

### 3 Dynamika hmotného bodu

Pohybový stav hmotného bodu hmotnosti  $m$  pohybujúceho sa rýchlosťou  $\vec{v}$  možno charakterizovať veličinou:

$\vec{p} = m\vec{v}$  – **hybnosť** hmotného bodu.

Druhý Newtonov pohybový zákon – **sila** pôsobiaca na hmotný bod je rovná časovej zmene jeho hybnosti:

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d}{dt}(m\vec{v}),$$

čo v prípade konštantnej hmotnosti možno písať aj v tvare:

$$\vec{F} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a},$$

teda sila je rovná súčinu hmotnosti hmotného bodu a zrýchlenia, ktoré mu udelila.

**Tiaž**  $\vec{G}$  je sila, ktorou pôsobí gravitačné pole Zeme na teleso hmotnosti  $m$  na povrchu Zeme a udelí mu zrýchlenie  $\vec{g}$  – gravitačné zrýchlenie:

$$\vec{G} = m\vec{g}.$$

Časový účinok sily vyjadruje **impulz sily**:

$$\vec{I} = \int_0^t \vec{F} dt,$$

ktorý je rovný zmene hybnosti častice, na ktorú sila pôsobí počas časového intervalu  $t$ :

$$\vec{I} = \vec{p} - \vec{p}_0,$$

kde  $\vec{p}$  je hybnosť hmotného bodu na konci pôsobenia sily a  $\vec{p}_0$  je hybnosť hmotného bodu na začiatku.

**Práca** je dráhový účinok sily, ktorá pôsobí na hmotný bod pozdĺž dráhy  $s$  pri jeho premiestnení z miesta 1 do miesta 2:

$$W = \int_1^2 \vec{F} \cdot d\vec{r} = \int_0^s F ds \cos \alpha.$$

**Kinetická energia** hmotného bodu je definovaná vzťahom:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2.$$

**Veta o kinetickej energii** hovorí, že práca, ktorú vykoná sila pôsobiaca na hmotný bod pozdĺž nejakej dráhy, sa rovná zmene kinetickej energie hmotného bodu:

$$W = \Delta E_k = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2,$$

kde  $v$  je rýchlosť hmotného bodu na konci dráhy, kde pôsobila sila, a  $v_0$  je rýchlosť na jej začiatku.

**Okamžitý výkon** je definovaný vzťahom:

$$P = \frac{dW}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v}.$$

**Potenciálna energia** telesa v poli konzervatívnych síl sa počíta ako záporne vzatá práca týchto síl vykonaná pri prenosení telesa z polohy 1 do polohy 2:

$$E_p = - \int_1^2 \vec{F} \cdot d\vec{r}.$$

Potenciálna energia telesa v poli konzervatívnych síl závisí iba od polohy. V prípade gravitačného poľa Zeme v malých výškach nad zemským povrchom pre potenciálnu energiu  $E_p$  telesa hmotnosti  $m$  platí:

$$E_p = mgh.$$

V poli konzervatívnych síl platí **zákon zachovania mechanickej energie**, ktorý hovorí, že súčet kinetickej energie  $E_k$  a potenciálnej energie  $E_p$  telesa je konštantný v každom časovom okamihu:

$$E = E_k + E_p = \text{konšt.}$$

---

## Úlohy

### Newtonove pohybové zákony

#### Úloha 3.1

Žeriav dvíha teleso s hmotnosťou 500 kg so zrýchlením  $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ . Akou silou pôsobí rameno žeriava na teleso?

$$[F = 5\,905 \text{ N}]$$

#### Úloha 3.2

Vypočítajte zrýchlenie a smer pohybu výťahu, ak sila napínajúca lano kabíny je 6 000 N a hmotnosť kabíny spolu s cestujúcim je 800 kg.

$$[a = -2,31 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}, \text{ výťah klesá}]$$

#### Úloha 3.3

Kabína výťahu spolu s nákladom má tiaž 8 000 N. S akým zrýchlením a v akom smere sa pohybuje kabína, ak vieme, že lano, na ktorom kabína visí, je napínané silou a) 12 000 N, b) 6 000 N?

$$[a) a = 4,92 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}, \text{ kabína stúpa; b) } a = -2,45 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}, \text{ kabína klesá}]$$

#### Úloha 3.4

Teleso tvaru kvádra leží na horizontálnej doske stola. Na jeho prednej stene sú pripevnené dve lanká v strede steny. Lanká napneme tak, že prvé zvierá s čelnou stenou kvádra uhol  $60^\circ$ , druhé uhol  $130^\circ$  a obe sú rovnobežné s doskou stola. Prvé pôsobí na kváder silou 100 N, druhé silou 60 N. Aká veľká výsledná sila pôsobí na kváder? V akom smere pôsobí? Trenie medzi kvádom a doskou stola zanedbajte.

$$[F = 133 \text{ N; výsledná sila zvierá s čelnou stenou kvádra uhol } 85,1^\circ]$$

#### Úloha 3.5

Bejzbalová loptička hmotnosti 140 g letí tesne pred odpálením vodorovne rýchlosťou  $39 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Po údere letí rovnako veľkou rýchlosťou, ale opačným smerom. Vypočítajte priemernú silu, ktorou pôsobila páłka na loptičku počas zrážky, ak zrážka loptičky s pálkou trvala 1,2 ms.

$$[F = 9\,100 \text{ N}]$$

### Úloha 3.6

Vypočítajte veľkosť a smer zrýchlenia telesa hmotnosti 10 kg, ktoré leží na dokonale hladkej rovine, keď naň začnú pôsobiť tri sily:  $\vec{F}_1 = 6\vec{i}$  (N),  $\vec{F}_2 = 4\vec{j}$  (N),  $\vec{F}_3 = -3\vec{i}$  (N).

$$[a = 0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}; \alpha = \angle(a_x, a) = 53,1^\circ]$$

### Úloha 3.7\*

Teleso hmotnosti 2 kg sa pohybuje pozdĺž osi  $x$  tak, že jeho dráha je vyjadrená rovnicou  $x = A \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)$  kde  $A = 0,5$  m a  $\omega = 2$  s<sup>-1</sup>. Vyjadrite veľkosť sily pôsobiacej na teleso ako funkciu polohy a času. V ktorom mieste a v akom čase je veľkosť sily nulová?

$$[F(x, t) = -mA\omega^2 \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ (N)}; F = 0 \text{ pre } x = 0, t = \frac{\pi}{\omega}\left(k + \frac{1}{6}\right), \text{ kde } k \text{ je celé číslo}]$$

### Úloha 3.8

Na teleso hmotnosti 300 g nachádzajúce sa v pokoji začala pôsobiť sila 10 N. Akú dráhu prešlo teleso za prvých 15 s pohybu? Trenie zanedbajte.

$$[s = 3 \text{ 750 m}]$$

### Úloha 3.9

Pôsobením stálej sily 20 N prešlo teleso z pokoja za 10 s dráhu 25 m. Akú má hmotnosť?

$$[m = 40 \text{ kg}]$$

### Úloha 3.10

Na akej vodorovnej dráhe dosiahne automobil hmotnosti 800 kg z pokoja rýchlosť 54 km·h<sup>-1</sup>, ak sila motora je 2 000 N? Trenie a odpor prostredia zanedbajte.

$$[s = 45 \text{ m}]$$

### Úloha 3.11

Železničný vozeň pohybujúci sa po priamej trati je brzdený stálou silou veľkosti 0,2 tiaže vozňa. Akú dráhu prejde do zastavenia, ak na začiatku brzdenia bola jeho rýchlosť 72 km·h<sup>-1</sup>?

$$[s = 102 \text{ m}]$$

### Úloha 3.12

Električka sa pohybuje po vodorovnej dráhe rýchlosťou 30,6 km·h<sup>-1</sup>. Za akú dobu a na akej dráhe sa brzdením zastaví, ak sa brzdí silou rovná 0,25 tiaže električky?

$$[t = 3,5 \text{ s}; s = 14,7 \text{ m}]$$

### Úloha 3.13

Vagón hmotnosti 20 t sa pohybuje po priamej dráhe rýchlosťou 72 km·h<sup>-1</sup>. Vplyvom konštantnej brzdnkej sily dôjde k jeho zastaveniu na dráhe 1 000 m. Vypočítajte veľkosť brzdnkej sily.

$$[F = 4 \text{ kN}]$$

### Úloha 3.14

Akú počiatočnú rýchlosť mal automobil hmotnosti 500 kg, ak za 5 s brzdenia znížil rýchlosť na 36 km·h<sup>-1</sup> konštantnou brzdiacou silou 1 000 N? Trenie a odpor prostredia zanedbajte.

$$[v_0 = 20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}]$$

### Úloha 3.15

Vypočítajte, akému preťaženiu je vystavený pretekár na boboch prechádzajúci plnou rýchlosťou zákrutu bobovej dráhy. Predpokladajme, že pretekár má hmotnosť 80 kg a v zákrute s polomerom 20 m dosahuje rýchlosť 100 km·h<sup>-1</sup>.

$$[F_d/G = 3,93]$$

### Úloha 3.16

Akou rýchlosťou prechádza motocyklista zákrutou s polomerom 40 m, keď hmotnosť motocykla s jazdcom je 200 kg a odstredivá sila má veľkosť 2 000 N?

$$[v = 20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}]$$

### Úloha 3.17

Lietadlo letí v zákrute s polomerom 520 m rýchlosťou 770 km·h<sup>-1</sup>. Aká veľká dostredivá sila pôsobí na letca hmotnosti 73,5 kg? Akou maximálnou rýchlosťou môže lietadlo vletieť do tejto zákruty, ak človek znesie desaťnásobok tiažového zrýchlenia?

$$[F = 6\,466 \text{ N}; v_{\max} = 813 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}]$$

### Úloha 3.18<sup>R</sup>

V silovom poli sa pohybuje častica hmotnosti 5 kg po krivke s polohovým vektorom  $\vec{r} = At^3\vec{i} + Bt\vec{j} + C\vec{k}$ , kde  $A = 1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-3}$ ,  $B = 5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,  $C = -3 \text{ m}$ . Určte hybnosť a silu ako funkcie času a ich veľkosti v čase 2 s.

$$[p = 65 \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}; F = 60 \text{ N}]$$

### Úloha 3.19

Rýchlosť hmotného bodu hmotnosti 2 kg pohybujúceho sa v silovom poli je daná vzťahom  $\vec{v} = 3t^2\vec{i} - 2t\vec{j} + \vec{k}$  (m·s<sup>-1</sup>). Určte hybnosť a silu ako funkcie času a ich veľkosti v čase 3 s.

$$[p = 55,4 \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}; F = 36,2 \text{ N}]$$

### Úloha 3.20

Automobil hmotnosti 800 kg sa rozbieha z pokoja účinkom sily motora, ktorá rovnomerne narastá tak, že po prvej sekunde má hodnotu 325 N. Vypočítajte, akú rýchlosť bude mať automobil po 10 s pohybu a akú dráhu za ten čas prešiel.

$$[v = 20,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}; s = 67,7 \text{ m}]$$

### Úloha 3.21

Teleso hmotnosti 10 kg sa pohybuje účinkom premennej sily  $F = A - Bt$ , kde  $A = 100 \text{ N}$ ,  $B = 100 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}$ . Za koľko sekúnd sa teleso zastaví, ak v čase  $t_0 = 0$  malo rýchlosť 0,2 m·s<sup>-1</sup> a sila mala smer rýchlosti? Akú dráhu prejde teleso do zastavenia?

$$[t = 2,02 \text{ s}; s = 7,07 \text{ m}]$$

## Súvis impulzu sily a zmeny hybnosti telesa

### Úloha 3.22

Stála sila  $F$  pôsobí na teleso tiaže  $G$ . Za aký čas sa zväčší rýchlosť telesa na  $n$  - násobok pôvodnej rýchlosti  $v_0$ , ktorou sa teleso vyznačovalo v okamihu, keď naň začala sila pôsobiť?

$$[t = \frac{Gv_0(n-1)}{gF}]$$

### Úloha 3.23

Motor auta tiaže 10 000 N má ťažnú silu 1 600 N. Za akú dobu môže auto z pokoja dosiahnuť rýchlosť 54 km·h<sup>-1</sup>? Trenie a odpor prostredia zanedbajte.

$$[t = 9,6 \text{ s}]$$

### Úloha 3.24

Nájdite silu, ktorá urýchli priamočiara sa pohybujúce teleso hmotnosti 10 kg z rýchlosti 54 km·h<sup>-1</sup> na rýchlosť 108 km·h<sup>-1</sup> počas 5 minút.

$$[F = 0,5 \text{ N}]$$

### Úloha 3.25

Lopta hmotnosti 0,125 kg narazila kolmo na zvislú stenu rýchlosťou 20 m·s<sup>-1</sup> a odrazila sa od nej rýchlosťou 15 m·s<sup>-1</sup>. Určte jej hybnosť pred nárazom a po náraze a veľkosť priemernej sily, ktorou lopta pôsobila na stenu, ak náraz trval 0,05 s.

$$[p_1 = 2,5 \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}; p_2 = 1,88 \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}; F = 87,5 \text{ N}]$$

### Úloha 3.26

Lopta hmotnosti 200 g letiaca rýchlosťou 5 m·s<sup>-1</sup> dopadá na stenu pod uhlom 60° vzhľadom k smeru normály. Od steny sa odrazí bez straty rýchlosti (pružná zrážka), pričom doba trvania nárazu je 0,05 s. Vypočítajte veľkosť priemernej sily, ktorá na loptu pri náraze pôsobí.

$$[F = 20 \text{ N}]$$

### Úloha 3.27<sup>R</sup>

Baseballová loptička hmotnosti 140 g letela rýchlosťou 39 m·s<sup>-1</sup> vo vodorovnom smere. Narazila na pálku a odrazila sa od nej pod elevačným uhlom 30° (t.j. uhol medzi pôvodným a konečným smerom rýchlosti bol 30°) s rýchlosťou 45 m·s<sup>-1</sup>. Vypočítajte priemernú silu, ktorou pálka pôsobila na loptičku, ak zrážka trvala 1,2 s.

$$[F = 9,48 \text{ N}]$$

### Úloha 3.28

Veľkosť sily pôsobiacej na teleso o hmotnosti 14,6 kg je daná ako  $F = A + Bt$ , kde  $A = 10 \text{ N}$ ,  $B = 2 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}$ . Vypočítajte hodnotu impulzu a rýchlosť telesa v čase 2 s, ak na začiatku bolo teleso v pokoji.

$$[I = 24 \text{ N}\cdot\text{s}; v = 1,64 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}]$$

### Úloha 3.29

Automobil hmotnosti 1 000 kg sa pohybuje vplyvom sily motora, ktorá rastie s časom podľa vzťahu  $F = At$ . Aká má byť hodnota konštanty A, aby automobil zrýchlil z nuly na  $100 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  počas 10 s?  
[A =  $556 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}$ ]

### Úloha 3.30

V silovom poli sa pohybuje teleso po krivke vplyvom sily  $\vec{F} = At^2\vec{i} + B\vec{j}$ , kde  $A = 0,2 \text{ N}\cdot\text{s}^{-2}$ ,  $B = 0,8 \text{ N}$ . Vypočítajte veľkosť impulzu sily v čase 3 s.  
[I =  $3 \text{ N}\cdot\text{s}$ ]

---

## Práca a výkon

### Úloha 3.31

Výťah s hmotnosťou 500 kg sa pohybuje smerom nahor so zrýchlením  $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ . Akú prácu vykoná motor výťahu na dráhe 20 m?  
[W =  $118 \text{ kJ}$ ]

### Úloha 3.32

O akú vzdialenosť sa posunie teleso, ak sila 152 N, ktorá pôsobí na teleso pod uhlom 51 stupňov, vykoná prácu 5 140 J?  
[s =  $53,7 \text{ m}$ ]

### Úloha 3.33

Elektrický rušeň pôsobí na vlak pri rozbehu po vodorovnej trati ťažnou silou 600 000 N. Vlak sa rozbieha rovnomerne zrýchleným priamočiarym pohybom tak, že za 2 minúty dosiahne rýchlosť  $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Akú veľkú prácu vykoná rušeň? Trenie a odpor vzduchu zanedbajte.  
[W =  $360 \text{ MJ}$ ]

### Úloha 3.34

Nákladné auto hmotnosti 10 000 kg sa pohybuje po vodorovnej ceste konštantnou rýchlosťou  $54 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Akú prácu vykoná sila motora auta počas 5 minút, keď táto pôsobiaca sila tvorí 10 % z celkovej tiaže nákladného auta?  
[W =  $44,2 \text{ MJ}$ ]

### Úloha 3.35

Ťažná sila motora automobilu, ktorý sa pohybuje priamočiario, sa mení so vzdialenosťou od miesta štartu podľa vzťahu  $F = A + Bx$ , kde  $A = 10^3 \text{ N}$  a  $B = 5\cdot 10^2 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ . Určte prácu sily na dráhe 1 000 m od miesta štartu.  
[W =  $251 \text{ MJ}$ ]

### Úloha 3.36

Oceľová špirála dĺžky 80 cm je pôsobením sily 20 N predĺžená o dĺžku 5 cm. Aká práca je potrebná na predĺženie špirály na dvojnásobok jej pôvodnej dĺžky, ak sila konajúca prácu je úmerná predĺženiu špirály?

$$[W = 128 \text{ J}]$$

### Úloha 3.37

Akú prácu treba vykonať na stlačenie nárazníkovej pružiny vagóna o 5 cm, keď pôsobením sily  $3 \cdot 10^4 \text{ N}$  je pružina stlačená o 1 cm a keď platí, že sila je priamo úmerná skrátaniu pružiny?

$$[W = 3 \text{ 750 J}]$$

### Úloha 3.38<sup>R</sup>

Určte prácu vykonanú silou  $\vec{F} = 3t^2\vec{i} + 2t\vec{j} + 3\vec{k}$  (N), ktorej pôsobisko sa posúva po krivke  $\vec{r} = t\vec{i} + 2t^2\vec{j} + 15t\vec{k}$  (m) v časovom intervale od 1 sekundy do 5 sekúnd.

$$[W = 635 \text{ J}]$$

### Úloha 3.39

Výkon traktora je 36,8 kW. Akú prácu vykoná za 4 hodiny?

$$[W = 530 \text{ MJ}]$$

### Úloha 3.40

Akú ťažnú silu môže vyvinúť rušeň s výkonom 1 840 kW, ak ide rýchlosťou  $18 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ?

$$[F = 102 \text{ kN}]$$

### Úloha 3.41

Autobus sa pohybuje po vodorovnej ceste stálou rýchlosťou  $72 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Proti jeho pohybu pôsobí odporová sila 1 000 N. Aký výkon má motor autobusu?

$$[P = 20 \text{ kW}]$$

### Úloha 3.42

Akú ťažnú silu môže maximálne vyvinúť rušeň s výkonom 2 500 kW pri pohybe rýchlosťou  $60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ?

$$[F = 1,5 \cdot 10^5 \text{ N}]$$

### Úloha 3.43

Remenica elektromotora prenáša pomocou remeňa ťahovú silu 160 N. Priemer remenice je 80 mm a motor vykonáva 1 440 otáčok za minútu. Vypočítajte výkon elektromotora.

$$[P = 965 \text{ W}]$$

### Úloha 3.44

Športové auto hmotnosti 600 kg sa rozbieha rovnomerne zrýchleným pohybom. Aký okamžitý výkon má jeho motor na konci dráhy dlhej 600 m, ak auto v tom momente dosahuje rýchlosť  $360 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ? Na auto počas pohybu pôsobí odporová sila, ktorá tvorí 40% tiaže auta.

$$[P = 735 \text{ kW}]$$

### Úloha 3.45

Za akú dobu zdvihne rovnomerným pohybom žeriav, ktorého elektromotor má príkon 9 kW, bremeno hmotnosti 12 000 kg do výšky 9 m, ak účinnosť celého zariadenia je 65,4%?

[ $t = 3 \text{ min}$ ]

### Úloha 3.46

Vypočítajte výkon motora nákladného auta, ktoré sa pohybuje stálou rýchlosťou 30 km·h<sup>-1</sup> po ceste s 5 % stúpaním, keď hmotnosť auta je 5 000 kg. Trenie zanedbajte.

[ $P = 20,5 \text{ kW}$ ]

---

## Veta o kinetickej energii

### Úloha 3.47

Na akej dráhe  $s$  zväčší stála sila  $F$  pôsobiaca na teleso hmotnosti  $m$  rýchlosť telesa na  $n$  - násobok počiatočnej rýchlosti  $v_0$ , ktorou sa teleso vyznačovalo na začiatku dráhy  $s$ ?

$$[s = \frac{mv_0^2(n^2-1)}{2F}]$$

### Úloha 3.48

Na teleso s hmotnosťou 10 kg v pokoji začala pôsobiť sila veľkosti 5 N. Akú kinetickú energiu malo teleso 4 sekundy od začiatku pohybu?

[ $E_k = 20 \text{ J}$ ]

### Úloha 3.49

Vo vzduchovke pôsobí na náboj s hmotnosťou 4 g stlačený vzduch priemernou silou 200 N. Akou rýchlosťou opustí náboj 60 cm dlhú hlaveň?

[ $v = 245 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ]

### Úloha 3.50

Voz s hmotnosťou 500 kg nadobudne po prejení dráhy 12,5 m kinetickú energiu 6 250 J. Aká priemerná sila pôsobí na voz pozdĺž tejto dráhy, aké zrýchlenie mu udeľuje a akú rýchlosť dosiahne voz na konci dráhy?

[ $F = 500 \text{ N}$ ;  $a = 1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ;  $v = 5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ]

### Úloha 3.51

Automobil s hmotnosťou 1 280 kg zväčšil svoju rýchlosť z 7,3 m·s<sup>-1</sup> na 63 km·h<sup>-1</sup> na dráhe 37,2 m. Akú silu musel vyvinúť motor automobilu?

[ $F = 4 352 \text{ N}$ ]

### Úloha 3.52

Kladivo s hmotnosťou 0,5 kg dopadne na klinec rýchlosťou 3 m·s<sup>-1</sup>. Aká je priemerná sila úderu na klinec, ak klinec vnikne do dosky do hĺbky 45 mm?

[ $F = 50 \text{ N}$ ]



### Úloha 3.53

Strela hmotnosti 20 g zasiahne strom rýchlosťou 400 m·s<sup>-1</sup>. Do akej hĺbky prenikne, ak priemerný odpor dreva je 10<sup>4</sup> N?

$$[s = 0,16 \text{ m}]$$

### Úloha 3.54

Strela s hmotnosťou 10 g dopadla na dosku rýchlosťou 800 m·s<sup>-1</sup>. Po prerazení dosky mala rýchlosť 300 m·s<sup>-1</sup>. Akú prácu vykonala odporová sila dreva pri spomalení strely?

$$[W = 2\,750 \text{ J}]$$

### Úloha 3.55<sup>R</sup>

Vlak idúci rýchlosťou 60 km·h<sup>-1</sup> sa zastaví na dráhe 400 m. Akú rýchlosť by mal vlak, keby sa rovnakou brzdnou silou zastavil na dráhe 100 m?

$$[v = 30 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}]$$

### Úloha 3.56

Chlapec pri streľbe z gumipušky natiahol gumu tak, že sa predĺžila o 0,1 m. Keby pôsobil silou 10 N, guma by bola predĺžená o 0,01 m. Akou rýchlosťou vyletel z praku kameň hmotnosti 20 g, ak je sila, ktorou pôsobí chlapec, priamo úmerná predĺženiu gumy?

$$[v = 22,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}]$$

### Úloha 3.57

Sila  $F = 6t$  (N) pôsobí na teleso, ktorého hmotnosť je 2 kg. Ak bolo teleso na začiatku v pokoji, vypočítajte prácu sily a kinetickú energiu telesa po 2 s.

$$[W = 36 \text{ J} = E_k]$$

### Úloha 3.58\*

Gulôčka s hmotnosťou  $m$ , ktorej bola udelená rýchlosť  $v_0$ , sa pohybuje v prostredí, ktorého odpor proti pohybu rastie lineárne s rýchlosťou hmotného bodu. Akú dráhu prejde gulôčka do zastavenia, ak okrem odporu prostredia na ňu nepôsobí žiadna sila?

$$[s = \frac{mv_0}{k}]$$

### Úloha 3.59<sup>R\*</sup>

Guľa, preraziac dosku hrúbky  $h$ , zmenila svoju rýchlosť z  $v_0$  na  $v_1$ . Určte dobu prechodu gule doskou, ak uvažujeme, že sila odporu dosky je úmerná druhej mocnine rýchlosti gule.

$$[t = \frac{h}{v_0 v_1 \ln \frac{v_0}{v_1}} (v_0 - v_1)]$$

## Zákon zachovania celkovej mechanickej energie

### Úloha 3.60

Teleso hmotnosti 100 g je vyhodené z povrchu Zeme zvislo nahor začiatočnou rýchlosťou  $30 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Vypočítajte maximálnu výšku, ktorú dosiahne počas svojho pohybu. Aká bola jeho kinetická energia na začiatku pohybu?

$$[h = 45,9 \text{ m}; E_k = 45 \text{ J}]$$

### Úloha 3.61

Teleso s hmotnosťou 200 g bolo vyhodené zvislo nahor. Vo výške 12 m malo kinetickú energiu 11 J. Akou začiatočnou rýchlosťou bolo vrhnuté? Odpor prostredia zanedbajte.

$$[v_0 = 18,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}]$$

### Úloha 3.62

Kameň hmotnosti 2 kg, ktorý sa uvoľnil z horského masívu, padá voľným pádom. Vo výške 50 m nad povrchom Zeme má rýchlosť  $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Akou rýchlosťou dopadne? Odpor prostredia zanedbajte.

$$[v = 37,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}]$$

### Úloha 3.63

Lopta je vrhnutá zvisle nahor rýchlosťou  $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Do akej výšky vystúpi a aká bude veľkosť jej rýchlosti v okamihu, keď sa bude nachádzať v polovici maximálnej výšky? Odpor prostredia zanedbajte.

$$[h_{\max} = 5,1 \text{ m}; v = 7,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}]$$

### Úloha 3.64

Teleso bolo vyhodené zvislo nahor rýchlosťou  $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . V akej výške sa jeho kinetická energia rovná potenciálnej?

$$[h = 10,2 \text{ m}]$$

### Úloha 3.65

Teleso vrhneme určitou rýchlosťou  $v_0$  zvislo nahor. Vo výške 30 m sa jeho kinetická energia rovná  $1/3$  potenciálnej energie vzťahnutej na zemský povrch. Vypočítajte maximálnu výšku, ktorú teleso dosiahne, a rýchlosť  $v_0$ . Odpor vzduchu zanedbajte.

$$[h_{\max} = 40 \text{ m}; v_0 = 28 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}]$$

### Úloha 3.66

Akou rýchlosťou dopadne na zem kameň, ak ho z výšky 20 m hodíme rýchlosťou  $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  a) zvislo nahor, b) zvislo nadol?

$$[\text{a) } v = 22,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}; \text{ b) } v = 22,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}]$$

### Úloha 3.67

Chlapec rovnomerne točil kameň priviazaný na povraze dlhom 60 cm vo zvislej rovine. V okamihu, keď rýchlosť kameňa smerovala zvislo nahor, povraz i s kameňom pustil. Kameň vyletel do výšky 5 m. Vypočítajte frekvenciu otáčania kameňa, kým sa kameň pohyboval po kružnici.

$$[f = 2,63 \text{ Hz}]$$

**Úloha 3.68\***

Kyvadlo tvorené olovenou guľôčkou zavesenou na niti dlhej 0,5 m vychýlime o uhol  $45^\circ$  z rovnovážnej polohy a voľne pustíme. Akou rýchlosťou prejde guľôčka a) rovnovážnou polohou, b) polohou, v ktorej výchylka bude polovičná v porovnaní s maximálnou výchylkou?

[a)  $v = 1,7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ; b)  $v = 1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ]

**Úloha 3.69\***

Lietadlo má hmotnosť 2 000 kg. Akú prácu vykonal jeho motor od štartu do okamihu, keď lietadlo bolo vo výške 1 000 m a malo rýchlosť  $720 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ?

[ $W = 59,6 \text{ MJ}$ ]