OBSAH

Předmluva

1 Úvod
1.1 Obsah, metody a význam fyziky 14
1.2 Fyzikální veličiny a jejich jednotky 16
1.3 Soustava fyzikálních veličin a jednotek 18
1.4 Měření fyzikálních veličin 21
1.5 Skalární a vektorové fyzikální veličiny 22
Shrnutí učiva 1. kapitoly 27

2 Kinematika hmotného bodu
2.1 Mechanický pohyb 29
2.2 Poloha hmotného bodu 31
2.3 Trajektorie a dráha hmotného bodu 32
2.4 Rychlost hmotného bodu 34
2.5 Rovnoměrný pohyb 39
2.6 Rovnoměrně zrychlený a rovnoměrně zpomalený přímočarý pohyb 44
2.7 Dráha rovnoměrně zrychleného a rovnoměrně zpomaleného pohybu 50
2.8 Volný pád 56
2.9 Skládání pohybů a rychlostí 59
2.10 Rovnoměrný pohyb po kružnici 62
2.11 Zrychlení při rovnoměrném pohybu po kružnici 67
Shrnutí učiva 2. kapitoly 68

3 Dynamika hmotného bodu a soustavy hmotných bodů
3.1 Vzájemné působení těles, síla 72
3.2 Izolované těleso 74
3.3 První Newtonův pohybový zákon 77
3.4 Druhý Newtonův pohybový zákon 80
3.5 Hybnost hmotného bodu a její změna 84
3.6 Třetí Newtonův pohybový zákon 86
3.7 Zákon zachování hybnosti 89
3.8 Smykové tření 94
3.9 Dostředivá síla 99

Ukázka titulu Nakladatelství Prometheus https://prometheus-nakl.cz

3.10 Inerciální vztažné soustavy. Galileův princip relativity 101
Shrnutí učiva 3. kapitoly 103

4 Mechanická práce a mechanická energie
4.1 Mechanická práce 107
4.2 Kinetická energie 111
4.3 Potenciální energie 115
4.4 Mechanická energie 119
4.5 Zákon zachování energie 122
4.6 Výkon a účinnost 125
Shrnutí učiva 4. kapitoly 128

5 Gravitační pole
5.1 Newtonův gravitační zákon 131
5.2 Gravitační zrychlení 133
5.3 Tíhové zrychlení při povrchu Země 136
5.4 Tíhová síla a tíha tělesa 138
5.5 Pohyby těles v homogenním tíhovém poli u povrchu Země . . . 140
5.6 Pohyby těles v centrálním gravitačním poli Země 146
5.7 Pohyby těles v gravitačním poli Slunce 151
Shrnutí učiva 5. kapitoly 155

6 Mechanika tuhého tělesa
6.1 Pohyb tuhého tělesa 159
6.2 Moment síly vzhledem k ose otáčení 161
6.3 Skládání sil 165
6.4 Dvojice sil 170
6.5 Rozkládání sil 171
6.6 Těžiště tuhého tělesa 175
6.7 Rovnovážná poloha tuhého tělesa 178
6.8 Kinetická energie tuhého tělesa 182
Shrnutí učiva 6. kapitoly 188

7 Mechanika kapalin a plynů
7.1 Vlastnosti kapalin a plynů 191
7.2 Tlak v kapalinách a plynech 192
7.3 Tlak v kapalinách vyvolaný vnější silou 194
7.4 Tlak v kapalinách vyvolaný tíhovou silou 197
7.5 Tlak vzduchu vyvolaný tíhovou silou 201
7.6 Vztlaková síla v kapalinách a plynech 204

Ukázka titulu Nakladatelství Prometheus - https://prometheus-nakl.cz

7.7 Přetlak, podtlak 209
7.8 Proudění kapalin a plynů 212
7.9 Bernoulliova rovnice pro vodorovnou trubici 216
Shrnutí učiva 7. kapitoly 221

Rejstřík 223

OBSAH CD

Rozšiřující učivo mechaniky

R1 Okamžitá rychlost hmotného bodu
R2 Rovnoměrný pohyb hmotného bodu s nenulovými počátečními podmínkami
R3 Rovnoměrně zrychlený pohyb
R4 Zrychlení při rovnoměrném pohybu po kružnici
R5 Zrychlení při nerovnoměrném křivočarém pohybu
R6 Časový účinek síly. Impulz síly
R7 Pružný a nepružný přímý ráz dvou těles
R8 Valivý odpor
R9 Neinerciální vztažné soustavy. Setrvačné síly
R10 Otáčející se vztažné soustavy
R11 Jednoduché stroje
R12 Bernoulliova rovnice
R13 Měření rychlosti proudění tekutin
R14 Proudění reálné kapaliny
R15 Obtékání těles reálnou tekutinou

Laboratorní cvičení

Úvod
Cvičení 1 – Měření délky
Cvičení 2 – Měření obsahu rovinné plochy
Cvičení 3 – Měření hustoty pevné látky
Cvičení 4 – Měření velikosti zrychlení přímočarého pohybu
Cvičení 5 – Měření součinitele smykového tření
Cvičení 6 – Měření hustoty pevné látky pomocí archimedova zákona

Ukázka titulu Nakladatelství Prometheus https://prometheus-nakl.cz

Teoretická cvičení

Cvičení 1 – Počítání s vektorovými veličinami
Cvičení 2 – Kinematika přímočarého pohybu
Cvičení 3 – Kinematika křivočarého pohybu
Cvičení 4 – Dynamika přímočarého pohybu
Cvičení 5 – Dynamika křivočarého pohybu
Cvičení 6 – Mechanická práce, výkon a účinnost
Cvičení 7 – Mechanická energie
Cvičení 8 – Gravitační pole
Cvičení 9 – Pohyb těles v gravitačním poli
Cvičení 10 – Statika tuhého tělesa
Cvičení 11 – Pohyb tuhého tělesa
Cvičení 12 – Archimedův zákon
Cvičení 13 – Proudění tekutin

Významné osobnosti historie mechaniky

Archimedes ze Syrakus
Aristoteles ze Stageiry
Daniel Bernoulli
Tycho Brahe
Henry Cavendish
Albert Einstein
Galileo Galilei
Otto von Guericke
Christiaan Huygens
James Prescott Joule
Johannes Kepler
Mikuláš Koperník
Isaac Newton
Blaise Pascal
Čeněk (Vincent) Strouhal
Evangelista Torricelli
James Watt

Testové úlohy

Slovníček fyzikálních pojmů

Animace k učivu mechaniky

Videoexperimenty

Ukázka titulu Nakladatelství Prometheus https://prometheus-nakl.cz

Součástí mnoha článků jsou řešené úlohy pro lepší pochopení učiva. Tyto úlohy jsou vyznačeny na okraji stránky svislou černou čarou. Na konci většiny článků najdete úlohy, které mají sloužit k procvičení a prohloubení nového učiva. Buď přímo navazují na obsah článku, nebo předpokládají znalosti předchozího učiva či také určitou dávku nápaditosti. Teprve při řešení fyzikálních úloh poznáte, zda a do jaké míry jste novému učivu porozuměli a jak dalece jste si ho osvojili. Pro vaši kontrolu jsou za jednotlivými úlohami s konkrétním zadáním číselných hodnot veličin uvedeny výsledky. Je-li výsledek zaokrouhlen, jsou použita slova přibližně nebo asi či znak ≈. K řešení některých úloh budete potřebovat publikaci Matematické, fyzikální a chemické tabulky a vzorce pro střední školy (označeno zkratkou MFChT).

V textu učebnice jsou vektorové veličiny vyznačeny polotučným skloněným groteskem, např. síla $\boldsymbol{F}$, rychlost $\boldsymbol{v}$. Jedná-li se jen o velikosti veličin, ať už vektorových, nebo skalárních, je použito kurzívy, např. velikost síly F, velikost rychlosti v, tlak p, obsah S. U skalárních veličin slovo velikost nepoužíváme. Na konci kapitol je uvedeno shrnutí učiva. K lepší orientaci v probíraných pojmech poslouží připojený rejstřík.

Součástí učebnice mechaniky je přiložené CD obsahující další učební materiály:

- **Rozšiřující učivo** (pro orientaci či odkaz uvedeno označení ↗R)
- **Teoretická cvičení** (označení ↗TC)
- **Laboratorní cvičení** (označení ↗LC).

Rozšiřující učivo jde nad rámec učiva a očekávaných výstupů podle „Rámcového vzdělávacího programu pro gymnaziální vzdělávání“, zabývá se některými dalšími poznatky klasické mechaniky. Teoretická cvičení jsou zaměřena k vybraným tématům učiva a obsahují jednak řešené příklady, jednak soubory dalších úloh. Ve cvičeních si prohloubíte poznatky získané ve výukových hodinách a naučíte se využívat těchto poznatků k řešení konkrétních problémů. Podobný úkol mají laboratorní cvičení, v nichž se seznámíte s některými metodami a technikami měření ve fyzikální laboratoři.

Přiložené CD obsahuje i další doplňující textové i obrazové materiály:

- **Historické poznámky** k významným osobnostem mechaniky (označení ↗H)
- **Slovníček fyzikálních pojmů**
- **Animace k učivu** (označení ↗A)
- **Videozáznamy** (označení ↗V)
- **Literaturu a webové stránky**

Odkazy na doplňující materiály jsou v textu učebnice vyznačeny barevnou značkou, např. ↗R1.

Ukázka titulu Nakladatelství Prometheus https://prometheus-nakl.cz

Elektronické učební materiály na CD doplňuje samostatná počítačová aplikace **Testové úlohy**. Obsahuje 120 úloh s různou obtížností, které se vztahují ke dvěma oborům učiva (Fyzikální veličiny a jejich jednotky – 36 úloh, Mechanika – 84 úloh). Příslušný obor si uživatel vybere pomocí posuvníku na úvodní stránce aplikace. U každé úlohy jsou nabídnuty čtyři odpovědi, z nichž jen jedna je správná. Úlohy lze uspořádat do testového souboru a při jeho řešení uživatel vyznačí správné odpovědi. Ty jsou pak programem vyhodnoceny a uživateli je sdělen celkový výsledek řešení. Podrobněji je použití Testových úloh popsáno v Uživatelské příručce.

Přál bych si, abyste fyziku předem nezatracovali. Spíše naopak. Aby se vám podařilo objevit její souvislost s běžným životem. Na pochopení většiny poznatků, které se nám teď zdají samozřejmé, lidé potřebovali několik století, spousta záhad však stále zůstává nevyřešena. Nečeká jejich vysvětlení právě na vás?

Přeji vám v práci s učebnicí mechaniky a při studiu fyziky vůbec hodně úspěchů. A také hodně radosti a potěšení z dosažených výsledků ve výuce fyziky.

Emanuel Svoboda

Ukázka titulu Nakladatelství Prometheus https://prometheus-nakl.cz

Trajektorie volného pádu je část svislé přímky (svislý směr např. udává volně visící olovnice). Dráha závisí na čase vztahem

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

Pokud těleso volně vypustíme s nulovou počáteční rychlostí ve vzduchu a můžeme zanedbat odpor prostředí (resp. vztlakovou sílu), pak i pro tento pohyb můžeme použít výše uvedené vztahy.

Animace volného pádu tělesa a grafy závislosti dráhy, velikosti rychlosti a velikosti tíhového zrychlení na čase jsou na A2-6.

Příklad

Kámen uvolněný ve výšce 20 m volně padá. Jak velkou rychlostí dopadne na zem?

Řešení

$h = 20\,\mathrm{m}$, $g = 10\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$; $v_\mathrm{d} = ?$

Budeme předpokládat, že kámen padá volným pádem. Pak velikost okamžité rychlosti kamene závisí na čase vztahem $v = gt$. Musíme tedy znát dobu t_d, za kterou dopadne na zemský povrch z dané výšky. Kámen urazí dráhu s rovnou jeho počáteční výšce h nad místem dopadu. Proto platí

$$s = h = \frac{1}{2}gt_\mathrm{d}^2$$

a odtud čas

$$t_\mathrm{d} = \sqrt{\frac{2h}{g}}.$$

Velikost okamžité rychlosti při dopadu je

$$v_\mathrm{d} = gt_\mathrm{d} = g\sqrt{\frac{2h}{g}}$$

a po úpravě

$$v_\mathrm{d} = \sqrt{2hg}.$$

Číselně je $v_\mathrm{d} = 20\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$.

Ukázka titulu Nakladatelství Prometheus https://prometheus-nakl.cz

Kámen dopadne na zemský povrch rychlostí $20\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$. Pokud bychom nemohli zanedbat odpor vzduchu, byla by hodnota rychlosti menší.

Úlohy

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

1 Jak dlouho padá kámen volným pádem do propasti o hloubce 80 m? Jak velkou rychlostí dopadne na dno propasti? [4 s, $40\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$]

2 Automobil narazil rychlostí $90\,\mathrm{km\cdot h^{-1}}$ 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 při volném pádu okamžitá rychlost tělesa zvětší z hodnoty $10\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$ na hodnotu $30\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$? 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. Např. cestující 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.

Představme si motorovou loďku, která pluje po hladině řeky. Loďka koná dva pohyby současně: je unášena proudem řeky a je poháněna motorem. Označme v určitém čase okamžitou rychlost proudu vzhledem k břehům řeky $\boldsymbol{v}_1$, okamžitou rychlost loďky vzhledem k vodě $\boldsymbol{v}_2$. Výsledná okamžitá rychlost $\boldsymbol{v}$ loďky vzhledem k břehům řeky je v témže čase *vektorový součet* rychlostí $\boldsymbol{v}_1$ a $\boldsymbol{v}_2$, tedy

$$\boldsymbol{v} = \boldsymbol{v}_1 + \boldsymbol{v}_2.$$

Výslednou rychlost $\boldsymbol{v}$ sestrojíme jako úhlopříčku rovnoběžníku, jehož stranami jsou obě skládané rychlosti. Na obr. 2-27 je nakresleno skládání okamžitých rychlostí pro dva různé směry rychlosti $\boldsymbol{v}_2$ loďky vzhledem k vodě. Tímto vektorovým součtem je dána velikost výsledné okamžité rychlosti i její směr v daném okamžiku. Při skládání rychlostí můžeme použít také zjednodušený postup, jak pro oba případy ukazuje obr. 2-28.

Ukázka titulu Nakladatelství Prometheus https://prometheus-nakl.cz

Z definice je vidět, že je obdobou definice průměrné rychlosti, kterou jsme u rovnoměrného pohybu nazvali rychlost (viz čl. 2.5). Podobně je tomu zde.

Jednotkou úhlové rychlosti je *radián za sekundu* ($\mathrm{rad \cdot s^{-1}}$). Při výpočtech dosazujeme číselnou hodnotu a jednotku $\mathrm{s^{-1}}$, např. $\omega = 10\,\mathrm{s^{-1}}$.

Koná-li hmotný bod rovnoměrný pohyb po kružnici, nemění se jeho úhlová rychlost. Jestliže je v čase $t_0 = 0$ úhlová dráha $\varphi_0 = 0$, je $\Delta\varphi = \varphi - 0 = \varphi$ a $\Delta t = t - 0 = t$ a závislost úhlové dráhy na čase je dána vztahem

$$\varphi = \omega t.$$

Ze vztahu vyplývá, že úhlová dráha je přímo úměrná času (při nulové počáteční úhlové dráze).

Za stejné časové intervaly opíše hmotný bod při rovnoměrném pohybu po kružnici stejné úhlové dráhy. Jim odpovídají oblouky stejné délky, neboli stejné **obloukové dráhy.**

Rovnoměrný pohyb po kružnici je **pohyb periodický**. Průvodič opíše plný úhel $\varphi = 2\pi$ vždy za tutéž dobu T. Doba T se nazývá **oběžná doba** nebo také **perioda** pohybu.

Dosadíme-li do vztahu pro definici úhlové rychlosti $\Delta\varphi = 2\pi$, $\Delta t = T$, dostaneme pro úhlovou rychlost vztah

$$\omega = \frac{2\pi}{T}.$$

Počet oběhů hmotného bodu za jednotku času je **frekvence** f pohybu. Jeden oběh se proto uskuteční za čas $1/f$. To znamená, že mezi frekvencí f a periodou T platí vztah

$$T = \frac{1}{f} \quad \text{neboli} \quad f = \frac{1}{T}.$$

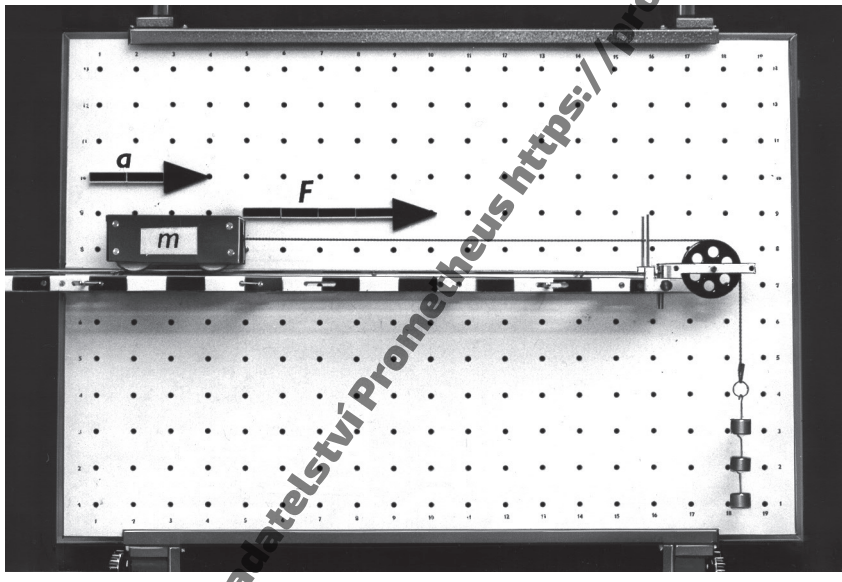
Jednotkou frekvence je $\mathrm{s^{-1}}$. Tato jednotka se nazývá *hertz* (čteme herc) na počest německého fyzika HEINRICHA RUDOLFA HERTZE (1857–1894). Jednotka má značku Hz. Při frekvenci 1 Hz vykoná hmotný bod jeden oběh za jednu sekundu.

Ukázka titulu Nakladatelství Prometheus https://prometheus-nakl.cz

3.4 Druhý Newtonův pohybový zákon

Uvažujme těleso v inerciální soustavě. Víme již, že pokud na toto těleso nepůsobí jiná tělesa silami, zůstává těleso v klidu nebo v rovnoměrném přímočarém pohybu. **Začnou-li na těleso působit jiná tělesa silami tak, že výsledná síla je nenulová, změní se jeho pohybový stav** (neuvažujeme deformaci). Těleso se začne pohybovat se zrychlením. Tak je tomu, když např. několik osob roztlačuje nepojízdné auto. Auto „jede“ čím dál tím rychleji.

Proveďme pokus s vozíkem (obr. 3-4), který se může pohybovat po kolejích mírně skloněných, aby bylo kompenzováno tření. Vozík je spojen nepružným



3-4 Demonstrace k druhému Newtonovu pohybovému zákonu

lankem vedeným přes kladku se závažími. Uvolníme-li vozík, zavěšená závaží klesají a vozík se pohybuje s určitým zrychlením ***a*** vpravo. Lanko táhne vozík vpravo určitou tahovou silou ***F***. Silou téže velikosti, ale opačného směru, působí lanko na závaží a brání jejich volnému pádu, ke kterému by jinak samozřejmě došlo. Kladka slouží ke změně směru síly* napínající lanko bez změny její velikosti. Důležité je, že lanko je nepružné. Proto klesne-li zavěšené závaží za

* Poznáme při řešení úlohy s tímto námětem (viz TC4), že tato síla není rovna tíhové síle zavěšeného závaží.

Ukázka titulu Nakladatelství Prometheus https://prometheus-nakl.cz

3.9 Dostředivá síla

V kinematice jsme se seznámili s rovnoměrným pohybem hmotného bodu po kružnici. Při tomto pohybu má hmotný bod dostředivé zrychlení $\boldsymbol{a}_\mathrm{d}$, pro jehož velikost platí (viz str. 67)

$$a_\mathrm{d} = \frac{v^2}{r} \quad \text{resp.} \quad a_\mathrm{d} = r\omega^2,$$

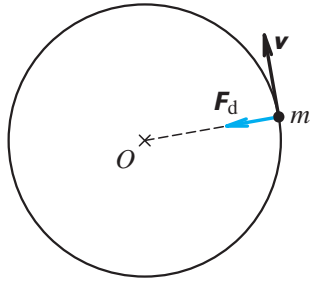
kde r je poloměr kružnice, v velikost rychlosti hmotného bodu a ω jeho úhlová rychlost.

Podle druhého pohybového zákona je příčinou zrychlení hmotného bodu vždy síla, která má stejný směr jako zrychlení. Na hmotný bod, který koná rovnoměrný pohyb po kružnici, musí tedy působit síla, která stejně jako zrychlení směřuje stále do středu kružnice. Tato síla se nazývá **dostředivá síla** $\boldsymbol{F}_\mathrm{d}$. Podle druhého pohybového zákona je

$$\boldsymbol{F}_\mathrm{d} = m\boldsymbol{a}_\mathrm{d}.$$

Velikost dostředivé síly proto vyjadřuje vztah

$$F_\mathrm{d} = \frac{mv^2}{r} = mr\omega^2.$$



3-17 Dostředivá síla

Dostředivá síla $\boldsymbol{F}_\mathrm{d}$ je stále kolmá ke směru okamžité rychlosti $\boldsymbol{v}$ hmotného bodu, který se pohybuje rovnoměrně po kružnici (obr. 3-17). Jejím pohybovým účinkem na hmotný bod je *změna směru rychlosti* hmotného bodu a *zakřivení jeho trajektorie* do tvaru kružnice.

Dostředivá síla může mít původ v libovolném vzájemném silovém působení. Roztočíme-li rukou kuličku upevněnou na niti, je dostředivá síla vyvolána naší rukou, působící na kuličku prostřednictvím nitě. Při obíhání umělé družice kolem Země po kružnici je dostředivou silou síla gravitační.

O vlastnostech dostředivé síly se můžeme přesvědčit pokusem na tzv. *odstředivém stroji*. Ke svislé ose připojíme kouli pomocí pružiny (obr. 3-18). Při roztočení stroje působí na kouli pružina dostředivou silou. Velikost této síly můžeme posuzovat z protažení pružiny. Přesvědčíme se, že velikost dostředivé síly se zvětšuje, zvětšujeme-li frekvenci otáčení, a tím i rychlost koule. Upev-

Ukázka titulu Nakladatelství Prometheus https://prometheus-nakl.cz

děje, ale i pro libovolné fyzikální děje (elektrické, magnetické apod.). Že všechny fyzikální zákony, nejen mechanické, jsou ve všech inerciálních soustavách stejné a že matematické vztahy, jimiž zákony vyjadřujeme, mají stejný tvar. S tímto tvrzením, které se obvykle nazývá *Einsteinův princip relativity,* se seznámíte ve vyšším ročníku.

Každá soustava, která se vzhledem k nějaké inerciální soustavě pohybuje jinak než rovnoměrně přímočaře (např. zrychleně), je **neinerciální.** O neinerciálních vztažných soustavách (včetně otáčivých soustav) a s nimi spojených setrvačných silách je pojednáno v ↗R9, R10.

Úlohy

1 Předpokládejme, že vztažná soustava spojená s povrchem Země je inerciální. Uvažujme tři železniční vozy: první jede stálou rychlostí po přímé trati, druhý se rozjíždí po přímé trati rovnoměrně zrychleně, třetí projíždí zatáčkou rovnoměrným pohybem po kružnici. S kterými z těchto vozů můžeme spojit inerciální vztažnou soustavu? [jen s prvním]

2 Proč nemůžeme vztažnou soustavu spojenou s povrchem Země považovat za inerciální při popisu pohybu umělých družic Země?

Shrnutí učiva 3. kapitoly

Dynamika studuje změny pohybového stavu těles v závislosti na jejich příčině.

Příčinou změn pohybového stavu tělesa (popř. jeho deformace) **je síla**. Síla je jedna z nejdůležitějších veličin celé fyziky.

Základem dynamiky jsou tři **Newtonovy pohybové zákony**.

První pohybový zákon říká, že **každé těleso setrvává v klidu nebo v rovnoměrném přímočarém pohybu, pokud není nuceno vnějšími silami svůj pohybový stav změnit**. Klid a rovnoměrný přímočarý pohyb jsou rovnocenné pohybové stavy s nulovým zrychlením. První pohybový zákon (zvaný též *zákon setrvačnosti*) předpokládá existenci **inerciální vztažné soustavy**, tj. soustavy, v níž izolované těleso setrvává v klidu nebo v rovnoměrném přímočarém pohybu. Současně ukazuje na jednu ze základních vlastností těles – na **setrvačnost**.

Druhý pohybový zákon: Výslednice sil $\boldsymbol{F}$ působících na hmotný bod o hmotnosti m uděluje tomuto bodu zrychlení $\boldsymbol{a}$ takové, že platí

$$m\boldsymbol{a} = \boldsymbol{F}.$$

Ukázka titulu Nakladatelství Prometheus https://prometheus-nakl.cz

Příklad

Elektromotor o příkonu 15 kW zvedá rovnoměrným pohybem kabinu výtahu o hmotnosti 450 kg rychlostí o velikosti $3{,}0\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$. Jaká je účinnost tohoto elektromotoru?

Řešení

$P_0 = 15\cdot 10^3\,\mathrm{W}$, $m = 450\,\mathrm{kg}$, $g = 10\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$, $v = 3{,}0\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$; $\eta = ?$

Kabina výtahu koná rovnoměrný přímočarý pohyb. Motor na ni působí tažnou silou $\boldsymbol{F}$, která je stejně velká jako tíhová síla působící na kabinu, tedy $F = mg$. Kabina se pohybuje rychlostí o velikosti v, okamžitý výkon motoru je $P = Fv = mgv$. Účinnost motoru je

$$\eta = \frac{P}{P_0} = \frac{mgv}{P_0}.$$

Pro zadané hodnoty je $\eta = 0{,}9$. Účinnost elektromotoru je 0,9, tj. 90 %.

Úlohy

Dosazujte tíhové zrychlení o velikosti $g = 10\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$.

1 Lokomotiva vyvíjí při rychlosti $20\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$ tažnou sílu o velikosti 30 kN. Jaký je její výkon? Jakou práci vykoná, ujede-li touto rychlostí dráhu 10 km? [600 kW, 300 MJ]

2 Automobil jede po vodorovné silnici stálou rychlostí velikosti $20\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$, přičemž motor pracuje s výkonem 20 kW. Jak velká odporová síla působí proti pohybu? [1 kN]

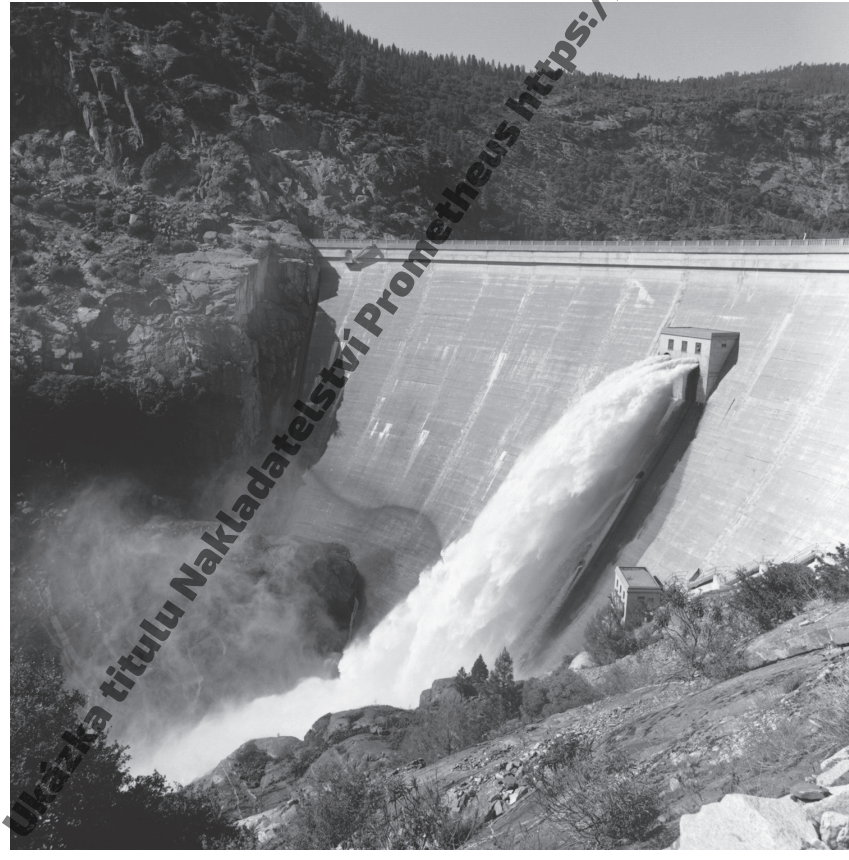
3 Motor výtahu zvedne náklad o hmotnosti 240 kg do výšky 36 m za dobu 90 s. Jaký je výkon tohoto motoru? [960 W]

4 Elektromotor s příkonem 1,5 kW vykoná za jednu minutu práci 72 kJ. Jaká je jeho účinnost? [80 %]

Další úlohy na procvičení pojmů mechanické práce, mechanické energie, výkonu a účinnosti naleznete v ↗TC6 a ↗TC7.

Ukázka titulu Nakladatelství Prometheus https://prometheus-nakl.cz

7 MECHANIKA KAPALIN A PLYNŮ



Ukázka titulu Nakladatelství Prometheus https://prometheus-nakl.cz

Shrnutí učiva 7. kapitoly

Základní společnou vlastností kapalin a plynů je **tekutost**. Příčinou tekutosti je snadná vzájemná pohyblivost částic, z nichž se kapaliny a plyny skládají.

Stav tekutiny v klidu charakterizuje skalární fyzikální veličina **tlak**. Tlak je definován vztahem

$$p = \frac{F}{S},$$

kde F je velikost tlakové síly a S obsah plochy, na kterou síla působí v *kolmém směru*. Jednotkou tlaku je *pascal* (Pa).

Tlak v tekutinách může být vyvolán dvojím způsobem: 1. vnější silou prostřednictvím pevného tělesa nebo tekutiny, 2. tíhovou silou, kterou působí Země na tekutinu.

Tlak vyvolaný vnější silou, která působí na tekutinu v uzavřené nádobě, je ve všech místech stejný. Tento poznatek je znám jako **Pascalův zákon**.

Tlak v kapalině vyvolaný její tíhou se nazývá **hydrostatický tlak** a platí pro něj vztah

$$p = \varrho g h,$$

kde ϱ je hustota kapaliny, g velikost tíhového zrychlení a h hloubka pod povrchem kapaliny.

Pro velikost **hydrostatické tlakové síly** $\boldsymbol{F}_\mathrm{h}$ působící v hloubce h kolmo na plochu o obsahu S platí vztah

$$F_\mathrm{h} = S h \varrho g.$$

Tlak vzduchu vyvolaný tíhovou silou působící na částice vzduchu se nazývá **atmosférický tlak**. Pro meteorologické účely je stanoven **normální atmosférický tlak** $p_\mathrm{n} = 1{,}013\,25 \cdot 10^5\,\mathrm{Pa} = 1\,013{,}25\,\mathrm{hPa}$.

Důsledkem hydrostatického a atmosférického tlaku je **vztlaková síla**, působící na pevné těleso ponořené v tekutině. Podle **Archimedova zákona** je velikost vztlakové síly rovna velikosti tíhy tekutiny stejného objemu, jako je objem ponořeného tělesa.

Existence vztlakové síly v kapalině umožňuje plování těles, existence vztlakové síly v plynech vznášení těles ve vzduchu.

Ukázka titulu Nakladatelství Prometheus https://prometheus-nakl.cz