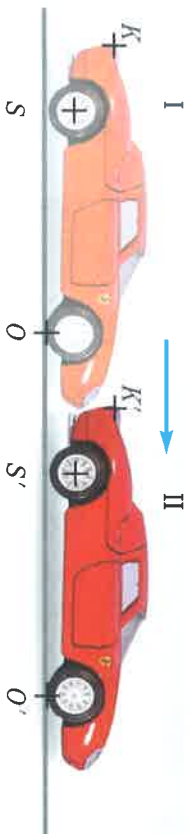
b) Nacítmi si polohu ručky v 9 h 30 min a pak v 9 h 45 min. Porovnej tvar trajektorie konce ručky a bodu uprostřed ručky.

c) Porovnej dráhy, které tyto body urazí za 15 min.
1. Popiš tvar trajektorie a rozlohu, zda jde o pohyb přímočarý, nebo křivočarý v těchto případech:

a) malá kulička vržená svisle vzhůru,

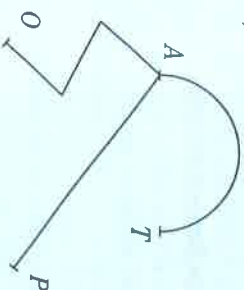
b) velmi malá kapka vody vystřikující z hadice při zalévání.
 - Body na autičku vyznačené v obr. 1.6 si překresli do sešitu a pokus se naznačit, jaký tvar má při pohybu autička trajektorie bodu K na karoserii, středu S kola a bodu O na obvodu kola. Za dobu, za kterou se autičko dostane z polohy I do polohy II, se kolo autička dvakrát otočí.

Obr. 1.6 K úloze 2



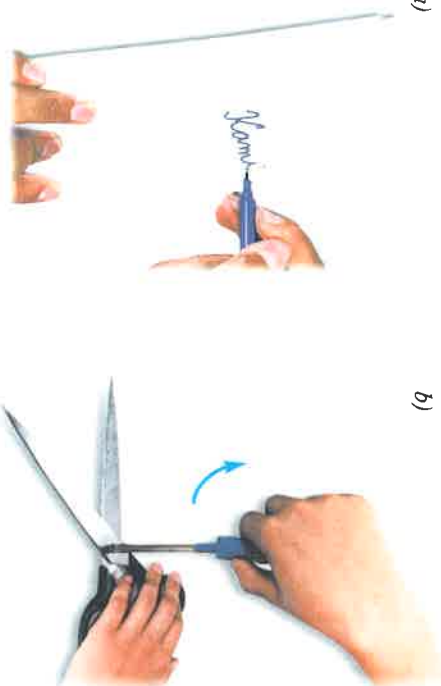
- Kamarádi Tomáš (T), Petr (P) a Olga (O) vyběhli z místa A . Každý běžel po jiné cestě (obr. 1.7). Popiš tvary trajektorií a porovnej dráhy všech tří kamarádů (1 cm $\hat{=}$ 1 m).

Obr. 1.7 K úloze 3



- Na obr. 1.8 jsou znázorněny pohyby různých těles. Urči ve všech případech:
 - vzhledem k čemu se těleso pohybuje,
 - jaký pohyb koná.
- Překresli si graf z obr. 1.9 do sešitu. Podle jízdního řádu na obr. 1.3 dokresli do grafu pomocí křížků, v kolik hodin vlak č. 28310 projíždí jednotlivými zastávkami. Spoj jednotlivé křížky. Dostaneš graf dráhy.

Obr. 1.8 K úloze 4

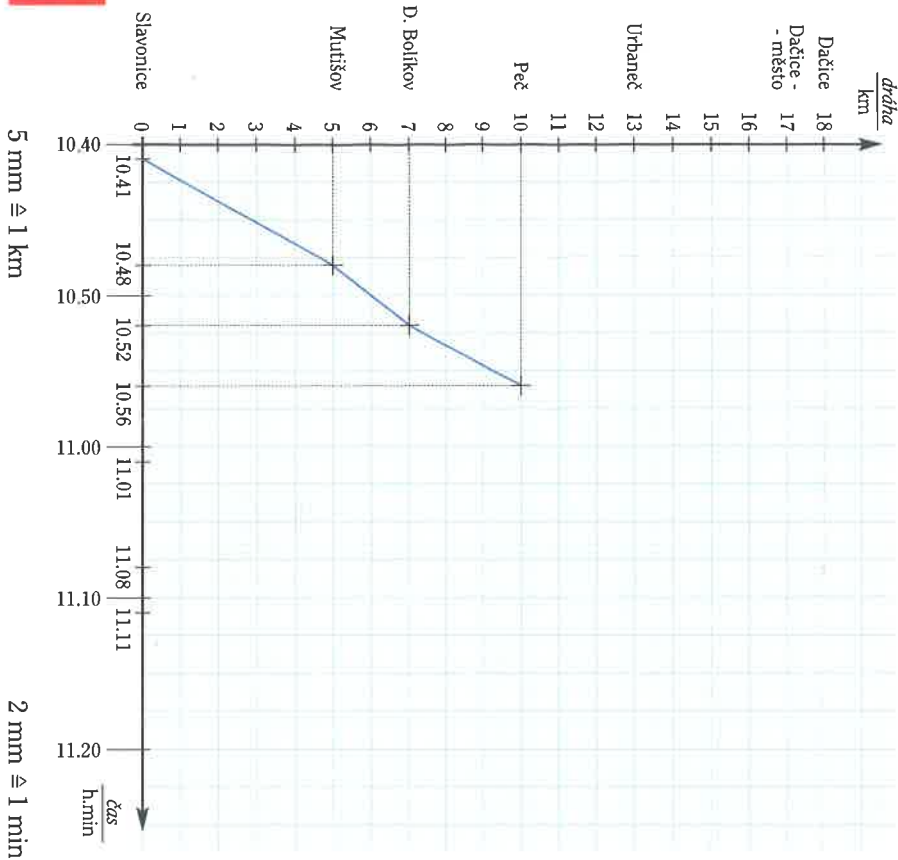


- a) Pomocí grafu zkus určit, kde přibližně byl vlak v 11 h a v kolik hodin byl na osmém kilometru své trajektorie.
- b) Pokus se z grafu dráhy odhadnout, mezi kterými zastávkami projel vlak nejrychleji a mezi kterými nejpomaleji.
- c) Zkus barevně vyznačit, jak by vypadal graf pro dráhu mezi posledními zastávkami, kdyby v Dacicích měště vlak zůstal 4 min stát.

Poznámka:

Všimněte si, jak se v jízdním řádu zjednodušeně píše údaje o čase, např. místo 10 h 41 min je údaj 10.41. U sportovních výkonů se mezi údaji o hodinách a minutách, popř. sekundách, dělá dvojtečka. Např. čas běžece v maratonu 2 : 10 : 05 čteme 2 hodiny 10 minut 5 sekund.

Obr. 1.9 Graf dráhy vlaku ze Slavonic do Dacic

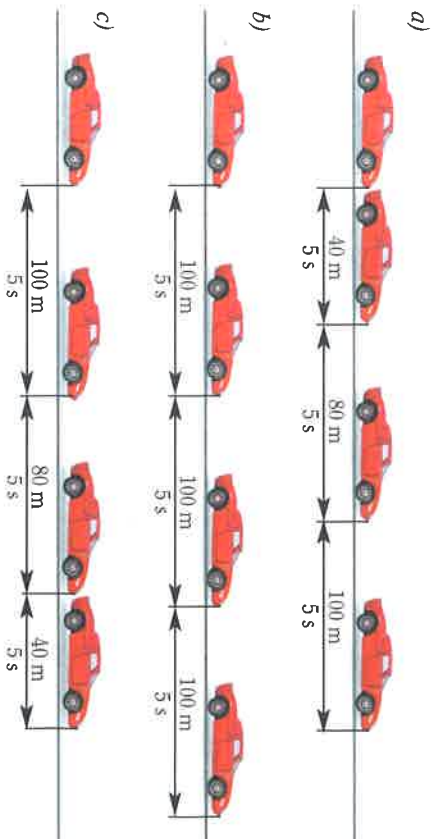
**Nerovnoměrný a rovnoměrný pohyb**

Z jízdního řádu ani grafu dráhy vlaku (obr. 1.9) nemůžeme přesně určit, jak se pohyboval vlak mezi zastávkami. Z vlastní zkušenosti víte, že při rozjíždění se pohyb vlaku zrychluje, pak vlak jede stále stejně rychle a před zastavením se pohyb vlaku zpomaluje.

Podobné je to při jízdě automobilu. Na obr. 1.10 jsou zobrazeny jeho polohy vždy po 5 s jízdy. Na obr. 1.10a je zachyceno rozjíždění a na obr. 1.10b brzdní automobilu. Vidíme, že v těchto částech jízdy ujel automobil za stejné doby (5 s) různé dráhy. Při rozjíždění se dráhy zvětšovaly (40 m, 80 m, 100 m), při brzdění se naopak zmenšovaly. Automobil se pohyboval **nerovnoměrně**.

V části jízdy zachycené na obr. 1.10b automobil za každých 5 s ujel stejnou dráhu 100 m. Kdybychom zachycovali polohy po 10 s, zjistili bychom, že za každých 10 s ujel stejnou dráhu 200 m. Při sledování polohy za 1 s bychom zjistili, že automobil za každou sekundu ujel stejnou dráhu 20 m. Automobil se pohyboval **rovnoměrně**.

Obr. 1.10 Nerovnoměrný (a, c) a rovnoměrný (b) pohyb automobilu



Jestliže těleso za stejné doby urazí vždy stejné dráhy, koná rovnoměrný pohyb.

Prozkoumejme, jak se pohybuje autíčko, které je poháněno elektromotorem na baterie. Spustíme metronom nařazený na sekundové signály. Postavíme autíčko na začátek dlouhého papírového pásu. Pod předním nárazníkem vyznačíme startovní čáru. Při jednom zvukovém signálu autíčko odstartujeme. Pak křídou nebo fixem zaznamenejme polohy autíčka (předního nárazníku)

při každém signálu metronomu (obr. 1.11). Zkuste zvolit kratší nebo delší dobu mezi dvěma signály metronomu a pokus zopakujte. Zjistíte, že autíčko za stejné doby urazilo stejné dráhy. Pohyb autíčka je tedy rovnoměrný.

Obr. 1.11 Dráhy autíčka za stejné doby jsou stejné.



Přímočarý rovnoměrný pohyb je např. pohyb balíků novin na pásovém dopravníku v tiskárně, pohyb uhlí přepravovaného pásovým dopravníkem nebo pohyb schodů v obchodním domě.

Kdybychom změřili např. dráhy, které za stejné doby urazí jeden označený bod lopatky elektrického ventilátoru, zjistili bychom, že jsou stejné. Bod lopatky ventilátoru koná křivočarý rovnoměrný pohyb.

U většiny pohybů bychom však zjistili, že nejsou rovnoměrné. Např. automobil při rozjíždění (obr. 1.10a) a při brzdění (obr. 1.10c) za stejné doby (5 s) urazil různé dráhy. Také pohyb autíčka na setrvačnicku je nerovnoměrný.

Pohyb, který není rovnoměrný, se nazývá nerovnoměrný pohyb.

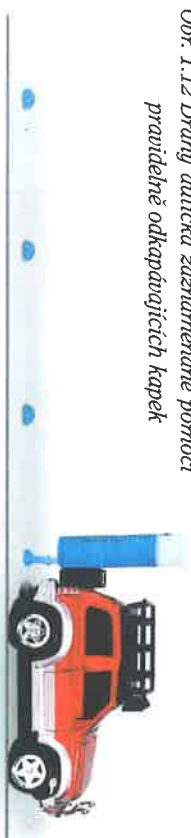
Otázky a úlohy

1. Uveď příklady rovnoměrného pohybu tělesa. Kdy koná těleso rovnoměrný pohyb?
2. Musí být rovnoměrný pohyb přímočarý? Objasni svou odpověď příkladem.
3. Kdy koná těleso nerovnoměrný pohyb? Uveď příklady tohoto pohybu.
1. a) Na zaznamenávání poloh autíčka za stejné doby lze použít také injekční stříkačku připravenou k autíčku, ze které pravidelně odkapává obarvená voda. V akvaristice si kup ohebnou hadičku a malou tlačku. Nasad kousek hadičky na stříkačku a uzavři ji tlačkou tak, aby z ní voda pomalu odkapávala. Nebo nasad na stříkačku kousek brčka a u konce ho po zahřátí nad plamenem kahanu trochu přimáčkní. Do stříkačky dej obarvenou vodu a přesvědč se, že pravidelně odkapává. Polož autíčko na pás papíru, odstar-

tuj ho a sleduj „záznam“ pohybu pomocí kapek (obr. 1.12). Změř vzdálenosti kapek, které ukazují dráhy za stejné doby.

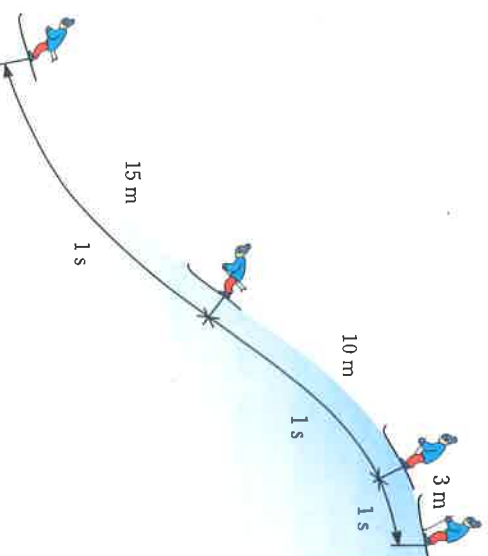
b) Změňou utěsnění trubičky změň dobu mezi dvěma kapkami. Opakuj pokus. Proveď pokusy s autíčkem na baterii a pak s autíčkem na setrvačnicku. Jaký závěr o pohybu autíček můžeš na základě pokusů vyslovit?

Obr. 1.12 Dráhy autíčka zaznamenané pomocí pravidelně odkapávajících kapek

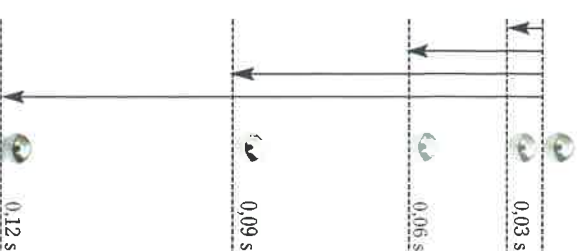


2. Na obr. 1.13 jsou znázorněny polohy lyžaře při sjezdu vždy po uplynutí 1 s. Jaký pohyb koná lyžař vzhledem ke svahu? Zdůvodni svou odpověď.
3. Na obr. 1.14 jsou zachyceny vždy po 0,03 s polohy kuličky volně puštěné dolů.
 - a) Z obrázku změň dráhy, které kulička postupně urazila vždy za 0,03 s.
 - b) Jaký pohyb koná kulička vzhledem k Zemi? Odpověď zdůvodni.
4. Ověř pokusem, zda pohyb elektrického vláčku vzhledem ke kolejnicím je rovnoměrný, nebo nerovnoměrný?

Obr. 1.13 K úloze 2



Obr. 1.14 K úloze 3

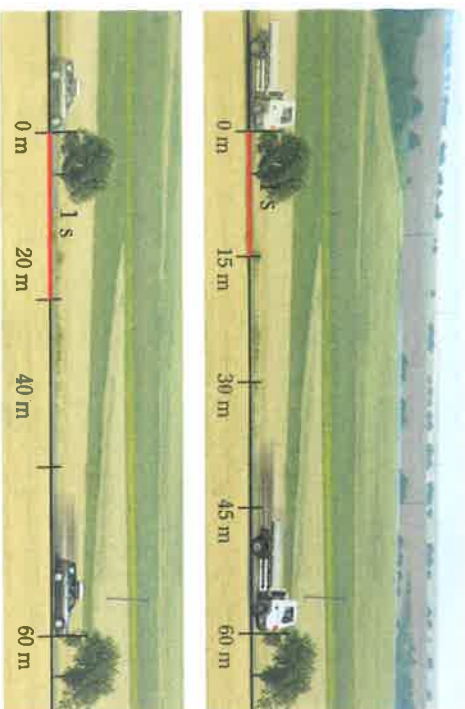


Rychlost rovnoměrného pohybu

? Když jedeš na kole a předjede tě kamarád, řekneš, že jede rychleji nebo že má větší rychlost. Co to vlastně je rychlost a jak ji určíme?

Začneme od nejjednoduššího pohybu, od pohybu rovnoměrného. Představte si, že sledujeme rovnoměrný pohyb nákladního automobilu a pak osobního automobilu. Jak určíme, kdo jel rychleji? Zvolíme si určitou dráhu, např. mezi dvěma stromy u silnice, $s = 60$ m (obr. 1.15). Pomocí stopky změříme dobu t , za kterou vozidla urazí dráhu s . Z obrázku vidíme, že osobní auto je rychlejší, protože dráhu $s = 60$ m projede za 3 s, zatímco nákladní za 4 s.

Obr. 1.15 Rychlost je rovna dráze ujeté za jednotku času.



$$s = 60 \text{ m}$$

$$t = 4 \text{ s}$$

$$v = s : t$$

$$v = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$s = 60 \text{ m}$$

$$t = 3 \text{ s}$$

$$v = s : t$$

$$v = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Jakou dráhu každé z vozidel ujelo za 1 s? Nákladní auto ujede za 1 s dráhu 15 m. Osobní auto je rychlejší, ujede za 1 s dráhu 20 m. Právě pomocí dráhy ujeté za jednotku času porovnáváme rychlost. Rychlost osobního auta (obr. 1.15) je 20 metrů za sekundu, rychlost nákladního je 15 metrů za sekundu.

Rychlost rovnoměrného pohybu určíme tak, že dráhu s dělíme dobou pohybu t .

Rychlost je fyzikální veličina a značíme ji v . **Matematicky můžeme zapsat vztah pro výpočet rychlosti:**

$$v = s : t \quad \text{nebo} \quad v = \frac{s}{t}$$

Je-li dráha s vyjádřena v metrech a doba t v sekundách, je **jednotkou rychlosti metr za sekundu**. Tuto jednotku značíme $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ a čteme metr za sekundu (budeme používat i úspornější zápis této jednotky m/s). Rychlost $1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ má těleso, které při rovnoměrném pohybu urazí např. dráhu 1 m za 1 s.

Rychlost automobilů se častěji než v metrech za sekundu uvádí v kilometrech za hodinu. Tuto jednotku rychlosti značíme $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ (nebo km/h).

? Jak lze rychlost udanou v jednotce $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ vyjádřit v jednotce $\frac{\text{km}}{\text{h}}$? Ukážeme si to v následujících příkladech.

▷ Příklad

Při orbě na poli jede traktor rovnoměrným pohybem rychlostí $3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Jak vyjádříme tuto rychlost v jednotce $\frac{\text{m}}{\text{s}}$?

Řešení:

$v = 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$	Rychlost traktoru je $v = 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. To znamená, že za 1 h = 3 600 s ujede traktor dráhu 3,6 km = 3 600 m.
$v = ? \frac{\text{m}}{\text{s}}$	Rychlost v jednotce $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ je $v = \frac{3\,600 \text{ m}}{3\,600 \text{ s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Traktor jede rychlostí $1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Potřebujeme-li rychlost vyjádřenou v jednotce $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ vyjádřit v jednotce $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ nebo naopak, můžeme postupovat jako v příkladu s traktorem. Můžeme ale také využít toho, co jsme spočítali:

$$1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

▷ Příklad

Jak vyjádříme rychlost rovnoměrného pohybu osobního automobilu z obr. 1.15 v jednotce $\frac{\text{km}}{\text{h}}$?

Řešení:

$v = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	V předchozím příkladu jsme odvodili, že $1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Můžeme tedy psát:
$v = ? \frac{\text{km}}{\text{h}}$	$20 \frac{\text{m}}{\text{s}} = (20 \cdot 3,6) \frac{\text{km}}{\text{h}} = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

Automobil jede rychlostí $72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

Ten, kdo si odvozený vztah nepamätuje, může použít tabulku F7.

Všimněte si, že automobil jede 20krát rychleji než traktor v předchozím příkladu. Údaj o velikosti rychlosti je 20krát větší jak v jednotce $\frac{\text{m}}{\text{s}}$, tak v jednotce $\frac{\text{km}}{\text{h}}$.

V pozemní a letecké dopravě se rychlost vyjadřuje zpravidla v jednotce $\frac{\text{km}}{\text{h}}$, v kosmonautice obvykle v jednotce $\frac{\text{km}}{\text{s}}$. Rychlost světla ve vakuu je přibližně $300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$.

Otázky a úlohy

- Které veličiny musíš změřit nebo znát, abys určil rychlost rovnoměrného pohybu tělesa?
- Napiš vztah pro výpočet rychlosti rovnoměrného pohybu. Vysvětlí význam písmen ve vztahu.
- a) Vysvětlí, co znamená, že rychlost rovnoměrného pohybu plavce je $1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.
b) Určí rychlost plavce v kilometrech za hodinu.
- Odhadni, jakou rychlostí se obvykle pohybuje chodec, automobil v obci, popř. na dálnici.
- Polož prst na lavici a posunuj ho rovnoměrným pohybem rychlostí asi 1 m/s a pak $0,5 \text{ m/s}$.
- Vlaštovka při své cestě na jih uletěla rovnoměrným pohybem 115 m za 5 s .
a) Vypočítej rychlost letu vlaštovky.
b) Mohla by touto rychlostí přelhnout holuba, který letí rychlostí $94 \frac{\text{km}}{\text{h}}$?
- a) Při maratonu proběhl běžec úsek trati o délce 4 km rovnoměrným pohybem za 13 min . Jakou rychlostí proběhl tento úsek?
b) Světový rekord v maratonu mužů z roku 2002 je $2 : 05 : 38$, tj. $2 \text{ h } 5 \text{ min } 38 \text{ s}$. Délka maratonského běhu je $42,195 \text{ km}$. Mohl by běžec z úlohy a) překonat uvedený rekord, kdyby běžel celou trať stejnou rychlostí jako v popsaném úseku?
- Doplně následující tabulku rychlosti rovnoměrných pohybů. K výpočtu využij kalkulačku a výsledky správně zaokrouhli.

Let	Střemhlavý let sokola	Let rovyse	Jízda cyklisty	Plavba motorové lodi
$\frac{v}{\text{km/h}}$	240		30	
$\frac{v}{\text{m/s}}$	5	47		10

- Žirafa uběhla rovnoměrným pohybem dráhu 280 m za 20 s . Podle informativní tabulky rychlosti F7 rozhodni, zda by při tomto běhu mohl žirafu předhnout závodní kůň.
- Rychlost zvuku ve vzduchu je 340 m/s . Jakou nejmenší rychlostí (v km/h) musí letět letadlo, abychom řekli, že je nadzvukové?

Dráha při rovnoměrném pohybu tělesa



Představte si, že jedete s rodiči autem a na tachometru je stále 80 km/h . Tedy po tu dobu je pohyb auta rovnoměrný. Jakou dráhu by touto rychlostí ujele auto za jednu hodinu, za dvě hodiny, za tři hodiny? Snadno spočítáte, že dráha auta za jednu hodinu by byla 80 km , za dvě hodiny dvakrát tolik, tj. 160 km , a za tři hodiny třikrát tolik, tj. 240 km . Neboi při rovnoměrném pohybu platí: Kolikrát delší je doba pohybu, tolikrát delší je dráha.

Prozkoumejme, zda to platí i pro rovnoměrný pohyb autička v pokusu podle obr. 1.11. Metronom byl nařazen na sekundové signály. Značky nám ukáží polohy autička vždy po uplynutí 1 s . Délkovým měřidlem určíme dráhy autička na konci první, druhé a třetí sekundy. Výsledky zapíšeme do tabulky:

$\frac{t}{\text{s}}$	0	1	2	3
$\frac{s}{\text{m}}$	0	$0,20 = 0,20 \cdot 1$	$0,40 = 0,20 \cdot 2$	$0,60 = 0,20 \cdot 3$

V tabulce vidíme, že platí: **Kolikrát delší je doba pohybu, tolikrát delší je dráha.** Stejný výsledek bychom dostali i pro jiný rovnoměrný pohyb. Také naše úvaha, jak se bude měnit dráha při rovnoměrném pohybu auta, je ve shodě s tímto výsledkem.

Při rovnoměrném pohybu tělesa je dráha přímo úměrná době pohybu.

Z libovolné dvojice doby a příslušné dráhy z tabulky určíme rychlost rovnoměrného pohybu autička:

$$v = \frac{s}{t}, \text{ např. } v = \frac{0,40 \text{ m}}{2 \text{ s}} = 0,20 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Podle druhého řádku tabulky můžeme zapsat vztah, který platí pro dráhu každého rovnoměrného pohybu:

$$s = vt$$

Jak se mění dráha rovnoměrného pohybu tělesa s časem, znázorníme také **graficky**, podobně jako jsme to udělali v úloze 5 v článku 1.2.

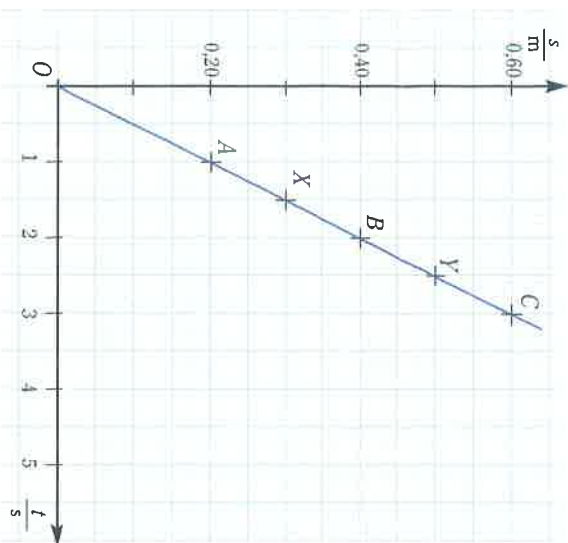
- Na milimetrový papír narysujeme vodorovnou osu, na kterou budeme znázorňovat čas.

Vhodně zvolíme stupnici, abychom mohli nanést všechny hodnoty času z tabulky, pro pohyb autička např. stupnici $1 \text{ cm} \hat{=} 1 \text{ s}$.

- Kolmo k časové ose v bodě O sestrojíme svislou osu, na kterou budeme nanášet dráhu. Před volbou stupnice zjistíme z tabulky největší hodnotu dráhy a podle toho zvolíme stupnici. Pro pohyb autička např. $1 \text{ cm} \hat{=} 0,10 \text{ m}$.
- Pro každou dvojici hodnot času a dráhy z tabulky vyznačíme v síti příslušný bod (obr. 1.16).

- Body spojíme úsečkami. V našem případě leží body A , B , C na jedné polo-přímce s počátkem v bodě O . Bod O odpovídá počátku pokusu, tj. času $t = 0$ a dráze $s = 0$.
- Libovolnému bodu polopřímky odpovídá určitá doba pohybu a k ní příslušná dráha. Např. bodu X odpovídá doba pohybu $t = 1,5$ s a dráha $s = 0,30$ m. Nesmíme zapomenout popsat osy grafu: jaké veličiny a v jakých jednotkách je znázorňujeme. Např. u svislé osy grafu dráhy napíšeme $\frac{s}{m}$.

Obr. 1.16 Graf přímé úměrnosti dráhy a času při rovnoměrném pohybu autička



Z grafu dráhy můžeme vyčíst mnoho informací o pohybu. Např. známe-li dobu rovnoměrného pohybu, můžeme z grafu **určit příslušnou dráhu**. V našem grafu zjistíme např., že v čase $0,5$ s byla dráha autička $0,10$ m.

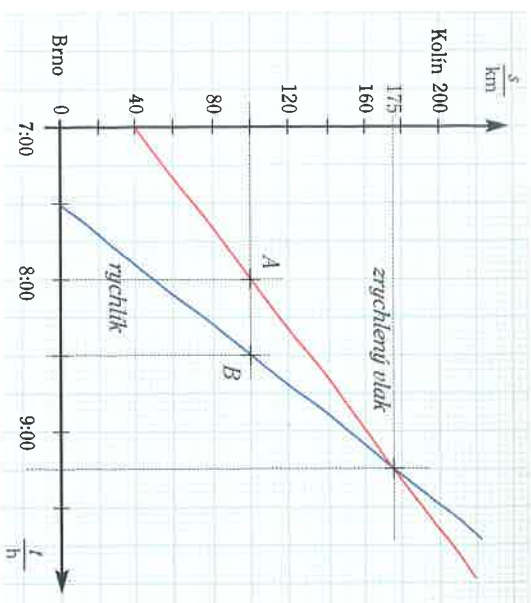
Známe-li naopak dráhu rovnoměrného pohybu, můžeme z grafu **určit dobu pohybu**. Např. dráze autička $0,5$ m odpovídá doba $2,5$ s (bod Y).

Z doby a dráhy, které odpovídají libovolnému bodu grafu, lze **určit rychlost rovnoměrného pohybu**. Např. bodu Y odpovídá dráha $s = 0,5$ m a doba $t = 2,5$ s.

$$\text{Rychlost } v = \frac{s}{t} = \frac{0,5 \text{ m}}{2,5 \text{ s}} = 0,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

V jednom obrázku můžeme znázornit grafy dráh i více pohybů. V obr. 1.17 je graf dráhy pohybu zrychleného vlaku (červená polopřímka) a rychlíku (modrá polopřímka) na trati z Brna do Kolína. Co všechno můžeme z grafů vyčíst? Zrychlený vlak byl v $7:00$ už 40 km od Brna a rychlík vyjel z Brna až v $7:30$. Přesto rychlík dojel do Kolína dřív. Rychlík jel větší rychlostí. Graf dráhy jeho pohybu je strmější.

Obr. 1.17 Graf závislosti dráhy rovnoměrného pohybu dvou vlaků na čase



Přesvědčíme se výpočtem, že pohyb se strmějším grafem dráhy má větší rychlost. Zrychlený vlak byl v $8:00$ podle červeného grafu (bod A) 100 km od Brna. Za první hodinu jízdy (od $7:00$ do $8:00$) ale ujel jen dráhu $s = 100 \text{ km} - 40 \text{ km} = 60 \text{ km}$. Jeho rychlost tedy byla $v = s : t = (60 : 1) \text{ km/h} = 60 \text{ km/h}$. Rychlík za první hodinu své jízdy (od $7:30$ do $8:30$) ujel podle modrého grafu (bod B) dráhu 100 km . Jeho rychlost tedy byla $v = s : t = (100 : 1) \text{ km/h} = 100 \text{ km/h}$.

? Naučili jsme se určit rychlost rovnoměrného pohybu z dráhy a času podle rovnice $v = \frac{s}{t}$. Umíme určit dráhu pohybu z rychlosti a času podle rovnice $s = vt$. Jak určíme dobu pohybu, známe-li jeho rychlost a dráhu?

Příklad
Věra bydlí 60 m od nádraží. V kolik hodin musí vyjít z domova, aby stihla vlak v 7 h 30 min, když půjde rovnoměrně rychlostí 2 m/s ?

Řešení:

$$v = \frac{2 \text{ m}}{\text{s}}$$

$$\frac{s = 60 \text{ m}}{t = ? \text{ s}}$$

Za každou sekundu ujede Věra 2 m. Aby ušla vzdálenost 60 m, potřebuje tolik sekund, kolikrát se vejde 2 m do 60 m.

Musíme tedy spočítat: $60 : 2 = 30$

Věra půjde na nádraží 30 s.

Věra musí vyjít z domova nejpozději v 7 h 29 min 30 s, ale raději dřív.

Náš výpočet můžeme pomocí značek veličin zapsat: $t = s : v$ nebo $t = \frac{s}{v}$.

Otázky a úlohy

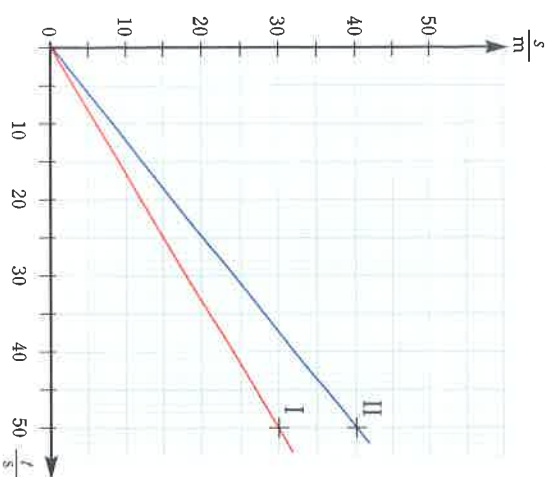


- Jak závisí dráha při rovnoměrném pohybu tělesa na době jeho pohybu?
- Napiš vztah pro výpočet dráhy při rovnoměrném pohybu tělesa.
 - Popiš grafy závislosti dráhy na čase zrychleného vlaku a rychlíku v obr. 1.17.
 - Kterou veličinu znázorňujeme na vodorovné ose grafu a kterou na svislé ose?
 - Co všechno můžeš z grafu vyčíst o pohybu obou vlaků?
 - Můžeš podle těchto grafů rozhodnout bez počítání, který vlak jel větší rychlostí? Svou odpověď zdůvodni.
 - Kdy a kde dohonil rychlík zrychlený vlak a došlo k jejich „křížování“? Jak se zařídí, aby se vlaky v takovém místě „nesrazily“?
 - Zdeněk sledoval při jízdě tachometr na svém kole. Zjistil, že se mu na rovném dlouhém úseku silnice podařilo jet 30 min stálou rychlostí 20 km/h. Jakou přitom ujel vzdálenost? Může ji také zjistit na svém tachometru?
 - Letadlo na lince Praha-Bratislava proletí rovnoměrným přímočarým pohybem úsek Jihlava-Brno rychlostí 640 km/h za dobu 7,5 min. Urči vzdálenost Jihlavy a Brna vzdušnou čarou.
 - Jak dlouhý je železniční most, jestliže ho začátek nákladního vlaku (přední část lokomotivy) přejede za 1,2 min? Vlak jede rovnoměrně rychlostí 40 km/h.

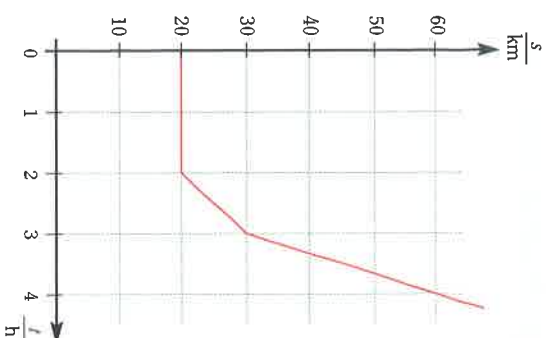
t $\frac{s}{m}$	0	10	20	30	40	50
s m	0	15	30	45	60	75

 - Můžeš podle tabulky rozhodnout, zda chodec šel rovnoměrným pohybem?
 - Sestroj graf závislosti dráhy pohybu chodce na čase.
 - Urči z grafu rychlost pohybu chodce. Zkontroluj výsledek výpočtem pomocí údajů v tabulce.
 - Na obr. 1.18 jsou znázorněny grafy drah pohybu zákazník, který se v obchodním domě veze jednou po pohyblivých schodech (graf II) a podruhé po pohyblivém chodníku (graf I). V obou případech se zákazník nechává jen vézt.
 - Rozhodni bez výpočtu, zda má větší rychlost na schodech nebo na chodníku. Zdůvodni.
 - Z grafu I urči rychlost pohybu zákazník na chodníku.

Obr. 1.18 K úloze 6



Obr. 1.19 K úloze 7



- Z grafu II urči rychlost pohybu zákazník na schodech. Ověř správnost odpovědi a).
 - Jakou délku mají pohyblivé schody mezi přízemím a prvním poschodím, když vyzvezou zákazník za půl minuty?
- Prohlédni si graf závislosti dráhy pohybu vozidla na době pohybu (obr. 1.19). Co můžeš říci o pohybu vozidla v prvních dvou hodinách?
 - Než se začal měřit čas, ujelo vozidlo už určitou dráhu. Urči ji z grafu.
 - Urči z grafu dráhu od konce první do konce druhé hodiny.
 - Co můžeš říci o pohybu vozidla během třetí hodiny (tj. od konce druhé hodiny do konce třetí hodiny)?
 - Urči druh pohybu vozidla během čtvrté hodiny.
 - Z grafu urči rychlost pohybu vozidla během třetí hodiny a pak rychlost během čtvrté hodiny.
- Za jakou dobu přejdeš ulici, která je široká 9 m? Předpokládej, že půjdeš rychlostí 1,5 m/s.
 - Můžeš bezpečně přejít, když se k přechodu ze vzdálenosti 50 m blíží auto rychlostí 50 km/h? Zdůvodni.
 - Navrhni, jak můžeš změřit rychlost své chůze. Proveď měření a podle výsledku přepočti úlohu a) i b).



Průměrná rychlost nerovnoměrného pohybu tělesa

U rovnoměrného pohybu je rychlost stále stejně velká. Můžeme mluvit také o rychlosti nerovnoměrného pohybu?

Podle jízdního řádu (obr. 1.3) jel vlak č. 28310 ze Slavonic do Dačic 30 min a ujel vzdálenost 18 km. Přitom zastavoval ve čtyřech zastávkách. Vlak se na uvedené trati pohyboval **nerovnoměrným pohybem**. Při rozjíždění ujel vlak za stejné doby, např. za 1 s, postupně stále větší dráhy. Při zastavování ujel vlak postupně stále menší dráhy za stejné doby.

Pro nerovnoměrné pohyby zavádíme **průměrnou rychlost pohybu**. Značíme ji v_p . Průměrnou rychlost pohybu tělesa vypočítáme, když celkovou dráhu dělíme celkovou dobou pohybu:

$$v_p = \frac{\text{celková dráha}}{\text{celková doba}}$$

Příklad

Určete průměrnou rychlost vlaku č. 28310 na trati ze Slavonic do Dačic.

Řešení:

$$s = 18 \text{ km}$$

$$t = 30 \text{ min} = 0,5 \text{ h}$$

$$v_p = \frac{18 \text{ km}}{0,5 \text{ h}} = 36 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$v_p = ? \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Průměrná rychlost vlaku ze Slavonic do Dačic je $36 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

?

Co vlastně můžeme z údaje o průměrné rychlosti říci o průběhu pohybu? Pouze to, že kdyby vlak měl projet trať Slavonice-Dačice za stejnou dobu (30 min) rovnoměrným pohybem, musel by jet stále rychlostí 36 km/h . Nic však nemůžeme říci o přesném průběhu pohybu. Ve skutečnosti vlak zastavoval ve čtyřech zastávkách a v jízdním řádu není uvedeno, jak dlouho tyto zastávky trvaly. Z údajů v obr. 1.3 nebo z grafu dráhy, který jste dokreslovali podle obr. 1.9, můžeme zjistit, že mezi Slavonicemi a Mutišovem jel vlak průměrnou rychlostí 43 km/h , ale mezi Dačicemi město a Dačicemi měl průměrnou rychlost 20 km/h .

Jakou rychlosti jede vlak v dané chvíli, ukazuje strojevedoucímu ve vlaku tachometr. Těto rychlosti říkáme **okamžitá rychlost**. Podobně můžeme sledovat okamžitou rychlost na tachometru jízdního kola (obr. 1.20) nebo automobilu (obr. 1.21). Na displeji digitálních tachometrů přímo čteme velikost okamžité rychlosti v kilometrech za hodinu. U ručkových tachometrů ukazuje okamžitou rychlost výchylka ručky na stupnici. Když je údaj rychlosti na tachometru stálý, např. 60 km/h , vozidlo **se pohybuje rovnoměrně**. Když se údaj

okamžité rychlosti na tachometru zmenšuje, automobil koná **zpomalený pohyb**. Zvětšuje-li se údaj okamžité rychlosti na tachometru, koná automobil **zrychlený pohyb**.

Obr. 1.20 Tachometr na jízdním kole



Obr. 1.21 Tachometr z palubní desky automobilu



Příklad

Automobil jel na jednom úseku dálnice po dobu půl hodiny stálou rychlostí 80 km/h . Pak náhle svou rychlost zmenšil na 60 km/h . Touto rychlostí jel po dobu 45 min.

- a) Určete průměrnou rychlost automobilu na jeho dráze. Dráhu potřebnou ke snížení rychlosti zanedbáme.
- b) Vypočítejte aritmetický průměr obou rychlostí. Výsledek porovnejte s průměrnou rychlostí nerovnoměrného pohybu automobilu na dané dráze.

Řešení:

$$v_1 = 80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$t_1 = 0,5 \text{ h}$$

$$v_2 = 60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$t_2 = 0,75 \text{ h}$$

$$v_p = ?$$

- a) V prvním úseku ujede dráhu s_1 :

$$s_1 = v_1 t_1 = 80 \cdot 0,5 \text{ km} = 40 \text{ km}$$

Ve druhém úseku ujede dráhu s_2 :

$$s_2 = v_2 t_2 = 60 \cdot 0,75 \text{ km} = 45 \text{ km}$$

$$\text{Celková dráha: } s = s_1 + s_2 = 85 \text{ km}$$

$$\text{Celková doba: } t = t_1 + t_2 = 1,25 \text{ h}$$

$$v_p = \frac{s}{t} = \frac{85 \text{ km}}{1,25 \text{ h}} = 68 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

- b) Aritmetický průměr rychlostí:

$$\frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{140 \text{ km}}{2 \text{ h}} = 70 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

- a) Průměrná rychlost automobilu byla 68 km/h .

- b) Aritmetický průměr rychlosti je 70 km/h . Není tedy stejný jako průměrná rychlost.

Proto pozor, nesmíme průměrnou rychlost zaměňovat s aritmetickým průměrem rychlostí.

Otázky a úlohy

1. Jak určíme průměrnou rychlost nerovnoměrného pohybu?
2. Co může říci o pohybu cyklisty z údaje, že cyklista projel etapu závodu průměrnou rychlostí 30 km/h?
3. Který přístroj umožňuje zjistit rychlost automobilu v daném okamžiku (přesněji řečeno ve velmi krátkém časovém intervalu)? Jak na něm zjistíme, zda automobil jede rovnoměrným, nebo nerovnoměrným pohybem?
4. Které údaje se dají přečíst na přístroji v obr. 1.21?
1. Může být v některém úseku silnice rychlost automobilu 90 km/h, jestliže průměrná rychlost od rozjezdu do zastavení byla 50 km/h? Svou odpověď zdůvodni.
2. Na mistrovství světa v klasickém lyžování získal v r. 2003 zlatou medaili náš běžec Martin Koukal. Vypočítej, jakou měl průměrnou rychlost, když trať dlouhou 50 km uběhl za 1 h 54 min 25,3 s.
3. Jeden chodec prošel dráhu 16 km za dobu 3 h 12 min, druhý prošel dráhu 18 km za dobu 3 h 18 min. Který z nich měl na své trati větší průměrnou rychlost? Použij kalkulačku, číselné hodnoty průměrných rychlostí správně zaokrouhli.
4. Pomoci obr. 1.15 vypočítej průměrnou rychlost nákladního automobilu na dráze 15 m, 30 m a 45 m. Co jsi tímto výpočtem ověřil(a)? Jaká je průměrná rychlost na celém úseku dráhy?
5. a) Ručka tachometru v automobilu se ustálila na údají 70 km/h. Vysvětlí, co to znamená.
b) Po 6 min jízdy se začala výchylka ručky tachometru automobilu zvětšovat. Jaký pohyb automobil konal?
c) Před vjezdem do uzavřené obce snížil řidič rychlost na 50 km/h a touto rychlostí projel celou obcí. Popiš, jak se při tom změnila výchylka ručky tachometru, když před vjezdem do obce ručka ukazovala 80 km/h.
6. a) Vypočítej, jakou průměrnou rychlostí šla držitelka českého rekordu v chůzi na 20 km Barbora Dibelková, jejíž čas se uvádí 1 : 33 : 25 (to znamená 1 h 33 min 25 s).
b) Porovnej ji s průměrnou rychlostí nejlepší české běžkyně Ivany Martincové na Pražském mezinárodním maratonu v r. 2003, která dosáhla času zapsaného ve výsledcích jako 2 : 50 : 42.
7. Navrhni a popiš, jak bys pouze pomocí hodinek ověřil, že tachometr automobilu při jízdě po dálnici ukazuje správnou hodnotu rychlosti. Zkus si ověřit navržený postup, třeba až pojedáš s rodiči.

Úlohy k opakování a shrnutí učiva článků 1.1 až 1.6

1. Cestující v tramvaji, která jede rovnoměrným pohybem, pozoruje oknem autobus jedoucí podle tramvaje. Po určitou dobu vidí, že autobus jede vpřed, potom se mu jeví jako nehybný. Po chvíli pozoruje, že autobus jede vzad. Jak popíše tyto situace pozorovatel stojící na chodníku?
2. Pozoroval jsi někdy, jak jede buldozer (obr. 1.22)?
a) Pohybují se stále všechny části jeho pásů vzhledem k terénu?
b) Které části jeho pásů jsou v určitém okamžiku v klidu a které v pohybu vzhledem k terénu?
c) Pohybují se v určitém okamžiku některé části buldozera vzhledem k terénu opačným směrem než celý buldozer?

Obr. 1.22 Buldozer



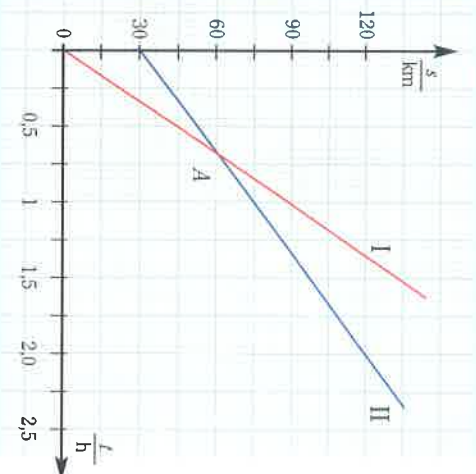
3. Rozhodni, zda je pohyb šetrku přepravovaného pásovým dopravníkem na hromadu (obr. 1.23):
a) posuvný, nebo ořádivý,
b) nerovnoměrný, nebo rovnoměrný?
c) Jaký pohyb koná šetrk, když z pásového dopravníku padá na hromadu?

Obr. 1.23 K úloze 3



4. První umělá družice Země, vypuštěná 4. října 1957, obletěla Zemi rovnoměrným pohybem za 1 h 35 min. Jakou dráhu družice při tomto oběhu Země urazila, byla-li její rychlost 8 km/s? Použij kalkulačku a výsledek správně zaokrouhli.
5. Po nádražním nástupišti projíždějí proti sobě dva nákladní vozíky. První z nich jede vzhledem k nástupišti stálou rychlostí 10,2 km/h, druhý stálou rychlostí 7,8 km/h. Jakou rychlostí se přibližuje řidič prvního vozíku k řidiči druhého vozíku? Řeš úlohu také pro případ, že první vozík jede za druhým.

Obr. 1.24 K úloze 6



6. Na obr. 1.24 jsou grafy závislosti dráhy na čase automobilu (I) a traktoru (II). Vozidla jedou za sebou rovnoměrným pohybem po téže silnici.
- Které vozidlo se začalo pohybovat dřív?
 - Z grafi bez výpočtu odhadni, které z vozidel se pohybuje větší rychlostí.
 - Over' svůj odhad výpočtem rychlostí obou vozidel.
 - Jakou rychlostí jede automobil vzhledem k traktoru?
 - Popiš situaci v okamžiku, který odpovídá bodu A grafu.
7. Automobil jede stále rychlostí 80 km/h.
- Narysuj na milimetrový papír graf závislosti dráhy pohybu automobilu na čase. Pro $t = 0$ je dráha $s = 0$. Urči z grafu dobu, za kterou automobil ujede rovnoměrným pohybem dráhu 140 km.
 - Narysuj graf závislosti rychlosti automobilu na čase.
 - Urči z grafu dobu, za kterou automobil ujede 100 km, 280 km, 300 km.
 - Urči z grafu vzdálenost, kterou automobil ujede za 1,5 h, 2 h, 3 h.
8. Automobil projel dráhu 60 km tak, že v její první polovině jel stálou rychlostí 60 km/h a v druhé polovině dráhy stálou rychlostí 80 km/h. Jaká byla průměrná rychlost po celou dobu pohybu?
9. V úloze 3 z článku 1.3 jsi zjistil(a), že volně padající kulička koná zrychlený pohyb.
- Změř v obr. 1.14 dráhy kuličky v časech 0,03 s, 0,06 s, 0,09 s, 0,12 s. Výsledky měření zapiš do tabulky. Nezapomeň uvést do záhlaví tabulky jednotky dráhy a času.

- Na milimetrový papír nakresli graf závislosti dráhy pádu kuličky na čase. (Zvol vhodné měřítko na obou osách. Vynes do grafu body odpovídající dvojitým časům a dráhy z tabulky. Spoj body čarou.) Porovnej výsledek s grafem rovnoměrného pohybu.
 - Z tabulky v části a) vypočti postupně průměrné rychlosti pádu kuličky za doby 0,03 s, 0,06 s, 0,09 s, 0,12 s. Jaký závěr můžeš z výpočtu udělat?
10. a) V následující tabulce jsou výsledky vítězů běhu mužů na halovém mistrovství světa v r. 2003. Vypočti průměrné rychlosti vítězů na jednotlivých tratích.

delka dráhy m	čas s	$\frac{v_p}{m/s}$	$\frac{v_p}{km/h}$
200	20,62		
400	45,34		
800	105,69		
1 500	222,59		

- Porovnej vzájemně průměrné rychlosti pro různé trati a zkus vysvětlit výsledek.
 - Porovnej průměrnou rychlost vítěze na 1 500 m s průměrnou rychlostí vítěze maratonského běhu z úlohy 4b) v článku 1.4.
11. Nejrychlejší zvíře na souši je gepard, ale není vytrvalý. Při štvanicí dokáže krátkou chvíli běžet rychlostí až 97 km/h.
- Kolik metrů dokáže uběhnout za 2 s?
 - Jakou dobu trvá štvаницe, jejíž dráha je 108 m?

SÍLA. SKLÁDÁNÍ SIL Co už víme o síle?



Zatlačte rukou na lavici. Cítíte, že současně lavice působí na vaši ruku? V 6. ročníku jsme zkoumali mnoho dalších příkladů vzájemného silového působení těles. Pro snadnější popis vzájemného působení těles používáme slovo **síla**. Např. ruka tlačí sílu na lavici. Někdy zkráceně říkáme: na lavici působí síla. Nesmíme si však pod tím představit, že síla je něco, co existuje samo o sobě. Vždy si musíme uvědomovat, co působí sílu. V našem příkladu je to ruka. Poznali jsme dokonce, že sílu mohou na sebe působit i tělesa, která se nedotýkají. Např. magnet a ocelová spinka se přitahují **magnetickou silou**. Hřeběn z plastu a vlas se při česání přitahují **elektrickou silou**, a to i když hřeběn trochu od vlasů vzdálíme. Země přitahuje padající míč **gravitační silou**.