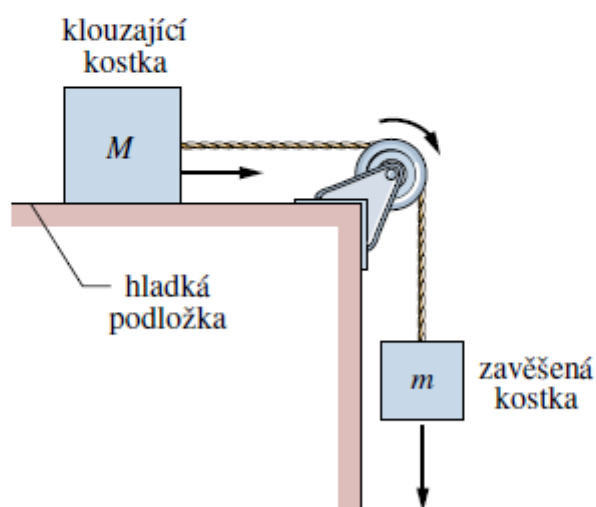


PŘÍKLAD 5.5

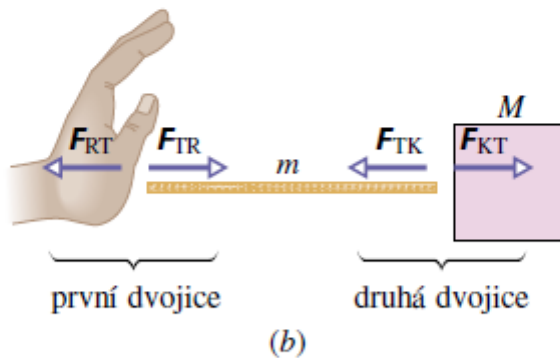
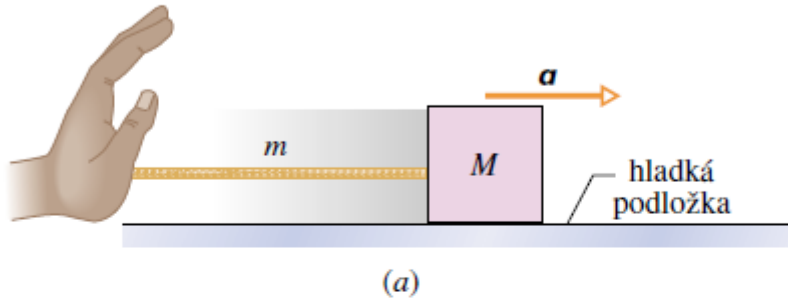
Obr. 5.15 znázorňuje kostku (*klouzající kostka*) o hmotnosti 3,3 kg. Kostka se může volně pohybovat po vodorovné dokonale hladké podložce, např. na vzduchové lavici. Kostka je připojena nehmotným vláknem vedeným přes nehmotnou kladku otáčející se bez tření k jiné kostce (*zavěšená kostka*), jejíž hmotnost je 2,1 kg. Zavěšená kostka klesá a klouzající kostka se pohybuje s určitým zrychlením vpravo. (a) Určete toto zrychlení. (b) Určete zrychlení zavěšené kostky a (c) sílu napínající vlákno.



Obr. 5.15 Příklad 5.5. Kostka o hmotnosti M na vodorovné dokonale hladké podložce je spojena s kostkou o hmotnosti m vláknem vedeným přes kladku. Vlákno i kladka jsou nehmotné. Kladka se otáčí bez tření. Šipky vyznačují směr pohybu po uvolnění soustavy.

PŘÍKLAD 5.6

Kostka o hmotnosti $M = 33 \text{ kg}$ je tlačena po dokonale hladké podložce pomocí tyčky o hmotnosti $m = 3,2 \text{ kg}$ (obr. 5.20a). Kostka, která je zpočátku v klidu, se pohybuje s konstantním zrychlením a během $1,7 \text{ s}$ se posune do vzdálenosti $d = 77 \text{ cm}$.

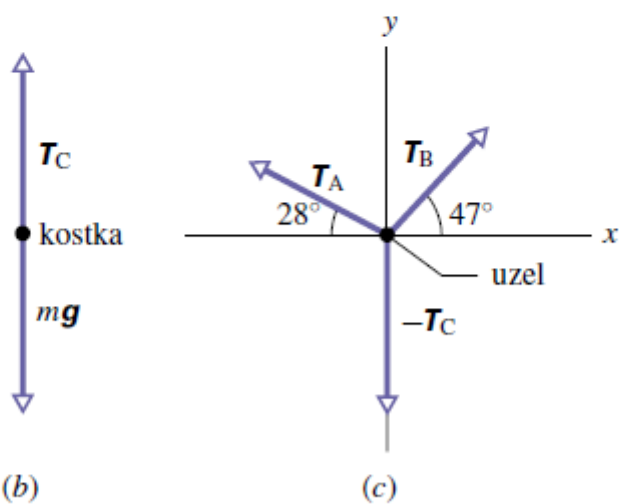
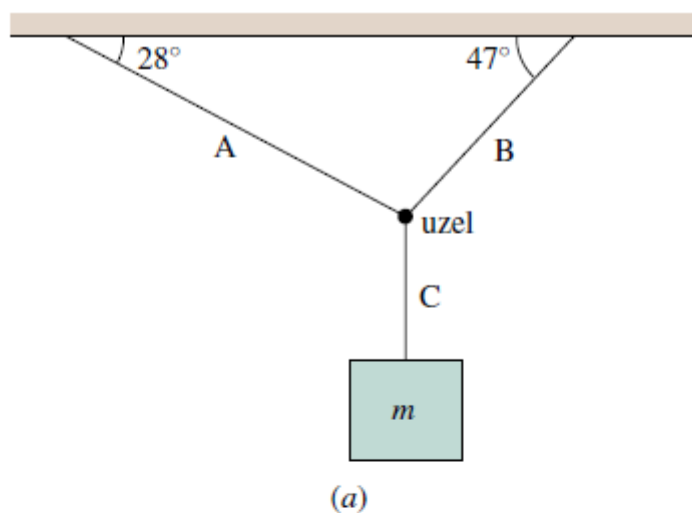


Obr. 5.20 Příklad 5.6. (a) Tyčka o hmotnosti m tlačí kostku o hmotnosti M po dokonale hladké podložce. (b) Pohled na jednotlivé části soustavy ukazuje dvojice akce – reakce, tj. vzájemné působení ruky a tyčky (první dvojice) a tyčky a kostky (druhá dvojice).

- (a) Určete všechny dvojice akce – reakce působící ve vodorovném směru.
- (b) Jakou silou musí působit ruka na tyčku?
- (c) Jakou silou tlačí tyčka na kostku?
- (d) Jaká je výsledná síla působící na tyčku?

PŘÍKLAD 5.7

Obr. 5.21 znázorňuje kostku o hmotnosti $m = 15 \text{ kg}$ zavěšenou na třech vláknech. Jakými silami jsou vlákna napínána?



Obr. 5.21 Příklad 5.7. (a) Kostka o hmotnosti m je zavěšena na třech vláknech. (b) Silový diagram kostky. (c) Silový diagram uzlu, v němž jsou vlákna spojena.

PŘÍKLAD 5.11

Pasažér o hmotnosti $m = 72,2$ kg stojí na nášlapné váze v kabině výtahu (obr. 5.25). Jaký údaj ukazuje váha pro hodnoty zrychlení uvedené v obrázku?

ŘEŠENÍ: Zabývejme se touto úlohou z hlediska pozorovatele v (inerciální) vztažné soustavě spojené se Zemí. Pozorovatel aplikuje druhý Newtonův zákon na urychlujícího se pasažéra. Obr. 5.25a-c ukazují silové diagramy, v nichž je pasažér považován za částici, pro různé hodnoty velikosti zrychlení kabiny.

Bez ohledu na zrychlení kabiny působí Země na pasažéra tíhovou silou o velikosti mg , kde $g = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ je velikost tíhového zrychlení. Podlaha výtahu tlačí na váhu směrem vzhůru. Váha tlačí směrem vzhůru na pasažéra normálovou silou o velikosti N , která je shodná s údajem na stupnici váhy. Pasažér se domnívá, že váží tolik, kolik ukazuje váha. Tato veličina se často nazývá *zdánlivá váha*, přičemž název *tíhová síla* nebo jen *váha* je rezervován pro veličinu $m\mathbf{g}$.*

Druhý Newtonův zákon dává

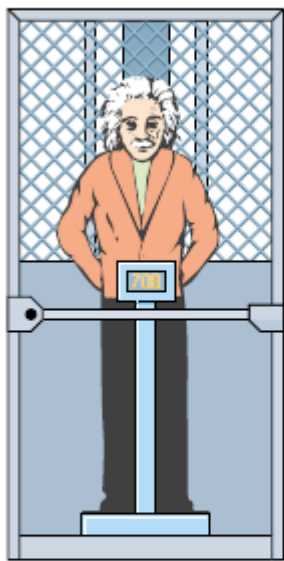
$$ma = N - mg,$$

tj.

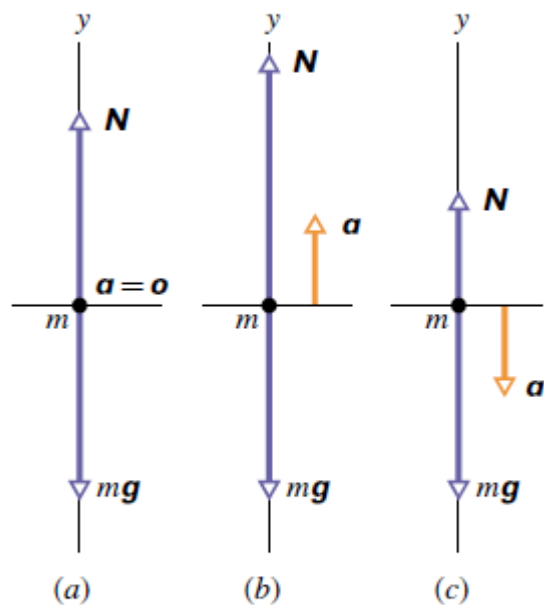
$$N = m(g + a). \quad (5.35)$$

- (a) Jaký je údaj na stupnici váhy, je-li kabina v klidu, nebo pohybuje-li se stálou rychlostí? (Obr. 5.25a.)
- (b) Jaký je údaj na stupnici, směřuje-li zrychlení kabiny vzhůru a jeho velikost je $3,20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$? (Obr. 5.25b.)
- (c) Jaký je údaj na stupnici, směřuje-li zrychlení kabiny dolů a má-li velikost $3,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$? (Obr. 5.25c.)

Pasažér tlačí na váhu menší silou než za klidu. Zdá se mu, že „zhubl“ o 23,6 kg (odpovídá 231 N)!



odečítání hmotnosti
nebo zdánlivé hmotnosti



Obr. 5.25 Příklad 5.11. Pasažér o hmotnosti m stojí ve výtahu na pružinové váze, která ukazuje jeho hmotnost nebo „zdánlivou“ hmotnost. Silové diagramy pro případy, kdy (a) zrychlení kabiny výtahu je nulové, (b) $a = +3,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$, (c) $a = -3,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

9. Na obr. 5.29 je nehmotné lano vedeno přes kladku, která se může otáčet bez tření. Na laně visí opice a dívá se do zrcadla, které má stejnou hmotnost jako ona a je zavěšeno na druhém konci lana. Může opice „uniknout“ svému obrazu v zrcadle, jestliže (a) poleze po laně vzhůru, (b) poleze po laně dolů, (c) pustí lano? Zdůvodněte.



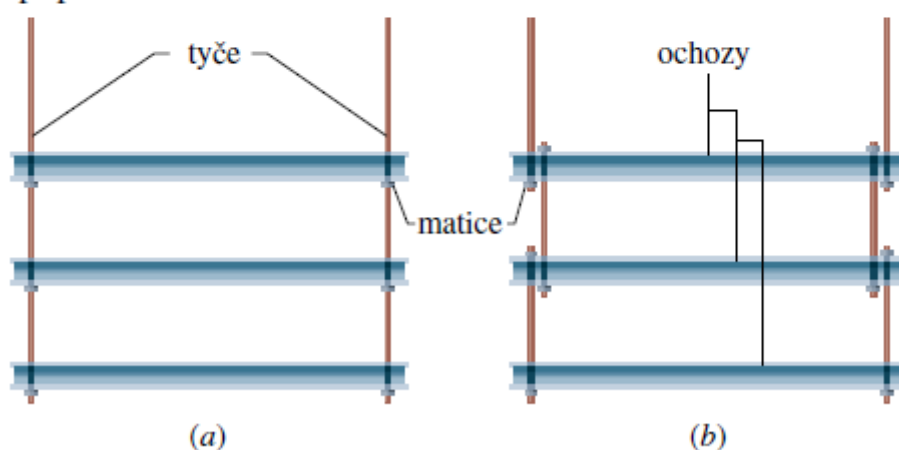
Obr. 5.29 Otázka 9

10. Je 17. července 1981, Kansas City: nově otevřená hala Hyatt Regency je plná lidí, kteří poslouchají oblíbené skladby 40. let a tančí při nich. Mnoho lidí se tísni na ochozech, které visí jako mosty nad širokým atriem. Najednou se dva ochozy utrhnou a spadnou na ty, kteří se baví dole...

Ochozy byly zavěšeny nad sebou na svislých tyčích a připevněny k nim pomocí šroubů s maticemi. V původním návrhu konstrukce měly být použity pouze dvě svislé tyče a ke každé

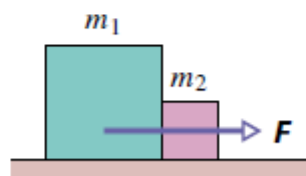
z nich měly být připevněny tři ochozy (obr. 5.30a). Tíhová síla působící na každý z ochozů i s lidmi měla průměrnou velikost G . Jaká by byla celková zátěž závitů a dvou šroubů s maticemi držících (a) nejnižší, (b) nejvyšší ochoz?

Předpokládejme, že šrouby nelze uchytit k tyčím jinak, než na jejich koncích. Je tedy třeba zvolit jiný typ konstrukce. Na rozdíl od původního provedení je nyní použito šesti tyčí a každá je spojena se dvěma ochozy (obr. 5.30b). Jaká je nyní celková zátěž závitů a dvou šroubů držících (c) nejnižší, (d) nejvyšší ochoz? Právě tato druhá konstrukce byla použita v popisovaném případě.



Obr. 5.30 Otázka 10

40Ú. Dvě kostky ležící na dokonale hladkém stole se dotýkají (obr. 5.45). (a) Určete síly, jimiž na sebe kostky navzájem působí, je-li $m_1 = 2,3 \text{ kg}$, $m_2 = 1,2 \text{ kg}$ a $F = 3,2 \text{ N}$. (b) Předpokládejme, že síla o stejné velikosti F bude působit na kostku m_2 v opačném směru. Ukažte, že velikost sil, jimiž na sebe nyní kostky působí, je $2,1 \text{ N}$, tj. je odlišná od výsledku úlohy (a). Zdůvodněte tento rozdíl.



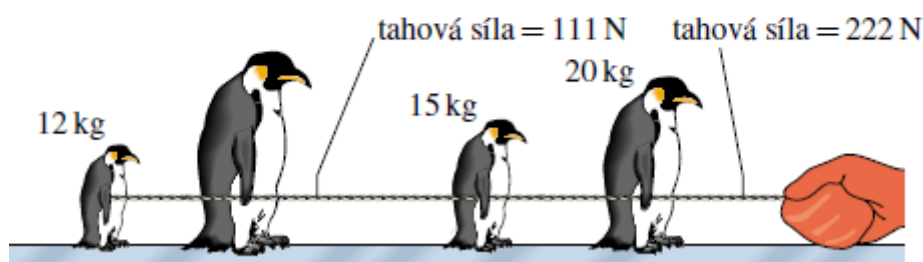
Obr. 5.45 Úloha 40

48Ú. Tři kostky spojené podle obr. 5.47 jsou taženy po dokonale hladké vodorovné podložce směrem vpravo. Tahová síla má velikost $T_3 = 65 \text{ N}$. Hmotnosti kostek jsou $m_1 = 12,0 \text{ kg}$, $m_2 = 24,0 \text{ kg}$ a $m_3 = 31,0 \text{ kg}$. Vypočtěte (a) zrychlení soustavy, (b) velikosti tahových sil T_1 a T_2 vláken spojujících kostky.



Obr. 5.47 Úloha 48

49Ú. Na obr. 5.48 jsou čtyři hraví tučňáci, které jejich ošetřovatel táhne na laně po velmi kluzkém (dokonale hladkém) ledu. Hmotnosti tří tučňáků a velikosti tahných sil jednotlivých částí lana jsou dány. Určete hmotnost zbývajících tučňáka.



Obr. 5.48 Úloha 49