

*Poznámka: Abychom tedy mohli ze židle vstát, musíme buď naklonit trup vpřed, čímž přemístíme těžiště, nebo posunout nohy dozadu, abychom dostali základnu pod těžiště, popř. uděláme obojí.*

**U8.** Těžiště jehly se nachází přibližně v jejím středu. Při libovolném vychýlení jehly z rovnovážné polohy její těžiště klesá a nevrací se do původní polohy, ale vychyluje se dál. Jehla se nachází ve vratké (labilní) poloze. Proto se jí nepodaří postavit na hlavičku špendlíku zapíchnutého do zátky. Pokud jehlu zapíchneme do zátky se dvěma těžkými vidličkami, změní se poloha těžiště této soustavy. Těžiště soustavy se bude nacházet pod místem, ve kterém se jehla dotýká hlavičky špendlíku. Svislá těžnice pak bude procházet bodem, kde se jehla opírá o hlavičku špendlíku (a to i v případě, že do zátky zapíchneme vidličky nesymetricky nebo do ní zapíchneme

předměty o různých hmotnostech. Pro zachování stabilní rovnovážné polohy musí být však vždy splněna podmínka, že svislá těžnice soustavy prochází bodem, kde se jehla opírá o hlavičku špendlíku).

**U9.** Těžiště automobilu se nachází velmi blízko vozovky, a proto se tak snadno nepřevrátí (např. při rychlém průjezdu ostrou zatáčkou).

**U10.** Jednotlivé předměty je třeba na plošině automobilu rozmístit tak, aby těžiště nákladu bylo co nejnižší; na dno plošiny by tedy měly být uloženy nejprve nejtěžší předměty (ocelové tyče), na ně lehčí (cihly) a nahoře by měly být nejlehčí (polystyrenové desky). Předpokládáme, že ocelové tyče, cihly i polystyrenové desky mají přibližně stejný objem (příčemž tyče jsou zabaleny nebo svázaný tak, aby se po nich cihly nemohly pohybovat).

## Účinky sil

**U1.** a) V okamžiku kopnutí působí na míč síla  $F$

letu padá směrem dolů. Dále na míč působí odporová

**U3.** a)  $s_{AB} = 120 \text{ m}$ ;  $t = 5 \text{ s}$ ;  $v_p = ? \text{ km/h}$ .

$$v_p = \frac{120 \text{ m}}{5 \text{ s}} = 24 \frac{\text{m}}{\text{s}} \doteq 86 \frac{\text{km}}{\text{h}};$$

b)  $s_{BC} = 100 \text{ m}$ ,  $t = 10 \text{ s}$ ;  $v_p = ? \frac{\text{km}}{\text{h}}$ .

$$v_p = \frac{100 \text{ m}}{10 \text{ s}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 36 \frac{\text{km}}{\text{h}};$$

c)  $s_{AC} = 220 \text{ m}$ ,  $t = 15 \text{ s}$ ;  $v_p = ? \frac{\text{km}}{\text{h}}$ .

$$v_p = \frac{220 \text{ m}}{15 \text{ s}} \doteq 14,7 \frac{\text{m}}{\text{s}} \doteq 53 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

**U5.** Ne, vozovku chodec přejde za

$t = \frac{0,006}{6} \text{ h} = 0,001 \text{ h} = 3,6 \text{ s}$ , ale automobil se přibližuje k přechodu za

$$t = \frac{0,025}{60} \text{ h} \doteq 0,000417 \text{ h} \doteq 1,5 \text{ s}.$$

**U6.** Graf je znázorněn na obr. V-10.1. Průměrná rychlost vlaku č. 5823 není rovnoměrná. V 15 h 38 min má být vlak v Mlýnci.

Vlak č. 5823 urazí 46 km za 83 min, jeho průměrná

$$\text{rychlost je } v_p = \frac{46\,000 \text{ m}}{4\,980 \text{ s}} \doteq 9,24 \frac{\text{m}}{\text{s}} \doteq 33 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

Vlak č. 1147 urazí 46 km za 57 min, jeho průměrná

$$\text{rychlost je } v_p = \frac{46\,000 \text{ m}}{3\,420 \text{ s}} \doteq 13,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 49 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

**U7.** a) Nejrychleji se pohybuje vozidlo II (graficky viditelnosti dráhy na čase je nejstrmější).

b) V bodě A se setkají vozidla II a III; v bodě B se setkají vozidla I a III.

c) Vozidlo III vyrazilo ze stanoviště, které je od místa, z něhož vyrazila vozidla I a II, vzdáleno 75 km.

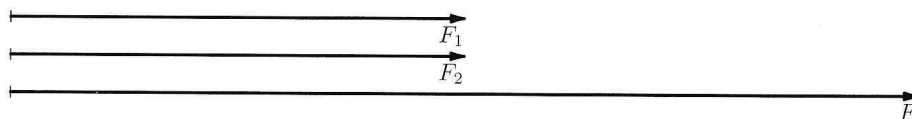
d) Vozidla I a III se setkají v 9 h ve vzdálenosti 150 km od počátku jízdy vozidla I.

## 10.4 Síla

### Měření sil. Skládání sil

**U1.** b) Jestliže závaží o hmotnosti 100 g zavěsíme na siloměr, bude pružina napínána silou o velikosti 1 N.

**U2.** Svědčí o tom např. existence přílivu a odlivu. Podrobněji viz Poznámka k U6, v článku 1.4 ve Fyzice 6.



Obr. V-10.2

**U4.** a) Je-li hmotnost parašutisty  $m = 90 \text{ kg}$ , působí na něho Země gravitační silou  $F_g = 900 \text{ N}$  ve směru svislém dolů. Odporová síla vzduchu  $F_o = 500 \text{ N}$  působí na parašutistu ve směru svislém vzhůru. Na parašutistu tedy působí výsledná síla  $F = F_g - F_o = 900 \text{ N} - 500 \text{ N} = 400 \text{ N}$  ve směru svislém dolů.

b) Rychlost pádu parašutisty se mění, neboť na parašutistu působí nenulová výsledná síla (jeho pohyb se zrychluje).

**U5.** a) Jede-li automobil stálou rychlostí po přírodním úseku silnice, působí na něj tažná síla motoru a třecí síla mezi koly automobilu a vozovkou; tyto síly jsou v rovnováze.

b) Projíždí-li automobil stálou rychlostí mírnou zatáčkou, musí výslednice sil působících na auto, jimiž jsou tažná síla motoru a třecí síla mezi koly automobilu a vozovkou, měnit směr rychlosti; tyto síly nejsou v rovnováze, jejich výslednice je při průjezdu zatáčkou nenulová.

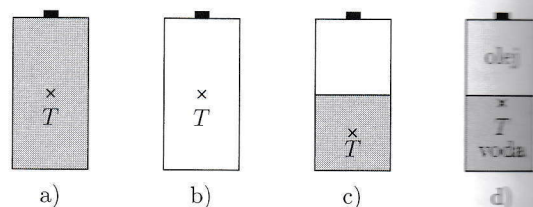
*Poznámka: Přesněji řečeno výslednice sil by měla mít v každém okamžiku směr do středu části kružnice, která je oskulační kružnicí k trajektorii zatáčky.*

**U6.** Těžiště plné láhve a prázdné láhve se nachází přibližně uprostřed válcové části láhve

**U3.** a) Obr. V-10.2 ( $1 \text{ cm} \doteq 10 \text{ N}$ ).  $F = F_1 + F_2 = 120 \text{ N}$ .

b)  $F = 0 \text{ N}$ . Vozík se bude pohybovat rovnoměrným přímočarým pohybem nebo bude v klidu, neboť síly působící na vozík jsou v rovnováze.

(obr. V-10.3a, b); těžiště láhve naplněné do poloviny vodou se nachází níž, než v úlohách a), b); v úloze c) se těžiště nachází poněkud výše než v úloze c), ale leží v té části láhve, která je vyplněna vodou, neboť voda má větší hustotu než olej (obr. V-10.3c, d).



Obr. V-10.3

**U7.** a) Není to možné; při unožení levé nohy těžiště vysune poněkud do strany (na levou stranu) a svislá těžnice (svislá přímka vedená těžištěm) neprochází plochou vymezenou okraji chodidla, na němž stojím (základnou tělesa).

b) Nepodaří se mi vstát, neboť těžiště se nachází uvnitř těla blízko páteře (asi 10 cm nad pasem) a svislá těžnice neprochází plochou vymezenou chodidly.

## 10.2 Měření fyzikálních veličin

**U2.**  $2,5 \text{ h} = 150 \text{ min}$ ;  $7,8 \text{ g/cm}^3 = 7\,800 \text{ kg/m}^3$ ;  $1,5 \text{ m}^3 = 1\,500 \text{ l}$ ;  $72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$ ;  $1\,000 \text{ hPa} = 10^5 \text{ Pa}$ ;  $200 \text{ mA} = 0,2 \text{ A}$ .

**U3.** a) Hmotnost  $1 \text{ kg}$  má např. jeden sáček mouky nebo  $1 \text{ l}$  vody.

b) Hustotu  $1 \text{ kg/dm}^3 = 1\,000 \text{ kg/m}^3$  má  $1 \text{ l}$  vody.

c) Např. láhev na mléko nebo krabice od džusu.

d) O správnosti odhadu se žák může přesvědčit tak, že provede  $11$  úderů za sebou, přičemž se snaží zachovat mezi úderými stejně dlouhé intervaly. Jiný žák změří čas, který uplynul mezi prvním a posledním úderem, a naměřený údaj vydělí deseti. Takto zjistí čas, který uplyne mezi dvěma úderými tužkou.

**U4.** Na měření délky třídy použijeme měřicí pásmo se stupnicí v centimetrech. Chyba měření je  $0,5 \text{ cm}$ .

**U5.** a) Na tužku kruhového průřezu navineme těsně vedle sebe např.  $10$  závitů. Změříme délku navinuté části a vydělíme ji deseti. Pokud měříme

délku navinuté části provázku, kterou tvoří  $10$  závitů, zmenší se tím odchylka měření desetkrát. Pokud měříme délku deseti závitů s přesností na milimetry (odchylka měření je  $0,5 \text{ mm}$ ), můžeme údaj o průměru provázku určit s odchylkou  $0,5 \text{ mm} : 10 = 0,05 \text{ mm}$ .

b) Posuvným měřidlem můžeme změřit průměr provázku přímo (provázek při měření nesmíme stlačovat). Při použití posuvného měřidla lze obvykle dosáhnout odchylky měření  $0,01 \text{ mm}$  (u posuvného měřítka s digitálním noniem přesnosti až  $0,005 \text{ mm}$ ).

**U6.**  $a = 3 \text{ m}$ ,  $b = 2,5 \text{ m}$ ,  $c = 40 \text{ cm} = 0,4 \text{ m}$ ,  $\rho = 1\,600 \text{ kg/m}^3$ ;  $V = ? \text{ m}^3$ ;  $m = ? \text{ kg}$ ,  $F_g = ? \text{ N}$ .

Objem zdi vypočítáme podle vzorce  $V = abc$ ; dostaneme  $V = 3 \text{ m}^3$ . Hustotu zdiva z plných cihel nalezneme např. v Tabulkách. Hmotnost zdiva vypočítáme podle vzorce  $m = \rho V = 1\,600 \cdot 3 \text{ kg} = 4\,800 \text{ kg}$ . Tlakovou sílu, kterou působí zeď na podlahu, vypočteme jako gravitační sílu, kterou je zeď přitahována k Zemi;  $F_g = mg = 4\,800 \cdot 10 \text{ N} = 48\,000 \text{ N} = 48 \text{ kN}$ .

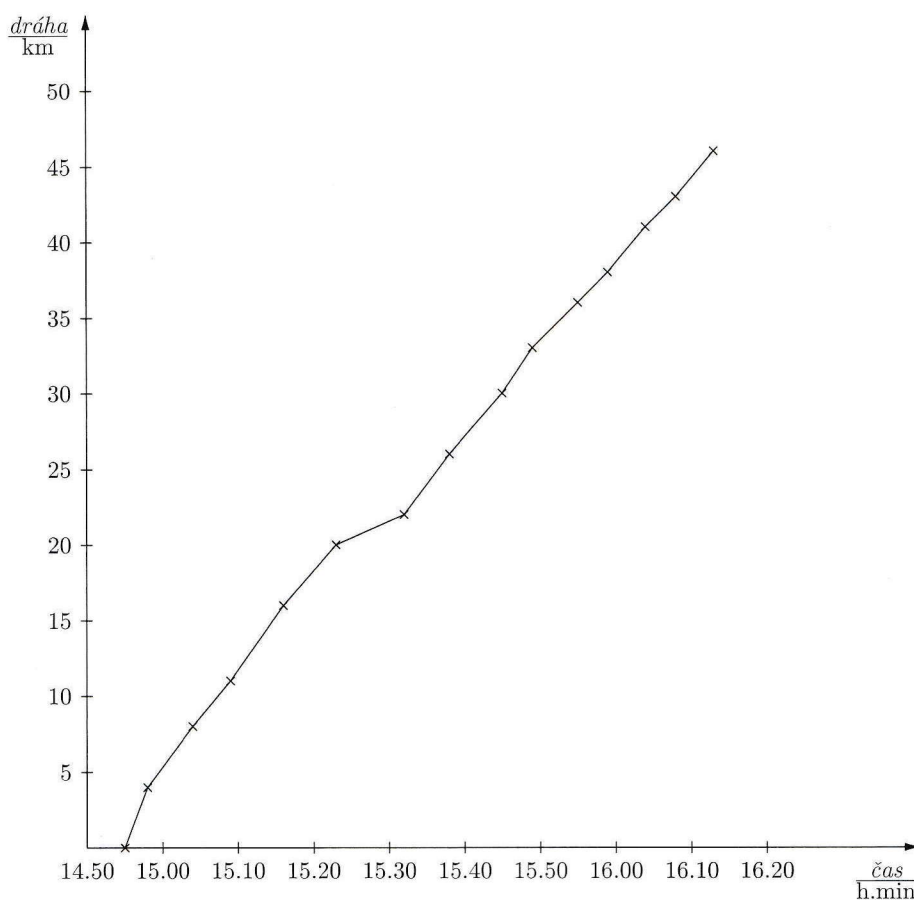
## 10.3 Pohyby

**U1.** a) Vzhledem k sedátku loďky je v klidu.

b) Vzhledem ke stromu na břehu řeky je v pohybu.

c) Vzhledem k vodě v řece je v klidu.

**U2.** Pohyby nerovnoměrné: vozík rozjíždějící se z kopce, padající kulička, auto zastavující před křižovatkou. Pohyby rovnoměrné: voda v řece, pás na dopravu uhlí.



Obr. V-10.1