

Skupina A

1. Automobil jel půl hodiny rychlostí $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, další hodinu jel po dálnici rychlostí $110 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Určete a) celkovou dráhu, kterou automobil urazil, b) průměrnou rychlost automobilu.
[a) 135 km ; b) $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$]

2. Letadlo se rozjíždí z klidu rovnoměrně zrychleně a za dobu 15 s dosáhne rychlosti $60 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Vypočítejte a) velikost zrychlení letadla, b) dráhu, kterou při rozjezdu urazí.
[a) $4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$; b) 450 m]

3. Ve vagonu vlaku, který jede stálou rychlostí $25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ po přímé vodorovné trati, je vržen míč rychlostí $15 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ vzhledem k vagonu. Jak velká je rychlost míče vzhledem k povrchu Země, je-li míč vržen a) ve směru jízdy, b) proti směru jízdy, c) kolmo ke směru jízdy?
[a) $40 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; b) $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; c) $29 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$]

4. Určete průměrnou rychlost automobilu, který se pohybuje a) první polovinu doby své jízdy rychlostí $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, druhou polovinu rychlostí $30 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, b) na první polovině celkové dráhy rychlostí $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, na druhé polovině rychlostí $30 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.
[a) $v_p = (v_1 + v_2)/2 = 60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$; b) $v_p = 2v_1v_2/(v_1 + v_2) = 45 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$]

5. Z téhož místa se začnou současně pohybovat dvě tělesa ve stejném směru; první rovnoměrně rychlostí $12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, druhé rovnoměrně zrychleně s nulovou počáteční rychlostí a se zrychlením $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$. Určete výpočtem i graficky, za jakou dobu budou mít obě tělesa stejnou rychlost.
[6 s]

6. Na obr. C2-2 je nakreslen graf závislosti rychlosti motocyklu na čase. Určete zrychlení motocyklu v časech 1 s , 4 s a 8 s .
[$4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, $0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$]

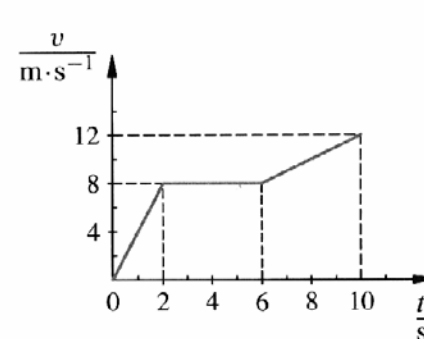
Skupina B

1. Cyklista urazí na vodorovné silnici dráhu 300 m rychlostí $6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a pak na mírném stoupání dráhu 150 m rychlostí $3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Určete a) celkovou dobu jízdy cyklisty, b) jeho průměrnou rychlost.
[a) 100 s ; b) $4,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$]

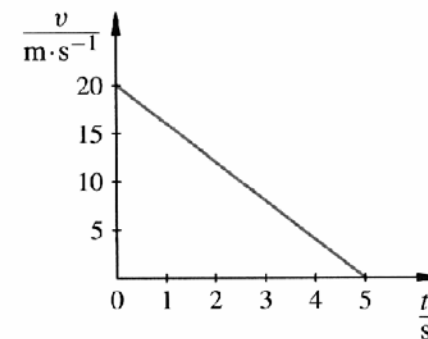
2. Motocykl se rozjíždí z klidu s konstantním zrychlením $0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$. Určete a) dobu, za kterou dosáhne rychlosti $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, b) dráhu, kterou za tuto dobu urazí.
[a) 20 s ; b) 100 m]

3. Plavec, jehož rychlost vzhledem k vodě je $0,85 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, plave v řece, která teče rychlostí $0,40 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Určete rychlost plavce vzhledem k břehům řeky, směřuje-li a) po proudu, b) proti proudu, c) kolmo k proudu.
[a) $1,25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; b) $0,45 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; c) $0,94 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$]

7. Rychlost vlaku, který jel rovnoměrně zpomaleně po přímé trati, se během 20 s zmenšila z $54 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ na $36 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Vypočítejte velikost zrychlení vlaku a dráhu, kterou za danou dobu urazil.
[$0,25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, 250 m]



C2-2



C2-3

8. Na obr. C2-3 je nakreslen graf závislosti rychlosti hmotného bodu na čase. Jaký pohyb hmotný bod koná? Jak velké je jeho zrychlení? Na jaké dráze zastaví?
[rovnoměrně zpomalený pohyb, $4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, 50 m]
9. Loďka, jejíž rychlost vzhledem k vodě je $5,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, pluje v řece, která teče rychlostí $1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Pod jakým úhlem vzhledem k proudu musí loďka plout, aby se pohybovala kolmo k břehům řeky? Jakou rychlostí se přibližuje k břehu?
[106° , $5,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$]

Cvičení 3 KINEMATIKA KŘIVOČARÉHO POHYBU**Příklad 1**

Na prodloužené ose motoru jsou upevněny ve vzdálenosti $0,80 \text{ m}$ od sebe dva papírové kotouče, které se rovnoměrně otáčejí s frekvencí 50 Hz . Kotouče jsou proraženy střelou letící rovnoběžně s osou otáčení. Podle otvorů způsobených střelou v kotoučích bylo zjištěno, že se během průletu střely kotouče otočily o úhel 30° . Vypočítejte rychlost střely.

Řešení

$$s = 0,80 \text{ m}, \quad f = 50 \text{ Hz}, \quad \varphi = 30^\circ = \frac{\pi}{6} \text{ rad}; \quad v = ?$$

rychlost v okolí bodu A. Zvolíme-li časový interval $\Delta t = 4$ s, je poloha hmotného bodu na konci intervalu znázorněna bodem C a průměrná rychlost je $v_p = (36 - 4) \text{ m} / (6 - 2) \text{ s} = 8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Při volbě časového intervalu $\Delta t = 2$ s je průměrná rychlost $v_p = 6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, zmenšíme-li časový interval na $\Delta t = 1$ s, dostaneme průměrnou rychlost $v_p = 5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

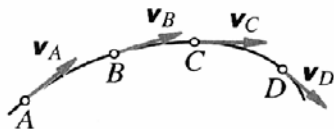
Jestliže zvolíme velmi malý časový interval, pak hmotný bod urazí velmi malou dráhu. Na obr. 2-8 tomu odpovídá bod A', který je velmi blízký bodu A. Rychlost určená pomocí dvou velmi blízkých bodů se nazývá **okamžitá rychlost**.

Velikost okamžité rychlosti v daném bodě trajektorie a v daném čase je definována jako průměrná rychlost ve velmi malém časovém intervalu na velmi malém úseku trajektorie.

Dosud jsme uvažovali jen o velikosti rychlosti. Průměrná rychlost je skalární fyzikální veličina, k jejímuž určení skutečně stačí znát jen její velikost. **Okamžitá rychlost je však vektorová fyzikální veličina**, to znamená, že je jednoznačně určena, známe-li také její směr. Okamžitou rychlost znázorňujeme orientovanou úsečkou, jejíž délka představuje velikost rychlosti, poloha v prostoru určuje směr rychlosti. V tisku označujeme okamžitou rychlost jako vektorovou fyzikální veličinu polotučným písmenem **v**, při psaní **v**. Velikost rychlosti označujeme *v* nebo $|\mathbf{v}|$.

Okamžitá rychlost má vždy směr tečny k trajektorii hmotného bodu v daném bodě trajektorie.

Při pohybu hmotného bodu po křivce se jeho rychlost vždy mění, neboť se mění směr rychlosti (obr. 2-9). Velikost rychlosti se při tom může, ale nemusí měnit.



2-9 Okamžitá rychlost má v každém bodě směr tečny k trajektorii hmotného bodu

Jestliže se při pohybu hmotného bodu **nemění velikost rychlosti**, je pohyb **rovnoměrný**. V ostatních případech je pohyb hmotného bodu **nerovnoměrný**.

Při **rovnoměrném pohybu** je **velikost rychlosti konstantní**. Jestliže je rovnoměrný pohyb křivočarý, mění se směr rychlosti, neboť rychlost má vždy směr

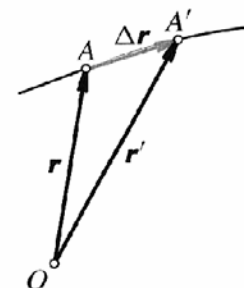
tečny k trajektorii. Při **nerovnoměrném pohybu** se **mění velikost rychlosti**; je-li přitom pohyb křivočarý, mění se i směr rychlosti.

Rychlost hmotného bodu jako vektorovou veličinu můžeme definovat pomocí změn polohového vektoru. Uvažujme hmotný bod, jehož poloha je určena polohovým vektorem **r**. Hmotný bod se pohybuje po křivočaré trajektorii a v čase *t* je v bodě A (obr. 2-10). V čase *t* + Δt se hmotný bod přesune do bodu A' a jeho poloha je určena polohovým vektorem **r'**. Změna polohového vektoru $\Delta \mathbf{r}$ je dána rozdílem $\Delta \mathbf{r} = \mathbf{r}' - \mathbf{r}$. Zvolíme-li velmi malý časový interval Δt , je také změna polohového vektoru $\Delta \mathbf{r}$ velmi malá, bod A' je velmi blízký bodu A a můžeme pak spojnicí těchto dvou bodů pokládat za tečnu k trajektorii v bodě A.

Okamžitá rychlost **v** hmotného bodu v čase *t*, kdy je hmotný bod v bodě A, je dána podílem

$$\mathbf{v} = \frac{\Delta \mathbf{r}}{\Delta t},$$

přičemž předpokládáme, že doba Δt je velmi malá. Protože jsme dělili vektorovou veličinu $\Delta \mathbf{r}$ skalární veličinou $\Delta t > 0$, má okamžitá rychlost **v** stejný směr jako vektor $\Delta \mathbf{r}$, tedy **směr tečny k trajektorii hmotného bodu, a je orientována ve směru změny polohového vektoru**.



2-10 Změna polohového vektoru při pohybu hmotného bodu

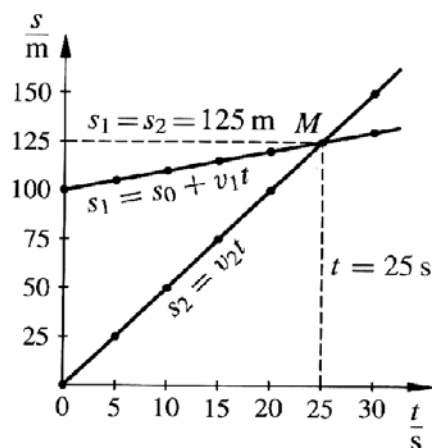
Úlohy

- 1** Nákladní vlak urazil dráhu 25 km mezi dvěma železničními stanicemi za půl hodiny. Vypočítejte průměrnou rychlost vlaku.
[$50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} = 14 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$]
- 2** Vyjádřete rychlosti $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ v kilometrech za hodinu.
[$18 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, $36 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$]
- 3** Vyjádřete rychlosti $60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, $110 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ a $140 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ v metrech za sekundu.
[$17 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $31 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $39 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$]

t/s	0	5	10	15	20	25	30
s_1/m	100	105	110	115	120	125	130
s_2/m	0	25	50	75	100	125	150

Sestrojíme grafy závislosti vzdáleností na čase (obr. 2-16). Průsečík M obou polopřímek odpovídá času a místu setkání obou chlapců. Z grafu odečteme $t = 25$ s, $s = 125$ m.

Spolužák dohoní chlapce za 25 s ve vzdálenosti 125 m od školy.



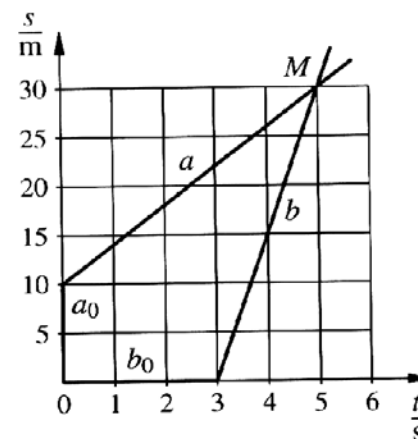
2-16 K řešenému příkladu

Vztahy pro dráhu uvedené v tomto článku můžeme použít při přímočarém i křivočarém rovnoměrném pohybu hmotného bodu.

Úlohy

- 1 Hmotný bod koná rovnoměrný křivočarý pohyb. Mění se jeho rychlost?
- 2 Na obr. 2-17 jsou nakresleny grafy závislosti dráhy na čase pro dva body, A (polopřímka a) a B (polopřímka b). Oba body se pohybují po téže trajektorii týmž směrem. Určete a) velikost rychlosti bodu A a velikost rychlosti bodu B, b) význam úseček a_0 a b_0 , c) význam průsečíku M polopřímek a a b .

[a) $v_A = 4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $v_B = 15 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; b) $a_0 = 10 \text{ m}$ je počáteční vzdálenost bodu A od zvoleného počátku dráhy, $b_0 = 3 \text{ s}$ je čas, ve kterém se začne pohybovat bod B; c) průsečík M znamená čas a místo setkání obou bodů; body se setkají v čase 5 s ve vzdálenosti 30 m]



2-17 K úloze 2

- 3 Dva hmotné body konají rovnoměrný pohyb po téže přímce týmž směrem. První bod se pohybuje rychlostí $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, druhý rychlostí $4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Počáteční vzdálenost obou bodů je 12 m, oba body se začnou pohybovat současně. Za jakou dobu a v jaké vzdálenosti se oba body setkají?
[Za 6 s ve vzdálenosti 24 m od počáteční polohy druhého bodu]
- 4 Křižovatkou projel traktor rychlostí $36 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Za deset minut projel touto křižovatkou týmž směrem osobní automobil rychlostí $54 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Za jakou dobu a v jaké vzdálenosti od křižovatky dostihne osobní automobil traktor? Obě vozidla se pohybují rovnoměrně.
[Za 30 minut od průjezdu traktoru, tj. za 20 minut od průjezdu osobního automobilu ve vzdálenosti 18 km od křižovatky]
- 5 Traktor a motocykl vyjedou současně proti sobě po přímé silnici. Počáteční vzájemná vzdálenost vozidel je 15 km, obě vozidla jedou stálou rychlostí. Rychlost traktoru je $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, rychlost motocyklu je $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Za jakou dobu od startu a v jaké vzdálenosti od počáteční polohy traktoru se obě vozidla míjejí?
[500 s, 5 km]

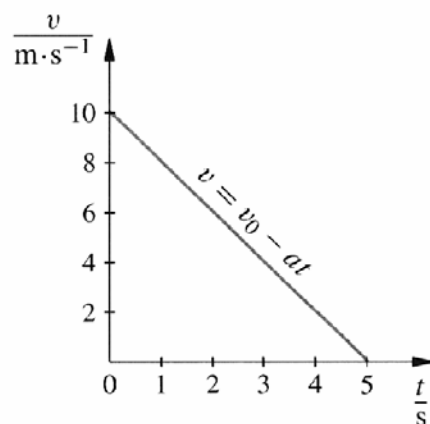
2.6 Rovnoměrně zrychlený přímočarý pohyb

S rovnoměrným přímočarým pohybem se v praxi setkáme jen zřídka. Sledujeme-li např. pohyb dopravních prostředků, zjistíme, že se jejich rychlost během jízdy mění a jen na některých úsecích trajektorie se pohybují rovnoměrně.

Velikost rychlosti hmotného bodu, který koná rovnoměrně zrychlený pohyb s počáteční rychlostí v_0 a se zrychlením o velikosti a , závisí na čase vztahem

$$v = v_0 + at.$$

Při rovnoměrně zpomaleném pohybu se rychlost hmotného bodu rovnoměrně zmenšuje s časem. Na obr. 2-22 je nakreslen graf závislosti velikosti rychlosti na čase pro hmotný bod, který koná rovnoměrně zpomalený pohyb s počáteční rychlostí $v_0 = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a se zrychlením o velikosti $a = 2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, přičemž zrychlení má opačný směr než rychlost.



2-22 Graf závislosti velikosti rychlosti rovnoměrně zpomaleného přímočarého pohybu na čase

Velikost rychlosti hmotného bodu, který koná rovnoměrně zpomalený pohyb s počáteční rychlostí v_0 a se zrychlením o velikosti a , závisí na čase vztahem

$$v = v_0 - at.$$

Příklad

Rychlík jede po přímé trati rychlostí $108 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Před železniční stanicí začne brzdit a zastaví za jednu minutu rovnoměrně zpomaleným pohybem. Vypočítejte velikost zrychlení rychlíku.

Řešení

$$v_0 = 108 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} = 30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}, \quad t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}; \quad a = ?$$

Velikost okamžité rychlosti rychlíku při rovnoměrně zpomaleném pohybu závisí na čase vztahem

$$v = v_0 - at.$$

V čase t_1 , kdy rychlík zastaví, je jeho okamžitá rychlost nulová, tedy $v = 0$. Dosazením do vztahu pro rychlost dostaneme

$$0 = v_0 - at_1$$

a odtud velikost zrychlení

$$a = \frac{v_0}{t_1}.$$

Číselně je $a = 0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Rychlík se před železniční stanicí pohyboval se zrychlením o velikosti $0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Úlohy

- 1 Co mají společného a čím se navzájem liší rovnoměrný přímočarý pohyb a rovnoměrný křivočarý pohyb?
- 2 Co mají společného a čím se navzájem liší rovnoměrný přímočarý pohyb a rovnoměrně zrychlený přímočarý pohyb?
- 3 Automobil se rozjížděl z klidu a dosáhl rovnoměrně zrychleným pohybem rychlosti $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ za dobu 20 s. Jak velké bylo zrychlení automobilu? [$1,25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$]
- 4 Hmotný bod má počáteční rychlost o velikosti $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a pohybuje se po přímce rovnoměrně zrychleným pohybem se zrychlením o velikosti $3,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$. Jak velkou rychlost má po 5 sekundách zrychleného pohybu? [$25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$]
- 5 Rychlost vlaku se při jeho brzdění zmenšila za dobu 50 s z hodnoty $36 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ na $18 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Určete velikost zrychlení vlaku za předpokladu, že jeho pohyb byl rovnoměrně zpomalený. [$0,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$]

Po úpravě dostáváme vztah

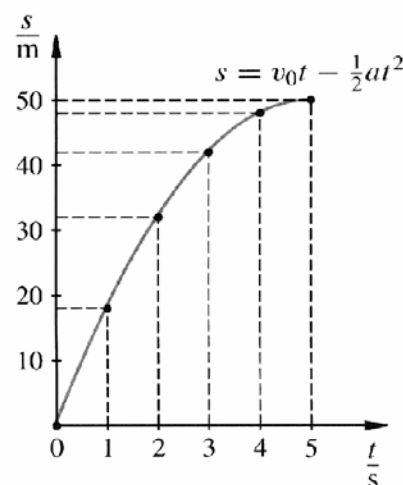
$$s_2 = \frac{v_0^2}{2a}.$$

Číselně je opět $s_2 = 50$ m.

c) Pro grafické znázornění závislosti dráhy na čase sestavíme tabulku:

t/s	0	1	2	3	4	5
s/m	0	18	32	42	48	50

Graf závislosti dráhy na čase je nakreslen na obr. 2-27.



2-27 Graf dráhy rovnoměrně zpomaleného pohybu

Okamžitá rychlost automobilu klesne na hodnotu $12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ za dobu 2 s, automobil při tom ujede dráhu 32 m. Automobil zastaví za dobu 5 s, jeho brzdná dráha je 50 m.

Úlohy

- 1 Raketa dosáhla za dobu 20 s z klidu rychlosti $1,2 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$. Její pohyb byl rovnoměrně zrychlený. Vypočítejte velikost zrychlení rakety a dráhu, kterou za danou dobu urazila. [$60 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, 12 km]
- 2 Vůz, který jel rychlostí $72 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, zvýšil během 10 sekund rovnoměrně zrychleným pohybem rychlost na $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Jak velké bylo jeho zrychlení a jakou dráhu při zvyšování rychlosti urazil? [$0,50 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, 225 m]

- 3 Pro účinnost brzd osobního automobilu je předepsáno, že automobil pohybující se po vodorovné suché vozovce rychlostí $40 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ musí zastavit na dráze 12,5 m. Jak velké je zrychlení automobilu a za jakou dobu automobil zastaví? [$4,9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, 2,3 s]
- 4 Rychlost vlaku, který jel rovnoměrně zpomaleně po přímé trati, se během 40 s zmenšila z $80 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ na $60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Určete velikost zrychlení vlaku a dráhu, kterou za danou dobu urazil. [$0,14 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, 780 m]

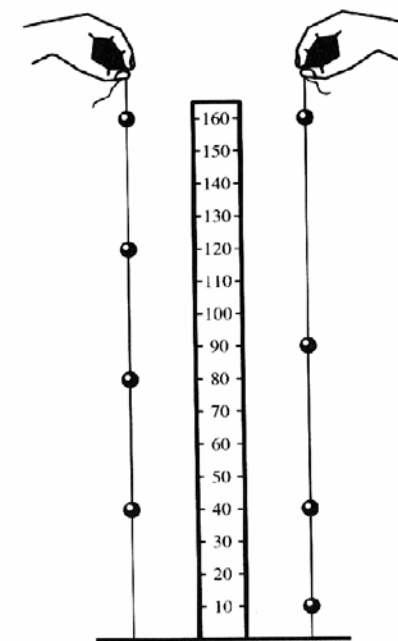
2.8 Volný pád

Volný pád je zvláštní případ rovnoměrně zrychleného pohybu s nulovou počáteční rychlostí. Je to pohyb tělesa volně padajícího ve vakuu v blízkosti povrchu Země.

Skutečnost, že volný pád je pohyb rovnoměrně zrychlený, prokázal svými pokusy již GALILEO GALILEI*. Další měření to potvrdila a umožnila také stanovit velikost zrychlení padajících těles. Toto zrychlení se nazývá **tíhové zrychlení** a označuje se **g**.

O tom, že volný pád je rovnoměrně zrychlený pohyb, se můžeme přesvědčit např. kuličkovým padostrojem (obr. 2-28). Jsou-li kuličky rozmístěny rovnoměrně, zkracují se doby mezi dopady dvou sousedních kuliček. Jestliže jsou vzdálenosti kuliček od roviny, na kterou dopadají, v poměru 1 : 4 : 9 : 16, jsou doby mezi dopady dvou sousedních kuliček stejné.

* GALILEO GALILEI (1564–1642) byl profesorem matematiky v Pise v Itálii. Objevil zákony volného pádu, pohybu po nakloněné rovině, pohybu kyvadla atd. Byl zastáncem Koperníkovy heliocentrické soustavy, objevil čtyři Jupiterovy měsíce, fáze Venuše, krátery na Měsíci. Již před Newtonem zformuloval jeden ze základních zákonů dynamiky – princip setrvačnosti. Je pokládán za zakladatele experimentálních metod ve fyzice.



2-28 Kuličkový padostroj

Pomocí Newtonovy trubice se můžeme přesvědčit, že **tíhové zrychlení je pro všechna tělesa padající ve vakuu stejné** (obr. 2-29). Je-li v Newtonově trubici vzduch, dopadne kulička podstatně dříve než peříčko, neboť peříčku klade vzduch mnohem větší odpor. Jestliže vzduch z trubice vyčerpáme, padají obě tělesa se stejným zrychlením a dopadnou současně.

Tíhové zrychlení g směřuje vždy svisle dolů. Směrem tíhového zrychlení je určen svislý směr na daném místě zemského povrchu. Velikost tíhového zrychlení se poněkud mění se zeměpisnou šířkou a nadmořskou výškou. V naší zeměpisné šířce (v nulové nadmořské výšce) má přibližně velikost $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$. Dohodou byla stanovena hodnota **normálního tíhového zrychlení** $g_n = 9,80665 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ (přesně). Při řešení úloh často zaokrouhluje hodnotu tíhového zrychlení na $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Volný pád je rovnoměrně zrychlený pohyb se zrychlením g a s nulovou počáteční rychlostí. Velikost okamžité rychlosti závisí na čase vztahem

$$v = gt,$$

přičemž rychlost směřuje svisle dolů.

Trajektorie volného pádu je část svislé přímky. Dráha závisí na čase vztahem

$$s = \frac{1}{2}gt^2.$$

Příklad

Míč padá volným pádem z výšky 20 m. Jak velkou rychlostí dopadne na zem?

Řešení

$$h = 20 \text{ m}, \quad g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}; \quad v = ?$$



2-29 Newtonova trubice.
Ve vakuu padají všechna
tělesa s tíhovým zrychlením

Rychlost míče závisí na čase vztahem $v = gt$. V čase t_1 dopadne míč na zem, urazí tedy dráhu rovnou jeho počáteční výšce nad zemí. Platí

$$s = h = \frac{1}{2}gt_1^2$$

a odtud čas

$$t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}}.$$

Velikost rychlosti při dopadu je

$$v = gt_1 = g\sqrt{\frac{2h}{g}}$$

a po úpravě

$$v = \sqrt{2hg}.$$

Číselně je $v = 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Míč dopadne na zem rychlostí o velikosti $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Úlohy

Ve všech úlohách dosazujte tíhové zrychlení $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

- 1 Jak dlouho padá kámen volným pádem do propasti o hloubce 80 m? Jak velkou rychlostí dopadne? [4 s, $40 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$]
- 2 Automobil narazil rychlostí $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ na pevnou překážku. Z jaké výšky by musel padat volným pádem, aby jeho rychlost při dopadu byla stejně velká? [31 m]
- 3 Za jakou dobu se rychlost volně padajícího tělesa zvětší z $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ na $30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$? Jakou dráhu těleso za tuto dobu urazí? [2 s, 40 m]

2.9 Skládání pohybů a rychlostí

Často se stává, že hmotný bod koná dva nebo i více pohybů současně. Předmět ve vagonu jedoucího vlaku se může pohybovat vzhledem k vagonu a spolu s vagonem se pohybuje vzhledem k povrchu Země. Letadlo se pohybuje vzhledem k okolnímu vzduchu a současně je spolu se vzduchem unášeno větrem.