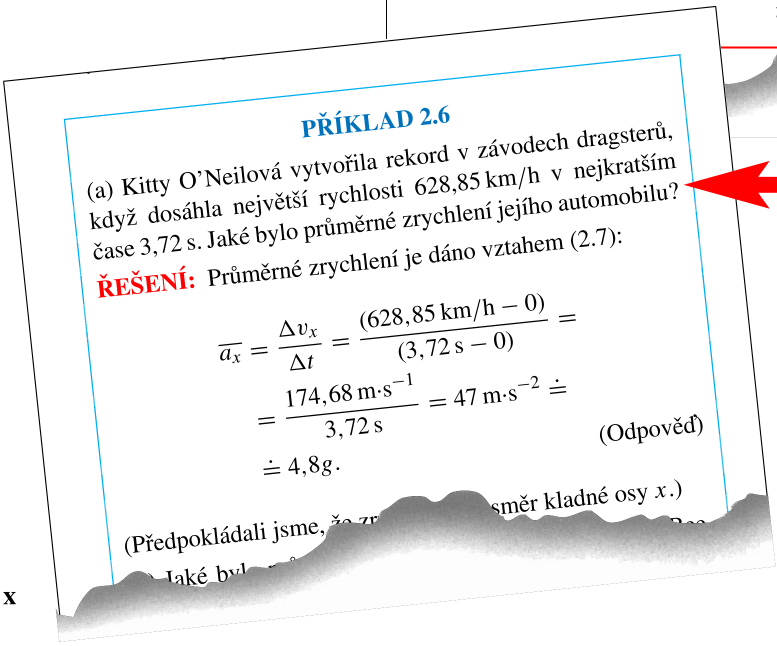
JAK PRACOVAT S TOUTO KNIHOU

Právě se pouštíte do něčeho, co se může stát nejzajímavějším a snad i dobrodružným předmětem prvního ročníku studia. Nabízí se vám možnost pochopit, jakými zákony se řídí svět kolem nás. Poznáte, jakou úlohu hraje fyzika v každodenním životě. Žádné poznání není ovšem zadarmo, něco pro to udělat musíte a tato kniha vám při tom pomůže. Byla pečlivě připravena s přihlédnutím k problémům, se kterými se studenti často potýkají. Podívejme se nyní, jak je členěna.

V roce 1977 vytvořila Kitty O'Neilová rekord v závodech dragsterů. Dosáhla tehdy rychlosti 628,85 km/h za pouhých 3,72 s. Jiný rekord tohoto typu zaznamenal v roce 1958 Eli Beeding ml. při jízdě na saních s raketovým pohonem. Po klidovém startu dosáhly saně rychlosti 116 km/h za dobu 0,04 s, která představuje v pravém slova smyslu „okamžik". Je totiž kratší než mrknutí oka. Můžeme nějak porovnat tyto dva výkony, abychom měli představu, který z nich mohl přinést jezdci větší vzrušení nebo dokonce strach? Máme srovnávat dosaženou rychlost, dobu jízdy nebo nějakou jinou veličinu?

Vstupní problém
Atraktivní aplikace probírané látky vás jistě zaujme a přiláká ke studiu.



PŘÍKLAD 2.6

(a) Kitty O'Neilová vytvořila rekord v závodech dragsterů, když dosáhla největší rychlosti 628,85 km/h v nejkratším čase 3,72 s. Jaké bylo průměrné zrychlení jejího automobilu?

ŘEŠENÍ: Průměrné zrychlení je dáno vztahem (2.7):

$$\overline{a_x} = \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{(628{,}85\ \mathrm{km/h} - 0)}{(3{,}72\ \mathrm{s} - 0)} = \frac{174{,}68\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}}{3{,}72\ \mathrm{s}} = 47\ \mathrm{m\cdot s^{-2}} \doteq 4{,}8g.$$

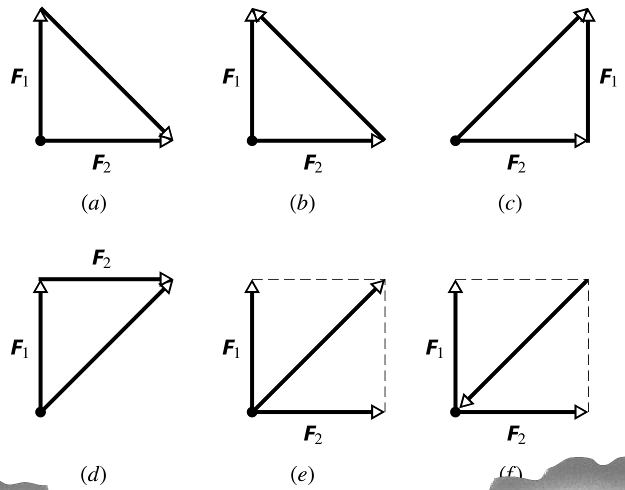
(Odpověď)

(Předpokládali jsme, že zr... směr kladné osy x.)

... Jaké byl...

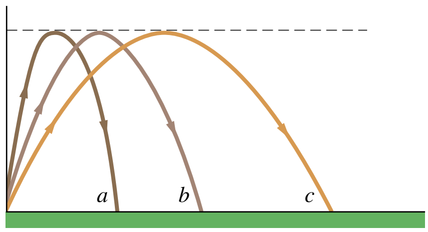
Odpověď na vstupní problém
Na vhodném místě kapitoly, ať už ve výkladu nebo formou řešeného příkladu, je vstupní problém rozebrán a vyložen.

KONTROLA 1: Dvě kolmé síly $\boldsymbol{F}_1$ a $\boldsymbol{F}_2$ na obrázku jsou kombinovány šesti různými způsoby. Které z nich správně určují výslednici $\sum \boldsymbol{F}$?



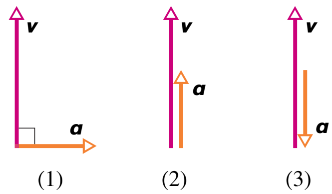
Kontrola
V textu narazíte na číslované kontrolní otázky, které průběžně ověřují, že jste látku zvládli a že můžete pokračovat dál. Pomohou vám vyhnout se častým nedorozuměním a chybným představám. Správný výsledek si můžete zkontrolovat na konci knihy.

9. Fotbalový míč letí po některé z trajektorií znázorněných na obr. 4.25. Seřaďte je podle (a) doby letu míče, (b) svislé složky jeho počáteční rychlosti, (c) vodorovné složky počáteční rychlosti, (d) velikosti počáteční rychlosti. Volte vždy sestupné řazení. Odpor prostředí zanedbejte.



Obr. 4.25 Otázka 9

10. Obr. 4.26 znázorňuje tři možné okamžité situace při pohybu částice. Rozhodněte, ve které z nich (a) velikost rychlosti částice roste, (b) klesá, (c) nemění se. Ve kterém z případů je skalární součin (d) $\boldsymbol{v} \cdot \boldsymbol{a}$ kladný, (e) záporný, (f) nulový?



Obr. 4.26 Otázka 10

Otázky
Otázky na konci každé kapitoly po vás vyžadují spíše fyzikální uvažování nežli pouhé užívání vzorců. Na konci knihy najdete odpovědi na všechny liché otázky.

Příklady

V řešených příkladech uvidíte názorně, jak používat právě vyložené fyzikální představy. Příklady vycházejí často z každodenních problémů a připravují vás přitom na řešení otázek, cvičení i úkolů na konci každé kapitoly.

PŘÍKLAD 4.1

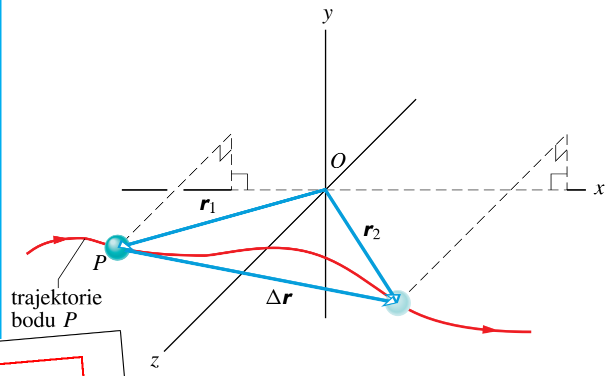
Počáteční poloha částice je dána polohovým vektorem

$$\boldsymbol{r}_1 = -3\boldsymbol{i} + 2\boldsymbol{j} + 5\boldsymbol{k},$$

koncová poloha je určena vektorem

$$\boldsymbol{r}_2 = 9\boldsymbol{i} + 2\boldsymbol{j} + 8\boldsymbol{k}$$

(obr. 4.2). Určete posunutí částice.



klad 4.1. Posunutí $\Delta\boldsymbol{r} = \boldsymbol{r}_2 - \boldsymbol{r}_1$ spojuje koncové body

RADY A NÁMĚTY

Bod 5.1: *Rozbor úlohy z hlediska působících sil*

Přečteme si zadání úlohy několikrát, až získáme dobrou představu o tom, jaká je situace, jaké údaje jsou zadány a jaké jsou úkoly. Tak třeba u př. 5.1 jsme si říkali: „Někdo tlačí sáně. Jejich rychlost se mění, takže zrychlení je nenulové. Víme, že pohyb je přímočarý. V prvé části úlohy je síla zadána, v druhé části ji máme určit. Vypadá to tedy tak, že je třeba použít druhý Newtonův zákon a aplikovat jej na případ jednorozměrného pohybu."

Je-li jasné, o jaký problém jde, ale nevíme-li, jak dále postupovat, problém prozatím odložíme a znovu si přečteme zadání. Nejsme-li si jisti správným pochopením druhého Newtonova zákona, přečteme si znovu celý článek. Prostudujeme příklady. Skutečnost, že problém formulovaný v př. 5.1 je jednorozměrný a zrychlení pohybu je konstantní, nás vrací ke kap. 2 a speciálně k tab. 2.1, obsahující všechny rovnice, které budeme potřebovat.

Bod 5.2: *Dvojí obrázky*

Při řešení každé úlohy je užitečné mít dva obrázky. Jedním z nich je hrubý náčrt skutečné situace. Zakreslíme do něj síly, přičemž počáteční bod každého vektoru síly umístíme na povrch či do objemu tělesa, na něž síla působí. Druhým obrázkem je silový diagram, v němž jsou zakresleny síly působící na *jediné* těleso, které je v nákresu znázorněno bodem. Počáteční bod každé ze sil umístíme právě do tohoto bodu.

Bod 5.3: *Jakou soustavu studujeme?*

Rady a náměty

Rady a náměty vám pomohou při řešení domácích úkolů i v přípravě na zkoušku. Představují jakousi esenci a zásobárnu praktických zkušeností badatelů a inženýrů.

Tento symbol označuje články či odstavce, které můžete při prvním čtení přeskočit. Nejsou nezbytné pro porozumění dalšímu výkladu.

8.8 HMOTNOST A ENERGIE

Klasická chemie byla založena na … du, že při ch… mických reakcích se zacho…

PŘEHLED & SHRNUTÍ

Konzervativní síly
Síla působící na částici je **konzervativní**, je-li celková práce, kterou vykoná při pohybu částice po libovolné uzavřené trajektorii, nulová. Ekvivalentní vyjádření: Síla působící na částici je konzervativní, jestliže práce, kterou vykoná při přemístění částice mezi dvěma zadanými body, nezávisí na trajektorii, po které se částice pohybovala. Tíhová síla a pružná síla jsou konzervativní. Dynamická třecí síla je *nekonzervativní*.

Potenciální energie
Potenciální energie souvisí s konfigurací soustavy, v níž působí konzervativní interakční síly. Změna potenciální energie soustavy je definována jako záporně vzatá práce, kterou konzervativní interakční síly vykonají při odpovídající změně konfigurace soustavy

$$\Delta E_\mathrm{p} = -W_\mathrm{g}. \tag{8.1}$$

Je-li konfigurace soustavy (poloha částice vzhledem ke zvolenému bodu zbytku soustavy) určena jedinou skalární proměnnou x a závisí-li konzervativní síly $\boldsymbol{F}$ a $-\boldsymbol{F}$ popisující interak… … soustavy … této proměnné …

možné vyjádřit změnu potenciální energie vztahem

$$\Delta E_\mathrm{p} = -\int_{x_\mathrm{i}}^{x_\mathrm{f}} F(x)\,\mathrm{d}x, \tag{8.6}$$

kde x_i je počáteční a x_f koncová poloha částice.

Tíhová potenciální energie
Potenciální energie soustavy s tíhovou interakcí se nazývá **tíhová potenciální energie**. Jedná-li se o soustavu zahrnující Zemi a částici, která se pohybuje v blízkosti jejího povrchu, hovoříme o **tíhové potenciální energii**. Při přechodu částice mezi body ležícími ve výškách y_i a y_f nedaleko od povrchu Země je změna tíhové potenciální energie soustavy částice + Země rovna

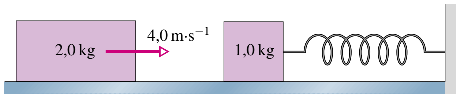
$$\Delta E_\mathrm{p} = mg(y_\mathrm{f} - y_\mathrm{i}) = mg\Delta y. \tag{8.7}$$

Je-li **referenční konfigurace** soustavy zvolena tak, že $y_\mathrm{i} = 0$, a je-li jí přisouzena nulová hodnota tíhové potenciální energie $E_{\mathrm{p,i}} = 0$, můžeme tíhovou potenciální energii soustavy v obecné konfiguraci (resp. tíhovou potenciální energii částice v obecné … k Zemi) vyjádřit vztahem

Přehled & shrnutí
Tento článek shrnuje nejdůležitější poznatky a vztahy z celé kapitoly.

Cvičení a úlohy
Setkáte se s nimi na konci každé kapitoly. Jsou uspořádány podle obtížnosti, nejprve cvičení (C), poté úlohy (Ú). Obtížnější jsou označeny hvězdičkou (★). Odpovědi na všechny liché úlohy a cvičení najdete opět na konci knihy. Na závěr bývá ještě několik úloh pro řešení s pomocí počítače, případně i problémové úlohy, v nichž i sám postup řešení přináší nové poznatky.

56Ú. Kostka o hmotnosti 1,0 kg leží na dokonale hladké podložce a je nenapjatou pružinou ($k = 200\,\mathrm{N/m}$) spojena se stěnou (obr. 10.44). Hranol o hmotnosti 2,0 kg do ní narazí rychlostí $4{,}0\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$ rovnoběžně s pružinou a pevně se s ní spojí. Určete stlačení pružiny v okamžiku, kdy je společná rychlost těles nulová.



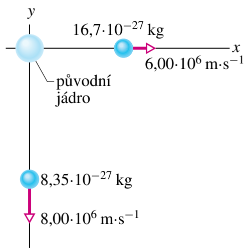
Obr. 10.44 Úloha 56

57Ú. Dvoje stejné sáně o hmotnostech 22,7 kg stojí těsně za sebou podle obr. 10.45. Kočka o hmotnosti 3,63 kg, která na jedněch sáních seděla, přeskočí najednou na druhé sáně a hned zase zpět. Při obou skocích má rychlost kočky vzhledem k zemi velikost $3{,}05\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$. Určete výsledné rychlosti sání.

Obr. 10.45 Úloha 57

58Ú. Automobil o hmotnosti 1 200 kg má nárazník konstruován tak, aby čelní náraz do zdi rychlostí 5,00 km/h byl ještě bezpečný. Vůz jede rychlostí 70 km/h a zezadu narazí do druhého automobilu, který jede rychlostí 60 km/h stejným směrem a má hmotnost 900 kg. Rychlost druhého vozu po srážce je 70 km/h. (a) Jaká je rychlost prvního automobilu bezprostředně po nárazu? (b) Určete poměr ztráty kinetické energie soustavy dvou automobilů při popsané srážce a kinetické energie, při níž je … automobilu do zdi ještě bezpečný.

62C. Atomové jádro, které je v klidu, se náhle rozpadne na tři části. Dvě z nich jsou zachyceny detekčním zařízením, které je schopno určit jejich rychlosti a hmotnosti (obr. 10.46). (a) Určete hybnost třetí částice, jejíž hmotnost je $11{,}7\cdot 10^{-27}\,\mathrm{kg}$, a vyjádřete ji pomocí jednotkových vektorů kartézské soustavy souřadnic. (b) Jaká je celková kinetická energie částic po rozpadu?



Obr. 10.46 Cvičení 62

63C. Bílá kulečníková koule narazí do červené, která je zpočátku v klidu. Rychlost bílé koule má po srážce velikost $3{,}50\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$ a svírá s původním směrem pohybu úhel $22{,}0°$. Červená koule odletí rychlostí o velikosti $2{,}00\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$. Určete (a) směr rychlosti červené koule po srážce a (b) počáteční rychlost bílé koule. (c) Je srážka pružná?

64C. Dva automobily A a B se blíží ke stejnému místu v navzájem kolmých směrech. Při srážce se do sebe zaklíní. Vůz A (hmotnost 1 200 kg) se před srážkou pohyboval rychlostí 64 km/h a vůz B (hmotnost 1 600 kg) rychlostí 96 km/h. Určete velikost a směr společné rychlosti obou vraků po srážce.

65C. Kulečníková koule narazí rychlostí $\boldsymbol{V}$ do těsně uspořádané skupiny patnácti stojících koulí. Dojde k sérii srážek koulí mezi sebou i s… Shodou okolností má velikost rychlo… …žiku stejnou hod…