

FYZIKA 7

pracovní sešit



EVROPSKÁ UNIE



Projekt byl podpořen z Evropského sociálního fondu.
„Praha & EU: Investujeme do vaší budoucnosti“

Tato publikace byla vytvořena v souladu s RVP ZV v rámci projektu Tvořivá škola – učitel činnostního učení v Praze, který je spolufinancován Evropským sociálním fondem a rozpočtem hl. m. Prahy.

Autoři: Mgr. Arnošt Míček, Mgr. Roman Kroupa

Odborný recenzent: prof. RNDr. Ivo Volf, CSc.

© Tvořivá škola, 2010

ISBN 978-80-87433-01-0

Obsah

Pohyb a klid těles	4
Trajektorie a dráha pohybu	6
Dráha a doba pohybu	8
Rychlost rovnoměrného pohybu	10
Průměrná rychlost nerovnoměrného pohybu	12
Pohyb těles – grafické znázornění	14
O silách	20
Skládání sil stejného a opačného směru	22
Skládání různoběžných sil	26
Těžiště a rovnovážná poloha těles	28
Pohybové zákony – Newton	32
Tření a odpor prostředí	34
Otáčivé účinky síly	36
Deformační účinky síly	42
O kapalinách	44
O plynech	48
O světle	52
Výsledky	62



Činnosti



Otázky, úvahy
Problémové otázky



Pokusy



Příklady



Úlohy



Pozorujte



Počítej s kalkulačkou



Vhodné
k zapamatování



Tabulky

Obrázky nejsou číslo-
vané, vždy si vyberete
sami ten správný.

Pohyb a klid těles

Vše kolem nás je v neustálém pohybu!

- Co v uvedeném tvrzení vlastně chybí, abychom mohli rozhodnout o jeho pravdivosti?
- Proč označujeme pohyb těles jako relativní pohyb?
- Uveďte příklady těles, která se pohybují vzhledem k Zemi (alespoň tři):

1.
2.
3.

- Zapište příklady těles pohybujících se vzhledem ke Slunci:

1.
2.
3.

Pokud uvažujeme pohyb různých těles vzhledem k zemi nebo vzhledem k jiným tělesům pevně se zemí spojeným, nebudeme to dále už uvádět.

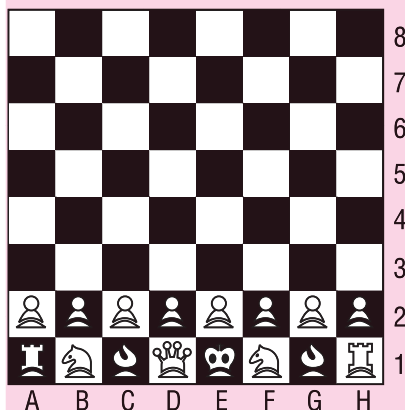
Př. 1 Nákladní auto s nákladem jede po silnici.

- Náklad je v klidu vzhledem k ložné ploše auta, ale i v pohybu vzhledem k zemi.
- Vymyslete další obdobné příklady takových situací:

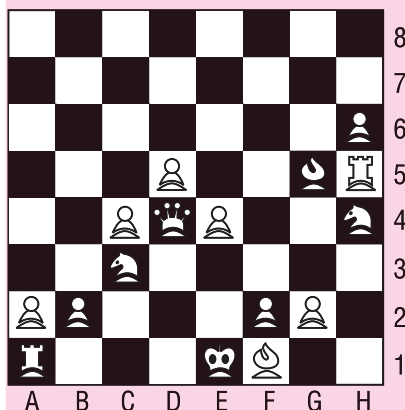
1.
2.
3.



Šachovnice č. 1



Šachovnice č. 2



Ukázka zápisu polohy šachových figur: Jc3, Sg5, ...

Rozhodněte a zapište, kolika tahy se dostaly figury na pozice uvedené na šachovnici 2 ze své pozice v základním postavení.



Úlohy se šachovnicí:

Na šachovnici č. 1 jsou bílé figury v základním postavení. Na druhé šachovnici je zachycena situace odlišná.

- Určete, které figury se pohybovaly v průběhu času (mezi situací 1 a 2)

.....

.....

.....

- Rozhodněte, které figury byly pravděpodobně po celou uvedenou dobu v klidu. (U kterých figur a proč to nemusí platit? Zvažte pravidla pro pohyb figur na šachovnici.)

.....

.....

.....

- Rozhodněte a запиšte, kolika tahy se dostal na „své“ pole pěšec d5, dáma Dd4, střelec Sg5, věž Vh5, pěšec h6, jezdec Jh4 z původní pozice:

.....

.....

- Pokuste se u každé figury tyto tahy i zapsat:

Pěšec:

Dáma:

Střelec:



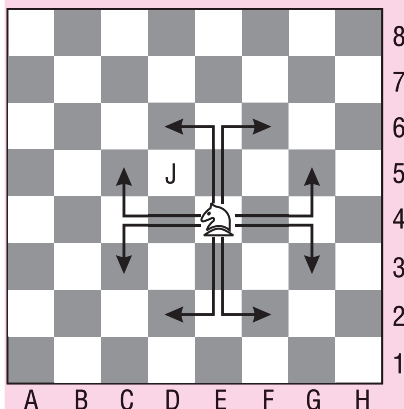
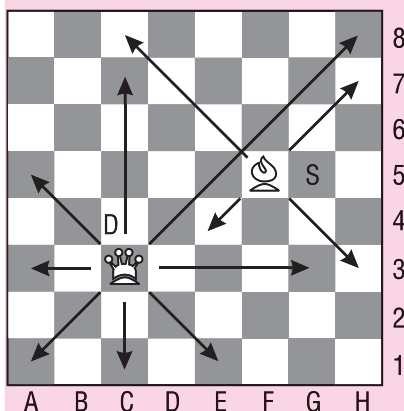
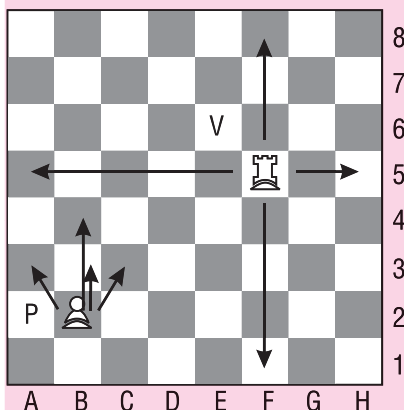
Která tělesa v naší sluneční soustavě jsou v klidu (uveďte několik příkladů) vzhledem:

a) k Zemi:

b) ke Slunci

c) k Měsíci:

Pravidla pro pohyb šachových figur:



Král se pohybuje všemi směry o jedno pole.

Trajektorie a dráha pohybu

Trajektorie - přímočará, křivočará - rozlišujeme tvar „čáry vyznačené“ pohybujícím se tělesem. Dráha pohybu - určíme (měříme) délku trajektorie. Zápis: $s = 120 \text{ m}$ (délkové jednotky).

Vyberte a označte z uvedených příkladů pohyb přímočarý (PP) a pohyb křivočarý (PK), odůvodněte!

1. Jízda osobního automobilu po dálnici. PK - auto předjíždí a překonává mírná stoupání i klesání.
2. Volný pád tenisového míčku puštěného z výšky 1,5 m.

.....

3. Pohyb jedné sedačky na kolotoči.

.....

4. Pohyb míče při odkopu fotbalovým obráncem.

.....

5. Pohyb středu Měsíce kolem Země.

.....

6. Pohyb hrotu ořezané tužky při rýsování úsečky.

.....

7. Let dopravního letadla.

.....

8. Pohyb jednoho schodu na pohyblivém schodišti v obchodním centru.

.....

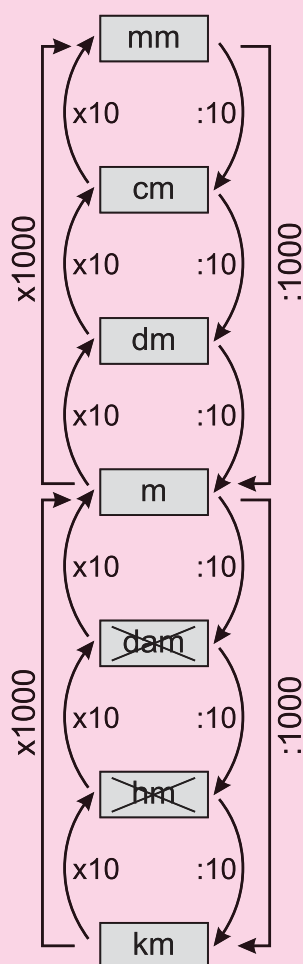
- ☐ U Cyklista jede na přímém úseku délky 30 m. Vyjmenuj 3 součásti kola, které se nepohybují přímočaře.

.....

.....

.....

SI: délkové jednotky



Příklad převodu jednotek:
 $1,4 \text{ km} = 1\,400 \text{ m}$
 $0,054 \text{ m} = 54 \text{ mm}$

Prohlédněte si tabulku předpon pro vytváření názvů jednotek ve svých Tabulkách - fyzikální část.

U Rozhodněte a запиšte, které těleso urazilo dráhu:
 a) ze všech uvedených nejdelší,
 b) ze všech uvedených nejkratší.

- automobil: $s_1 = 24,07 \text{ km}$
- jízdní kolo: $s_2 = 28 \text{ 050 m}$
- atlet běžec: $s_3 = 500 \text{ 000 cm}$
- vystřelený šíp: $s_4 = 850 \text{ dm}$

Odpovědi:

- a)
- b)

Vysvětlete, jak postupujete při řešení. Postup stručně запиšte:

.....

.....

.....

.....

.....

Př. Na mírném svahu ujela Pepíkovi na sněhu jedna lyže. Zastavila se až dole na louce.

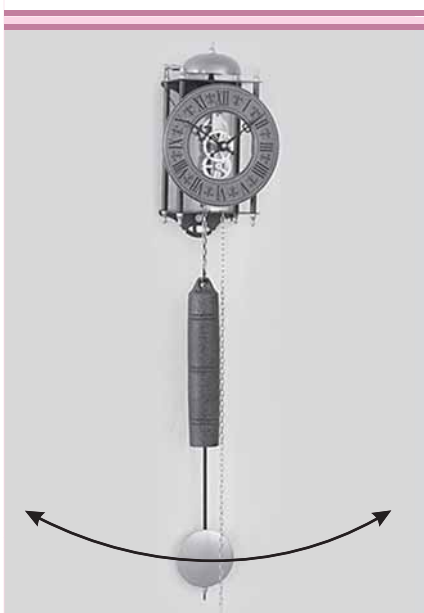
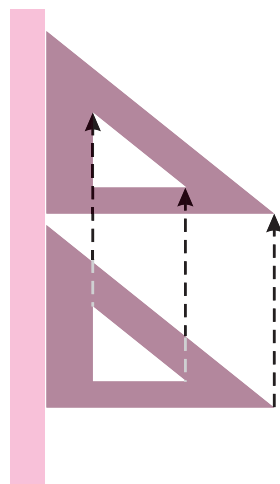
Jde o příklad posuvného (translačního) pohybu, protože každá součást lyže vykonala stejnou trajektorii a urazila stejnou dráhu.

Velká, malá i sekundová ručka hodinek vykonávají pohyb otáčivý (rotační).

Každý bod na kterékoli ručce hodinek má trajektorii tvaru kružnice (nebo její části). Pohyb uvažujeme vzhledem k ose otáčení všech tří.

Podobným způsobem popište pohyb tělesa včetně odůvodnění, proč se jedná o pohyb posuvný, otáčivý nebo jiný – složitější.

U Uveďte alespoň tři příklady z každé skupiny pohybů. Zaznamenejte do školního sešitu.



Dráha a doba pohybu

Dráha pohybu s - jednotky délkové: m, km, ...

Doba pohybu t - jednotky času: s, min, h, ...

U Z uvedeného výpisu jízdního řádu запиште: dobu jízdy vlaku číslo R 950 (v minutách i v hodinách):

- celkovou

- ze stanice A do B

- ze stanice C do D

 R 950 Hradec Králové hl. n. » Praha hl. n.

	Stanice	Příjezd	Odjezd
A	Hradec Králové hl.n.		9:08
B	Chlumec n.Cidlinou	9:28	9:29
C	Poděbrady	9:53	9:54
D	Nymburk hl.n.	10:00	10:02
E	Lysá n. Labem	10:13	10:14
F	Praha hl.n.	10:47	

U V tabulce je zaznamenána doba pohybu a k ní příslušná dráha:

čas	t (s)	0	1	2	3	4	5	6
dráha	s (m)	0	5	20	45	80	125	180

Rozhodněte, o jaký pohyb se jedná (rovnoměrný, nerovnoměrný), a запиште včetně slovního odůvodnění:

.....

.....

- Určete dráhu daného pohybu za dobu:

$t_1 = 1$ s ----- $s = 5$ m

$t_2 = 2$ s ----- $s =$

$t_3 = 4$ s ----- $s =$

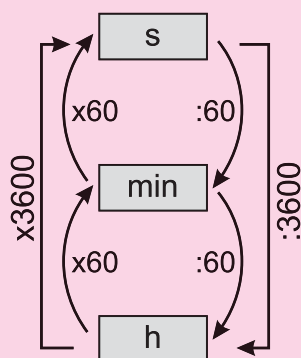
- Určete a запиште dráhu pohybu za:

první sekundu

druhou sekundu

4. i 5. sekundu

Jednotky času - převod:



Uvedené jednotky času tvoří šedesátkovou soustavu, tj. 60 jednotek menších = 1 jednotka větší („sousední“).

1 den = 24 h

$t = 0,1$ h = 6 min = 360 s

$t = 0,5$ h =

$t = 0,3$ h =

$t = 1,7$ h =

$t = 2,3$ h =

$t = 30$ s = 0,5 min

$t = 15$ s =

$t = 105$ s =

$t = 360$ s =

$t = 255$ s =

$t = 96$ min = 1,6 h

$t = 72$ min =

$t = 42$ min =

$t = 12$ min =

U V následujícím grafu A je znázorněn pohyb tělesa. Rozhodněte a запиšte, o jaký pohyb se jedná (včetně odůvodnění):

.....

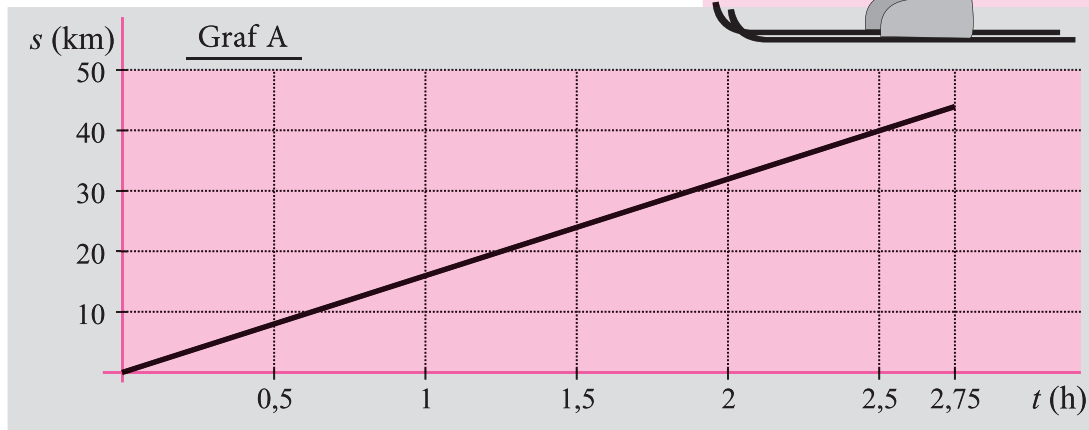
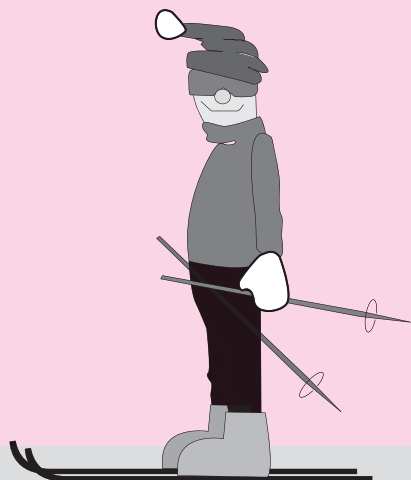
.....

.....

.....

.....

Graf $s(t)$:



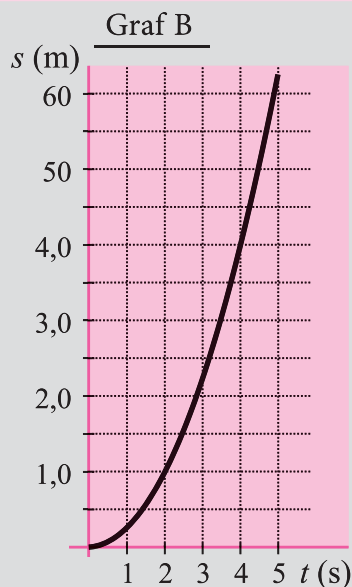
Z grafu A určete a запиšte:

- celkovou dobu pohybu v hodinách i v minutách:
- celkovou dráhu pohybu:
- dráhu za 1 h i za 1,75 h:
- dobu potřebnou k ujetí 20 km:
- dobu potřebnou k ujetí 35 km:

U₄ Graf $s(t)$

Z grafu B určete a запиšte:

- celkovou dobu pohybu v s:
- celkovou dráhu pohybu:
- dráhu za 2 s, za 4 s:



Rychlost rovnoměrného pohybu

Rychlost – v – se udává dráhou pohybu za příslušnou jednotku času, např.: $v = 5 \text{ m/s}$ znamená, že dráha pohybu za 1 sekundu je 5 metrů.

U Z uvedených příkladů vyberte ty, které se týkají pohybu rovnoměrného, a označte je x:

- ☐ Padající kapka vody.
- ☐ Pohyblivý chodník na letišti.
- ☐ Velká ručka věžních hodin.
- ☐ Míč vržený svisle vzhůru.
- ☐ Šíření světla ve vzduchoprázdnu.
- ☐ Šíření zvuku ve vzduchu.

U Určete z paměti rychlost rovnoměrného pohybu a запиšte:

7 m urazí těleso za 2 s: $v = 3,5 \text{ m/s}$

Dráha za 5 s měří 10 m:

25 m urazí těleso za 5 s:

Dráha za 3 h činí 210 km:

20 km ujede vozidlo za 10 min:

0,4 km urazí vozík za 2 min:

45 m urazí těleso za 3 s:

1,6 km urazí vozík za 4 min:

U Určete a запиšte stručným zápisem rychlost pohybu zadaného grafem na str. 9 (rovnoměrný pohyb).

.....

U Výpočet rychlosti rovnoměrného pohybu:

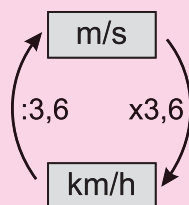
 Jakou rychlostí se pohybuje sedačka na řetízkovém kolotoči? Před očima pozorovatele, který stojí u kolotoče, se objeví vždy po 4 sekundách, jedna otáčka sedačky kolem dokola měří cca 82 metrů. Rychlost vyjádřete i v km/h.

Vzorec pro výpočet rychlosti:

$$v = s : t \leftrightarrow v = s/t$$

Základní jednotka je m/s, další používané jednotky: km/h, km/s, ...

Převody jednotek rychlosti:



Vysvětlení převodního vztahu:

$v = 1 \text{ m/s}$ znamená to, že dráha za dobu 1 s je 1 m.

$$t = 1 \text{ s} = 1/3600 \text{ h} \\ s = 1 \text{ m} = 0,001 \text{ km}$$

$$v = \frac{s}{t}$$

$$v = \frac{1}{1000} : \frac{1}{3600}$$

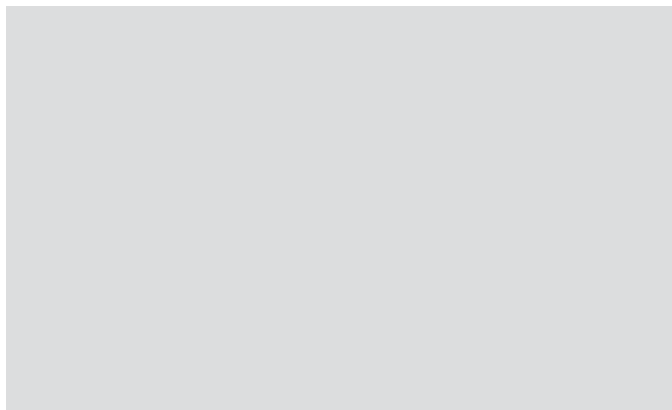
$$v = 3600 : 1000 \\ v = 3,6 \text{ km/h}$$

Číselný výpočet ověřte např. na kalkulačce.

U V následující tabulce doplň chybějící údaje:

$v \text{ (m/s)}$	3	5			10	25	
$v \text{ (km/h)}$			36	108			360

U Porovnejte rychlosti pohybu hrotu velké a sekundové ručky u náramkových hodinek a zapíšte podílem. Obě ručky jsou stejně dlouhé. Svě řešení ověřte úvahou i výpočtem.



Známe-li rychlost rovnoměrného pohybu v a dobu jeho trvání t , vypočteme příslušnou dráhu s .

Př. Sedačky na lyžařském vleku se pohybují rychlostí 2,5 m/s. Za 12 minut dorazí každá sedačka od dolní k horní stanici vleku. Jak je vlek dlouhý?

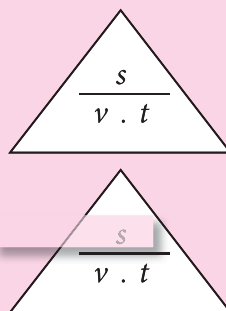
$$\begin{array}{lll}
 v = 2,5 \text{ m/s} & v = s : t & s = v \cdot t \\
 t = 12 \text{ min} = 720 \text{ s} & & s = 2,5 \cdot 720 \text{ m} \\
 s = ? \text{ m, km} & & \underline{s = 1\,800 \text{ m}}
 \end{array}$$

Vzdálenost mezi stanicemi vleku je 1 800 m, tj. 1,8 km.

U Dětský vlek se pohybuje rychlostí 1,5 m/s. Děti se dole chytí provazu a na horní stanici se pustí po devíti minutách jízdy. Jak dlouhý je vlek?

Odpověď

Návod k zapamatování:



Úvaha:
Výpočet neznámého dělení-
ce známe z matematiky:

$$\begin{array}{l}
 6 = x : 4 \\
 x = 6 \cdot 4 \\
 x = 24
 \end{array}$$

Obdobně pracujeme s naším vzorcem ve fyzice:
 $v = s : t$
„Neznámý dělenec“ je dráha s .

$$s = v \cdot t$$

Průměrná rychlost nerovnoměrného pohybu

Dopravní prostředky přizpůsobují svoji rychlost okamžité situaci. Jejich okamžitá rychlost se tedy velmi často mění. Její největší možnou hodnotu omezují dopravní značky.

Naučili jsme se vypočítat průměrnou rychlost pohybu v_p , která je pro řešení řady problémů výhodnější.

T Informativní tabulka rychlostí na další straně uvádí některé zajímavé hodnoty z praxe.

Př. Vypočítejte průměrnou rychlost turistu na trase dlouhé 7,2 km, kterou ušel za 2 h 12 min.

Celková dráha $s = 7,2$ km

Celková doba $t = 2,2$ h

$v_p = ?$ km/h

$$v_p = s : t$$

$$v_p = 7,2 : 2,2 \text{ km/h}$$

$$v_p = 3,36 \text{ km/h}$$

$$v_p \doteq 3,4 \text{ km/h}$$

Průměrná rychlost turistu, který ušel tuto trasu, je 3,4 km/h.

U Na výletě v Praze jedeme z Malostranského náměstí na Petřín tramvají a lanovkou, přesun k lanové dráze (asi 2 min) půjdeme pěšky. Celou 2 km dlouhou trasu stihneme za 10 minut. Jaká je naše průměrná rychlost?

Řešte ve školním sešitě, vzor zápisu je v předcházející úloze.

U Porovnejte průměrné rychlosti dopravních prostředků v husté městské dopravě:

- Autobus urazí vzdálenost 5,4 km za 18 min.
- Osobní auto jede na trase dlouhé 12,8 km 30 min.
- Tramvaj urazí 9,5 km za 30 min včetně zastávek.
- Cyklista překoná vzdálenost 4,8 km za 16 min.



U Porovnejte průměrné rychlosti dvou atletů:
Žák 7. ročníku uběhne 60 m za 7,2 s, špičkový atlet dosáhne při sprintu na 100 m času 9,8 s.

Př. Osobní automobil jede v obci 2 km rychlostí 30 km/h (snížená rychlost – oprava vozovky) a zbytek cesty přes obec dodržuje předepsanou rychlost 50 km/h. Trasa přes obec měří 5,2 km. Vypočítejte průměrnou rychlost auta.

Řešení:

$$\begin{aligned} 1. \text{ úsek } s_1 &= 2 \text{ km} & t_1 &= s_1 : v_p \\ v_p &= 30 \text{ km/h} & t_1 &= 2 : 30 \text{ h} \\ & & t_1 &= \frac{1}{15} \text{ h} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ úsek } s_2 &= 3,2 \text{ km} & t_2 &= 3,2 : 50 \text{ h} \\ v_p &= 50 \text{ km/h} & t_2 &= 0,064 \text{ h} \end{aligned}$$

výpočet prům. rychlosti:

- celková dráha $s = 5,2 \text{ km}$

- celková doba $t = (\frac{1}{15} + 0,064) \text{ h}$

$$v_p = (s_1 + s_2) : (t_1 + t_2)$$

$$v_p = (2 + 3,2) \text{ km} : (\frac{1}{15} + 0,064) \text{ h}$$

$$v_p = 39,796 \text{ km/h}$$

$$v_p \doteq 40 \text{ km/h}$$

Automobil jel přes obec průměrnou rychlostí 40 km/h.

Při výpočtu průměrné rychlosti dělíme **celkovou dráhu celkovou dobou** pohybu tělesa.

U Roman jel do sousedního města vzdáleného 27 km. První část cesty, $\frac{2}{3}$ celé trasy, jel do kopce a dosáhl průměrné rychlosti 15 km/h. Zbytek cesty byl z kopce a jeho průměrná rychlost na tomto úseku dosáhla 36 km/h.

Vypočítejte průměrnou rychlost Romana na celé trase.

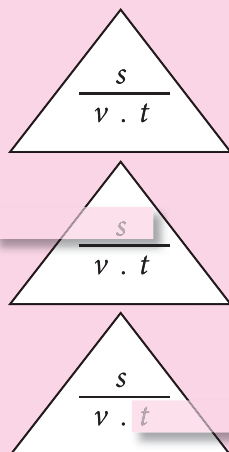
U O kolik minut později dorazí auto do cíle vzdáleného 24 km, omezí-li svoji rychlost ze 100 km/h na 80 km/h.

Rychlosti některých zvířat:

želva	0,5 km/h
prase divoké	17 km/h
velbloud	20 km/h
slon	35 km/h
pes	40 km/h
pštros	50 km/h
zajíc	60 km/h
kůň (závodní)	70 km/h
antilopa	72 km/h
zebra	75 km/h
chrt	80 km/h
klokan	85 km/h
gazela	90 km/h
gepard	120 km/h

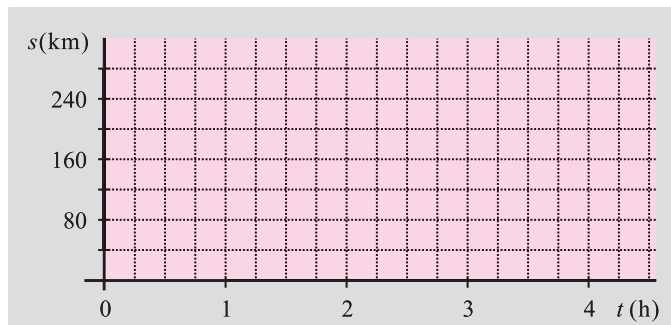
Rychlosti větru:

bezvětří	0-1 km/h
vánek	1-5 km/h
slabý vítr	6-11 km/h
mírný vítr	12-19 km/h
čerstvý vítr	20-38 km/h
silný vítr	39-49 km/h
prudký vítr	50-61 km/h
bouřlivý vítr	62-74 km/h
vichřice	75-117 km/h
orkán	118-133 km/h

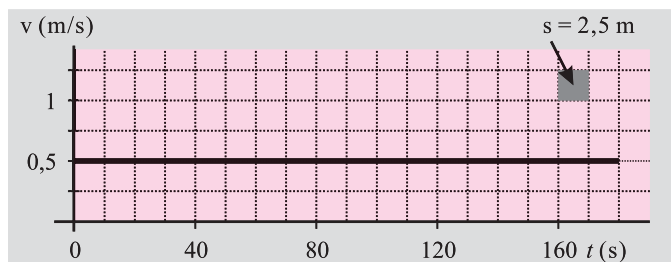


Pohyb těles – grafické znázornění

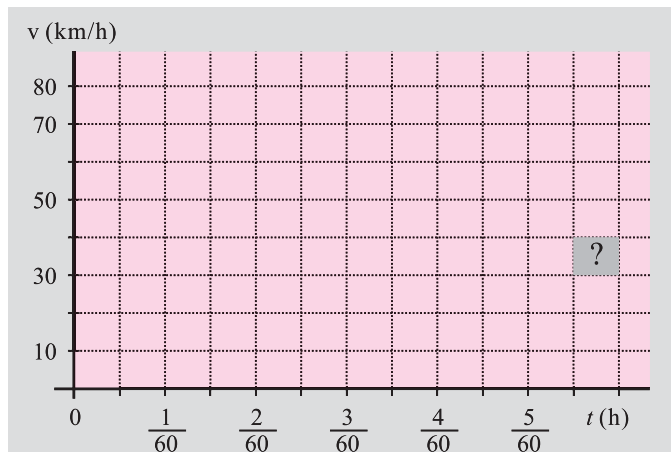
U Auto jede stálou rychlostí 80 km/h. Dokončete graf závislosti dráhy s na době pohybu t .



Př. Dopravníkový pás na zavazadla na letišti se pohybuje stálou rychlostí 1,8 km/h, tj. 0,5 m/s – graf závislosti rychlosti v na době pohybu t .



U Vozidlo rovnoměrně zrychluje po dobu 5 minut. Z počáteční nulové rychlosti docílí nakonec rychlosti 80 km/h. Dokončete graf a určete rychlost po každé minutě.



U Z grafu závislosti dráhy na čase $s = f(t)$ - graf vlevo - čtěte:

$$t = 1,5 \text{ h} \quad s = 120 \text{ km}$$

$$t = 2 \text{ h } 15 \text{ min} = 2,25 \text{ h} \\ s = 180 \text{ km}$$

$$s = 200 \text{ km} \\ t = 2,5 \text{ h} \\ \text{atd.}$$

Př. Z grafu určíme: Celý okruh absolvuje zavazadlo na pásu za 3 minuty. Jakou dráhu urazí?

$$t = 180 \text{ s}, v = 0,5 \text{ m/s}$$

$$\text{Platí: } s = v \cdot t$$

V grafu je tato dráha znázorněna plochou obdélníku „pod grafem“.

U Cestující si zavazadlo vyzvedne po 2 min jízdy na pásu. Kolik metrů zavazadlo urazilo?

U V grafu $v = f(t)$ určíme dráhu jako velikost plochy „pod grafem“.

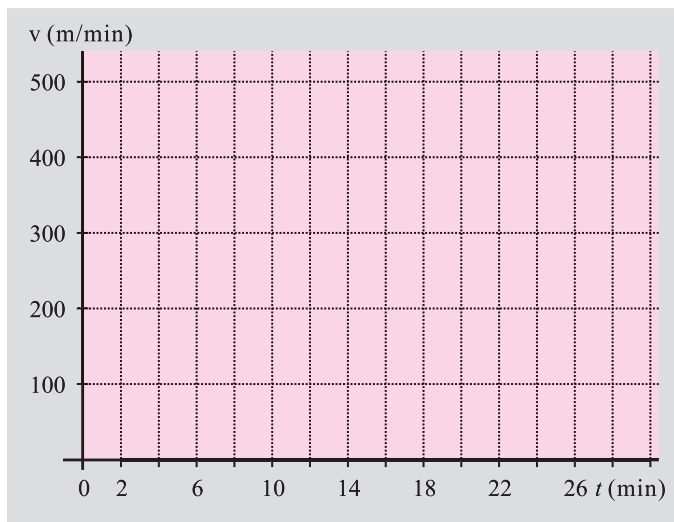
Co znázorňuje obsah 1 „čtverečku“ ve čtvercové síti?

U Vlak mezi dvěma stanicemi:
Narýsujte ve „čtvercové“ síti graf znázorňující závislost rychlosti vlaku na době jízdy.



Odpověď:

U Cyklista na cestě z hor:
Sestrojte ve čtvercové síti vhodný graf a určete z něho odpovědi na úkoly uvedené vpravo.



Odpověď:

Vlak se 3 minuty rozjíždí, docílí rychlosti 60 km/h a touto rychlostí jede po 8 minut, dalších 5 minut brzdí až zastaví.

Z grafu určete:

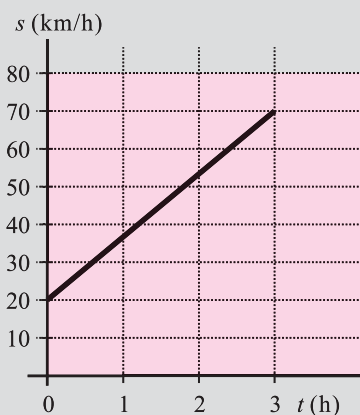
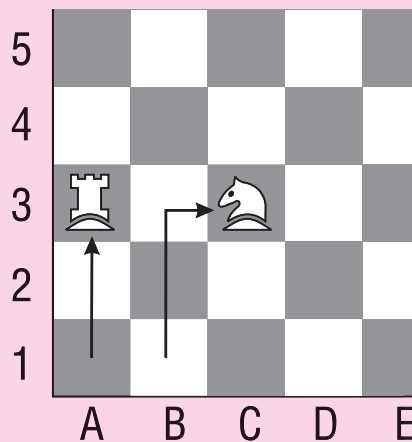
- vzdálenost mezi oběma stanicemi,
- dráhu rozjezdu i dráhu brzdění.

Po 3 minutách jízdy z klidu má cyklista rychlost 300 m/min, udrží si ji další 2 minuty. Další 4 minuty jede z kopce a zrychlí až na 30 km/h, po dalších 8 minut se jeho rychlost nemění. Po dalších 6 minutách jízdy do kopce se cyklista zastaví.

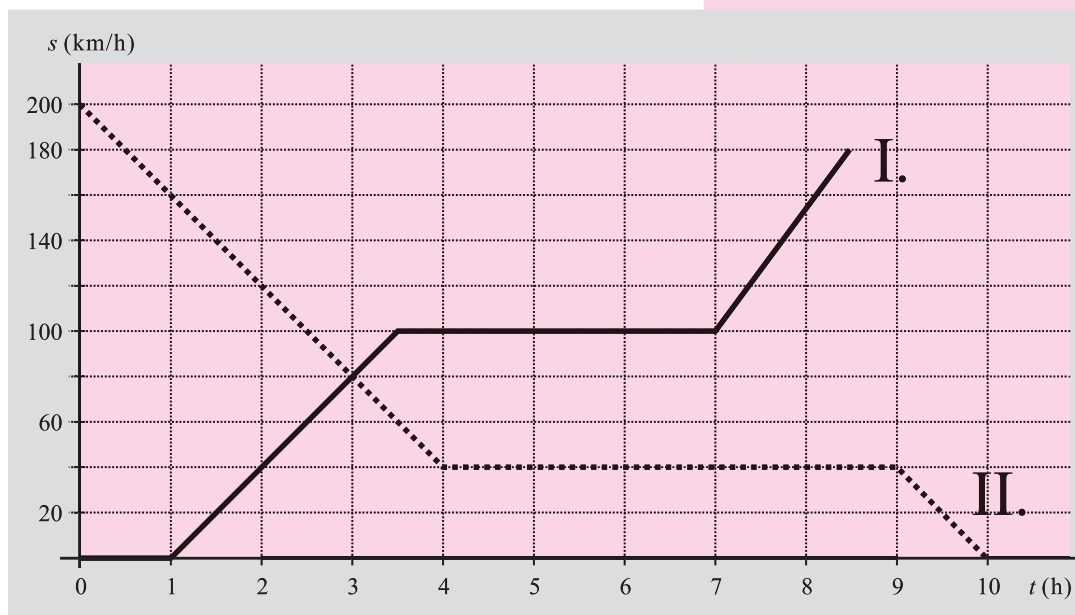
Určete z grafu celou délku jeho trasy i délku úseků s konstantní (neměnní se) rychlostí.

Test – pohyb těles

- Po pohyblivém schodišti jede cestující se zavazadlem. Zavazadlo je vzhledem k okolnímu prostředí:
 - v rovnoměrném pohybu,
 - v pohybu nerovnoměrném,
 - v klidu.
- Jezdec (kůň) na šachovnici provede tah Jb1 – c3, věž Va1 – a3. Vzdálenost figur se:
 - se nezměnila, b) se zvětšila, c) se zmenšila.
- Chlapec sedící na sedačce otáčejícího se kolotoče: a) je v klidu vzhledem k sedačce, b) koná otáčivý pohyb vzhledem k ose kolotoče, c) je v klidu vzhledem k zemi.
- Graf na obrázku vpravo znázorňuje: a) rovnoměrně zrychlený pohyb, b) nerovnoměrný pohyb, c) rovnoměrný pohyb.
- Pohyb znázorněný na grafu trval po dobu:
 - 3 h, b) 20 h, c) 180 min.
- Těleso (viz graf) při výše uvedeném pohybu urazilo dráhu, jejíž délka je: a) 20 km, b) 70 km, c) 50 km.
- Rychlost pohybu znázorněného grafem:
 - je 20 km/h, b) nelze určit, je to nerovnoměrný pohyb, c) je 16,7 km/h.
- Cyklista ujel 45 km za 2h a 24 minut. Jeho průměrná rychlost byla: a) 20 km/h, b) 18,8 km/h, c) 45 km/h.
- Dopravní značka na obrázku vyjadřuje v daném úseku silnice: a) maximální povolenou okamžitou rychlost vozidel, b) průměrnou rychlost vozidel, c) minimální okamžitou rychlost vozidel.
- Raketa při startu z povrchu Země do vesmíru má rychlost 7,9 km/s, a to je:
 - 28,44 km/h, b) 28 440 km/h, c) 2,2 km/h.



Na grafu je znázorněn pohyb dvou vozidel včetně přestávek v jízdě.



11. Určete vzdálenost mezi oběma vozidly v 0 h:
a) 0 km, b) 200 km, c) 80 km.
12. První vozidlo vyjelo na trasu: a) v 1 h, b) v 0 h, c) v 10 h.
13. Druhé vozidlo dorazilo do cíle: a) v 8,5 h, b) v 10 h, c) v 1 h.
14. Obě vozidla se potkala na trase: a) ve 3 h ve vzdálenosti 80 km od místa startu vozidla č. I, b) ve 3 h ve vzdálenosti 110 km od místa startu vozidla č. II, c) po čtyřech hodinách jízdy.
15. Přestávku na cestě mělo vozidlo:
a) č. I po ujetí 100 km a trvala asi 3,5h,
b) č. II po 4 hodinách jízdy a trvala 5 h,
c) č. I i č. II přibližně ve stejnou dobu, u č. II byla ale o 2 hodiny delší.
16. Do cíle své cesty dorazilo dříve:
a) vozidlo č. I o 1,5 h,
b) vozidlo č. II o 1,5 h,
c) vozidlo č. II o 1 h.

Hodnocení testu:

- Každá správná odpověď 1 bod.
- Za chybnou odpověď si 1 bod odečítáte!
- Maximum 21 bodů.

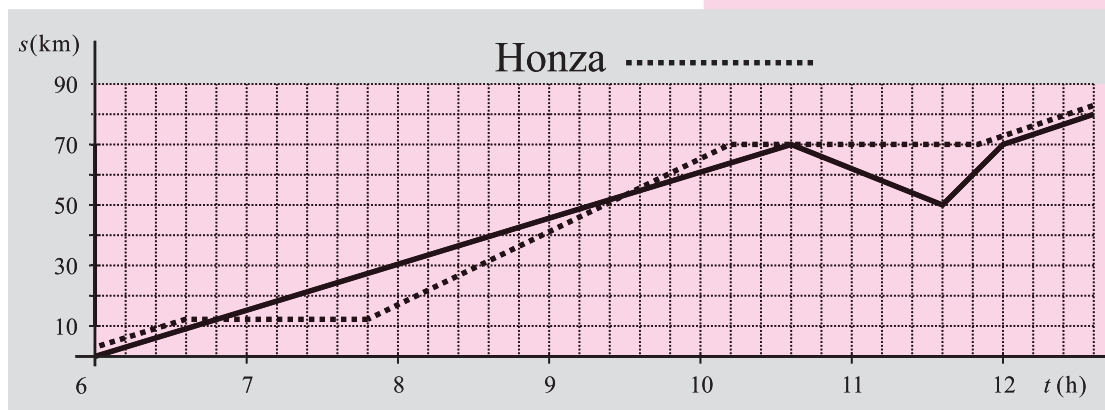
Návrh klasifikace:

21-19	1
18-15	2
14-9	3
8-5	4
4-0	5

Pokud se vám test příliš nezdařil, vyhledejte v učebnici i v pracovním sešitu příslušné stránky. Ověřte si, že podobné chyby už příště neuděláte.
Opakování je matka moudrosti.

Malý projekt na závěr:

Váš příběh podle našeho grafu:



Příběh podle grafu – vzor: **Zraněný koloušek**

Brzy ráno jsme vyrazili s kamarádem Honzou na výlet na kolech. Bydleli jsme u Honzova dědečka už několik dní a s okolím jsme se už docela seznámili. Plánovali jsme delší vyjížďku, asi tak 80 km. Po půlhodině společné cesty mezi poli Honza zjistil, že má prázdné zadní kolo. Zastavili jsme, okoukli situaci a po chvíli uvažování Honza prohlásil: „Jeď klidně pomalu dál, já to opravím a doženu tě.“

Sluníčko už krásně svítilo, jel jsem vcelku klidně a dojel po pěkné cestě do lesa. Tady se to šlapalo ve stínu stromů ještě lépe. Po dvou hodinách a třiceti šesti minutách jízdy jsem se začal ohlížet po Honzovi. A ten skutečně vyrazil ze zatáčky, ve se se na mě mával, předjel mě – a zmizel v další ostré zatáčce. Ještě že jsme byli přesně domluveni na trase výletu.

Po půlhodině klidné jízdy jsem uviděl Honzu na malé mýtině u cesty. Jeho kolo leželo pod smrčkem a on se skláněl nad něčím v trávě. Jak se brzy ukázalo, našel zraněného kolouška. Nesahali jsme na něj a radili se, co dál. Vzpomněl jsem si, že zrovna když mě Honza předjížděl, míjeli jsme hájovnu, kde denní ruch běžel už naplno. Sedl jsem na kolo a vrátil se tam pro pomoc. Pan hajný naložil mne



Hajný srnečka ošetřil, postěžoval si na následky práce zemědělských strojů na honech u lesa, kolouška vzal s sebou zpět na hájovnu. Poděkovali jsme mu za pomoc, rozloučili se s ním a pokračovali zvýšeným tempem do cíle naší cesty. Odpoledne jsme plánovali návrat.

Místo pro váš příběh:

Poznámka: Pokud máte na příběh a na případnou ilustraci či fotodokumentaci málo místa, vložte do PS volný list.

[illegible]

O sílách

Tělesa kolem nás na Zemi i ve vesmíru na sebe navzájem působí – hovoříme o silovém působení. Také gravitační, elektrická či magnetická pole mohou působit silami na tělesa, která se v nich vyskytují.

Síly měříme siloměrem nejčastěji v newtonech - N; stručný zápis velikosti síly: např.: $F = 25 \text{ N}$

U Doplněte chybějící údaje v tabulce:

	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6
N		500			2400	
kN	2			30		
MN			0,04			4,7

Stručný zápis (viz výše) nás informuje pouze o velikosti určité síly.

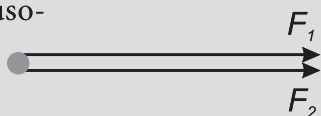
Grafické znázornění síly nám poskytne informace o **působišti, směru i velikosti** příslušné síly.

Př. Pro obě dané síly platí $F_1 = F_2 = 4 \text{ N}$. Tyto síly se liší svým působištem i směrem svého působení:

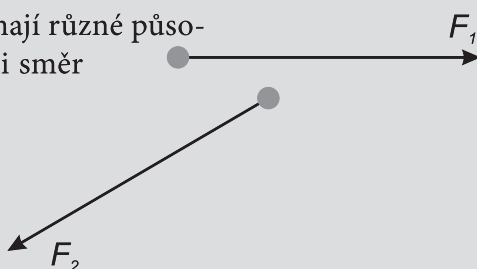
Dané síly graficky znázorníme:

Měřítko $1 \text{ N} \hat{=} 1 \text{ cm} \rightarrow 4 \text{ N} \hat{=} 4 \text{ cm}$

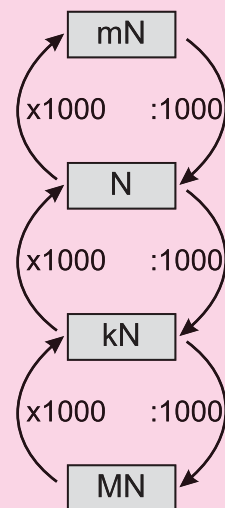
a/ síly mají stejné působíště i směr



b/ síly mají různé působíště i směr



Převody jednotek síly:



$$F = 6\,500 \text{ N} = 6,5 \text{ kN}$$

$$F = 10\,200 \text{ N} =$$

$$F = 450 \text{ N} =$$

$$F = 18\,300 \text{ N} =$$

$$F = 9\,200 \text{ N} =$$

$$F = 8\,325\,000 \text{ N} = 8,325 \text{ MN}$$

$$F = 5\,480\,000 \text{ N} =$$

$$F = 6\,920\,000 \text{ N} =$$

$$F = 7\,500\,000 \text{ N} =$$

$$F = 1\,200\,000 \text{ N} =$$

$$F = 7\,200 \text{ mN} = 7,2 \text{ N}$$

$$F = 6\,400 \text{ mN} =$$

$$F = 18\,320 \text{ mN} =$$

$$F = 16\,300 \text{ mN} =$$

$$F = 4\,300 \text{ N} =$$

U Ve sloupci vpravo je znázorněna síla F .
a) Narýsujte sílu F_1 , která má stejnou velikost, ale opačný směr.

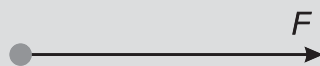
b) Narýsujte úsečku znázorňující sílu F_2 , téže velikosti jako F , která je kolmá na směr síly F , ale nejedná se o F_g .

c) Znázorněte sílu F_g , která má stejnou velikost jako síla F .

d) Znázorněte tři různé síly stejně velké jako síla F , které mají společné působiště.

Daná síla $F = 4 \text{ N}$

Měřítko $1 \text{ N} \hat{=} 1 \text{ cm}$



Př. V gravitačním poli je velikost gravitační síly F_g , působící na těleso, přímo úměrná hmotnosti tělesa m .

$$m = 5 \text{ kg} \rightarrow F_g = 50 \text{ N}$$

U Doplňte tabulku pro podmínky na Zemi:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
m	1 kg	2,4 kg		0,5 t		230 g
F_g	10 N		55 N		45 kN	

U Doplňte v tabulce chybějící údaje vyhovující podmínkám na Měsíci:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
m	3 kg	12 kg		0,6 t		480 g
F_{gM}	5 N		10 N		0,7 kN	

$$F_g = m \cdot g$$

Konstanta g charakterizuje příslušné gravitační pole.

Na Zemi platí přibližná hodnota:

$$g \doteq 10 \text{ N/kg}$$

Hodnota g na Měsíci je asi šestkrát menší.

Skládání sil stejného a opačného směru

Často působí na těleso dvě a více sil současně. Zná-
mým příkladem je pohádka O veliké řepě (táhne
dědek, táhne babka, vnučka, pejsek, kočka i myš).
Až výsledná síla umožní řepu vytáhnout.

Př. Složky $F_1 = 3 \text{ kN}$ a $F_2 = 5 \text{ kN}$ mají shodný směr
a působí na totéž malé těleso. Jejich výslednici
 F_v určíme graficky. Měřítko: $1 \text{ cm} \triangleq 1 \text{ kN}$



U Složky F_1 a F_2 mají též směr i stejnou velikost
15 N. Popiš slovy velikost i směr výslednice:

.....
.....

U Složky $F_3 = 1 \text{ N}$ a $F_4 = 4 \text{ N}$ mají stejný směr,
který svírá s narýsovanou přímkou úhel 30° .
Narýsujte v obrázku možná řešení. Výslednici
určete výpočtem i graficky.



U Uveďte alespoň 3 příklady z praxe: Dvě síly té-
hož směru působí na jedno těleso a nahradí je
jejich výslednice:

.....
.....

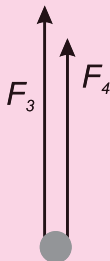
U Pokuste se odhadnout velikost sil všech účastní-
ků tahání „Veliké řepy“ i určit jejich výslednici.
Poznámka: Působíště všech těchto sil jsou v jed-
né přímce.



Výslednice sil F_v je síla,
která svými účinky na totéž
těleso plně nahradí původní
síly – tzv. složky, např.: F_1 ,
 F_2 .

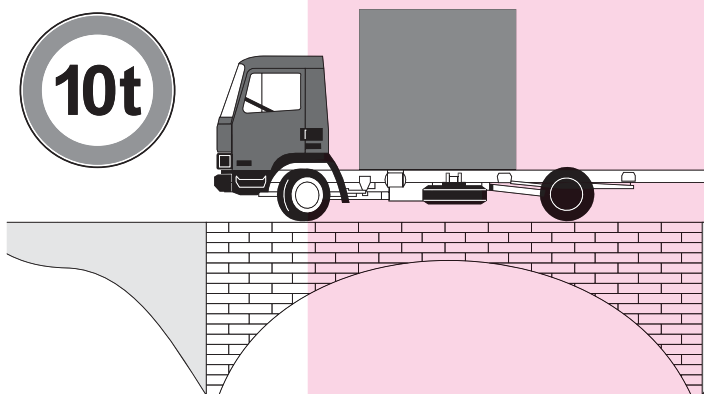
$$\begin{aligned} F_v &= F_1 + F_2 \\ F_v &= 3 + 5 \text{ kN} \\ F_v &= 8 \text{ kN} \end{aligned}$$

U: V obrázku doplňte v mě-
řítku výslednici dvou sil.



U Na mostě je značka s hodnotou 10 t.

Může tudy jet nákladní auto o hmotnosti 3 500 kg, které veze náklad 9,3 t? Dokreslete do obrázku síly působící při přejezdu auta na mostní konstrukci.



Odpověď:.....

U Graficky znázorněte sílu F' , která je stejně velká jako síla F . Obě působí na malé těleso a mají navzájem opačný směr.

Měřítko: $1 \text{ cm} \hat{=} 10 \text{ N}$



$$F_v = |F_1 - F_2|$$

Odůvodněte, proč je v zápisu užitá **absolutní hodnota** rozdílu velikosti složek.

U Proti předcházející úloze změňme velikost síly F' na 60 N. Dokončete nákres a rozhodněte, jak se bude pohybovat těleso, na něž obě síly působí!



Do obrázku doplň výslednici sil F_v :

Odpověď:.....

Stejného pohybového účinku na těleso docílíme působením jediné síly – výslednice F_v obou složek F a F' . Zakreslete ji do obrázku dohodnutým způsobem.

U Síly $F_3 = 180 \text{ N}$ a $F_4 = 250 \text{ N}$ působí na totéž těleso a mají navzájem opačný směr (působí obě v jedné přímce). Popište směr i velikost výslednice slovy:

.....



U Na obrázku ve sloupečku je zobrazena železná koule ležící na desce stolu. Na kouli začne působit kromě síly gravitační i znázorněná síla $F = 45 \text{ N}$. Jak to změní původní situaci?

Do obrázku dokreslete gravitační sílu i výslednici obou zmíněných sil.

Odpověď:.....

U Uveďte alespoň tři příklady, kdy na těleso působí v jedné přímce dvě síly opačného směru (zvažte, jaká je jejich výslednice).

.....

U Na obdélníkovou desku působí současně dvě síly F_1 a F_2 – viz obr. a).

Proč se deska nejprve pootočí?

.....

Jak se deska bude pohybovat v situaci na obr. b)?

.....

V obrázku b) dokreslete výslednici obou složek.

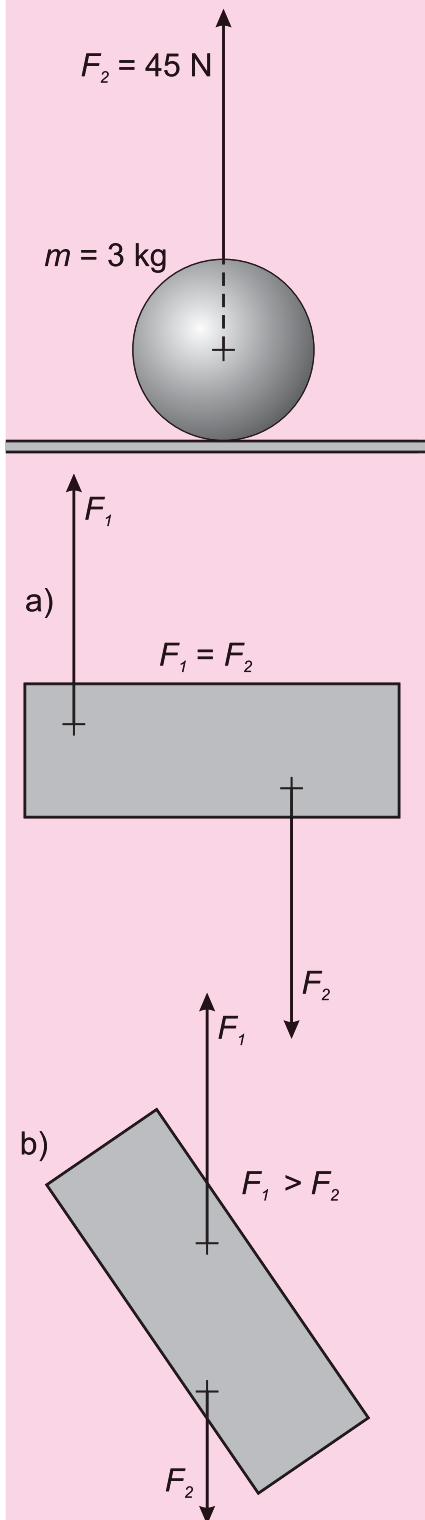
Zvláštní případ: Na těleso působí dvě síly opačného směru v jedné přímce. Obě jsou stejně velké. **Nastává rovnováha sil působících na těleso.**

Nutná podmínka pro velikosti takových dvou sil je

.....

Velikost jejich výslednice je:

.....



U Těleso tvaru kvádra leží v klidu na vodorovné desce stolu. Do obrázku (vpravo ve sloupci) doplňte ve vhodném měřítku 2 síly, které na dané těleso působí. Jsou tyto dvě síly v rovnováze?

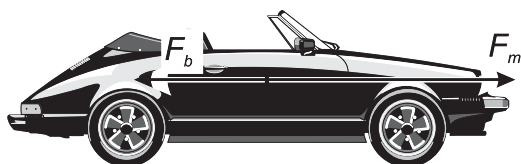
Rovnováha sil:

$$F_v = F_1 - F_2$$

$$F_v = 0 \text{ N}$$

.....
Určete jejich velikost, směr i působiště. (Shoduje se vaše odpověď s nákresem?)

U Auto jede po dálnici, motor pracuje na plný výkon a působí na vozidlo hnací silou F_m . Současně na automobil působí okolní prostředí (proudící vzduch, povrch dálnice, ...), to vše zahrnuje brzdná síla F_b .



$m = 7 \text{ kg}$

Jakým pohybem auto po dálnici jede?

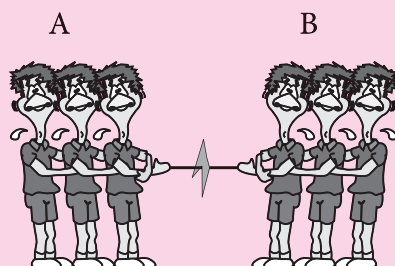
.....
Urči výslednici obou zakreslených sil a doplň ji v obrázku.

U Ve školní družině se děti přetahují pomocí lana. Uprostřed lana je upevněn barevný šátek.

a) Obě družstva táhnou, „co mohou“, šátek je v klidu. Jaká situace nastala?

.....
b) Obě družstva táhnou, „co mohou“, šátek se posunuje pomalu ve směru družstva A. Co je toho příčinou?

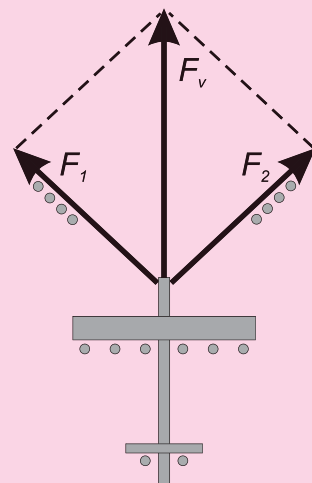
.....
c) Šátek se zastavil a potom se rychle pohybuje ve směru týmu B. Co se asi stalo?



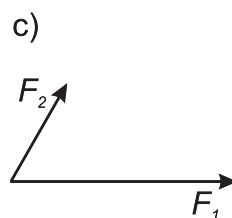
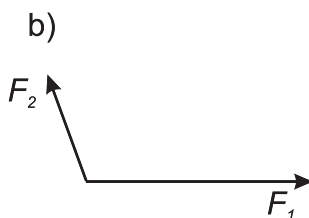
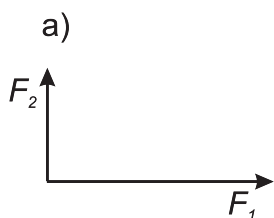
Skládání různoběžných sil

V počátcích bezmotorového létání se dostávala letadla (větroně) do vzduchu pomocí gumového lana – viz obr. Dva týmy mužů táhly v různých směrech na koncích lana (síly F_1 a F_2) a větroň se po uvolnění pohyboval „přímo“ a vzlétl – ve směru výslednice obou uvedených sil.

Výslednici dvou různoběžných složek umíme určit graficky, pomocí rovnoběžníku sil. Velikost i směr určuje úhlopříčka rovnoběžníku se stejným „působištem“, jako mají obě složky. Důležité je zvolit vhodné měřítko.



U Dokončete rovnoběžníky sil v uvedených obrázcích a rozhodněte, kdy je výslednice největší a kdy nejmenší. Odůvodněte svoje tvrzení.
Složky: $F_1 = 30 \text{ N}$, $F_2 = 15 \text{ N}$, $1 \text{ mm} \hat{=} 1 \text{ N}$.



Odpověď:.....

Pojmenujte geometrický útvar – rovnoběžník sil v případě a).....

b).....

c).....

U Úloha s botou

Č Botu uchopte jen za konce šňůrovadel (tkaniček) a oběma rukama táhněte, jak je naznačeno na obrázku.

Bota se pohybuje ve směru:

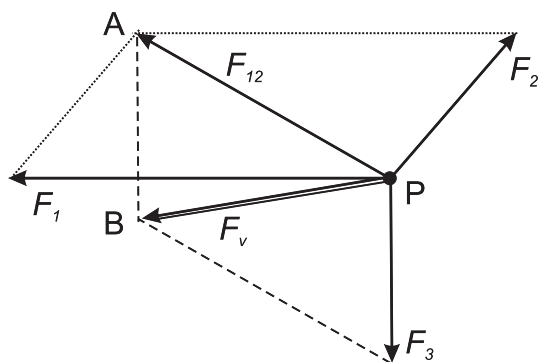
V určitém místě se bota zastaví, protože

.....
.....

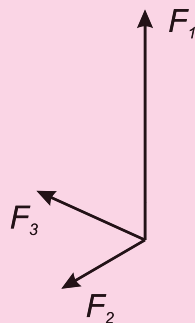


U Určíme výslednici tří různoběžných sil F_1, F_2, F_3 v rovině působících na malý kovový kroužek.

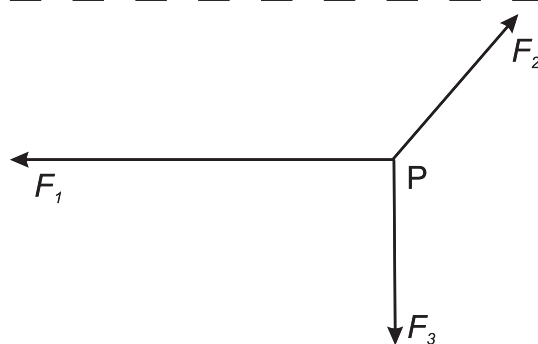
- Postup I:
- 1) Zakreslíme v měřítku všechny složky.
 - 2) Sestrojíme rovnoběžník sil pro F_1 a F_2 , jeho úhlopříčka PA určuje jejich výslednici $F_{1,2}$.
 - 3) Sestrojíme rovnoběžník sil pro $F_{1,2}$ a F_3 . Úhlopříčka PB v něm je výslednicí všech tří daných složek – síla F_v .



U Pomocí postupu I určete graficky výslednici sil:



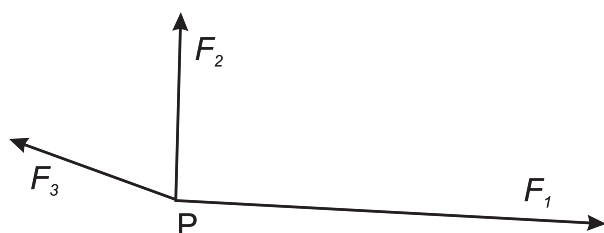
U



Zjednodušený postup II:

- 1) Koncovým bodem složky F_1 vedeme úsečku shodnou a rovnoběžnou s F_2 – získáme bod A.
- 2) Bodem A vedeme úsečku shodnou a rovnoběžnou s F_3 – získáme bod B.
- 3) Úsečka PB určuje výslednici F_v .

U



Libovolným způsobem sestrojte výslednici daných tří sil působících na totéž těleso. Zapište postup:

.....

.....

.....

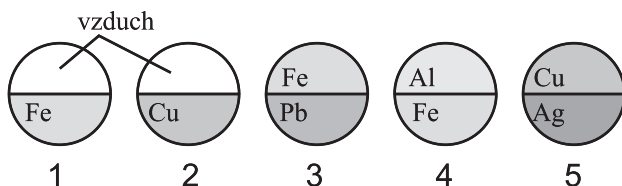
.....

.....

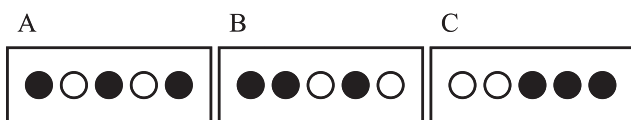
Těžiště a rovnovážná poloha těles

Každé těleso má právě jedno těžiště (T), působí-
tě gravitační síly F_g . Často jeho polohu dokážeme
odhadnout či určit podle tvaru tělesa a rozložení
látky v něm.

U Tělesa na obrázku mají tvar koule. Snažte se co
nejpřesněji doplnit do obrázků polohu jejich
těžiště.



U Dřevěný kvádr je opatřen pěti otvory, do nichž
můžeme vkládat ocelová závaží o stejné hmot-
nosti (viz nákres). Jak se změní hmotnost sou-
stavy těles v případech A, B, C?



Odhadněte co nejpresněji polohu těžiště T každé
sestavy a zakreslete ji.

U Jak se změní poloha těžiště cvičence vzhledem
k zemi v následujících situacích:

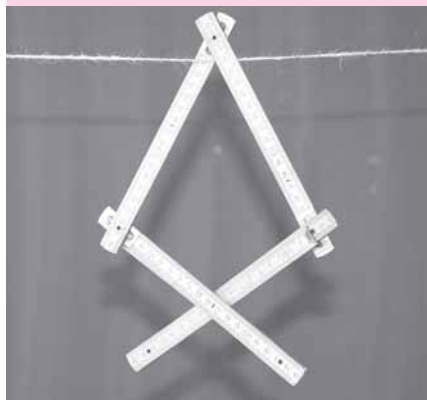
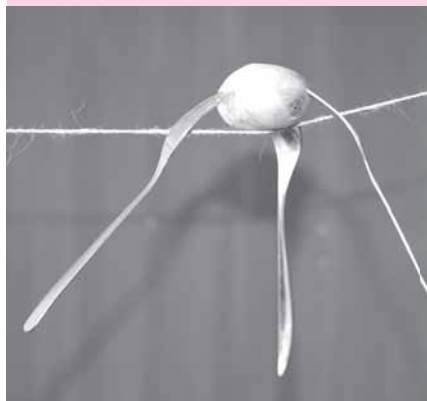
- Vzpaží obě ruce.
- Upaží pouze pravou ruku.
- Je ve dřepu.
- Je ve stoji o rukou (tzv. stojka).

Ve kterých situacích je poloha T vzhledem k tělu
cvičence prakticky stejná?

.....

Zajímavé situace různých
těles na napnutém prováz-
ku:

Č Pokusy proveďte podle
fotografií a přesvědčte
se o stabilitě těles sami.



Kdy je těžiště T cvičence v nejnižší možné poloze vzhledem k zemi?

.....

Kde a jak je toho využito (např. v různých sportech)?

.....

.....

U Rozlišujeme tři rovnovážné polohy těles:

rovnovážná poloha stabilní (stálá) - S

rovnovážná poloha labilní (vratká) - L

rovnovážná poloha indiferentní (volná) - I

V následujících příkladech je označte vždy vhodným písmenem:

- ☐ zavěšená olovnice v klidu
- ☐ kolo u závodního automobilu
- ☐ vrtule u letadla
- ☐ kniha ležící na stole
- ☐ úzký dřevěný váleček (např. obyčejná tužka) postavený na kruhovou podstavu na stole
- ☐ kabát na věšáku
- ☐ cvičenec ve stoji spatném
- ☐ cyklista v okamžiku, kdy zastaví
- ☐ neořezaná tužka tvaru válce ležící na stole
- ☐ šachová figura na šachovnici

U Pasivní cvičenec na žíněnce:

- a) leží na břiše a ruce i nohy má roztažené,
- b) klečí na žíněnce a je opřen o paže,
- c) sedí na žíněnce zpříma a má roznoženo,
- d) stojí na žíněnce ve stoji spatném.

Ve které pozici jej nejsnáze „vyvedete“ z rovnováhy? Svoje tvrzení odůvodněte.

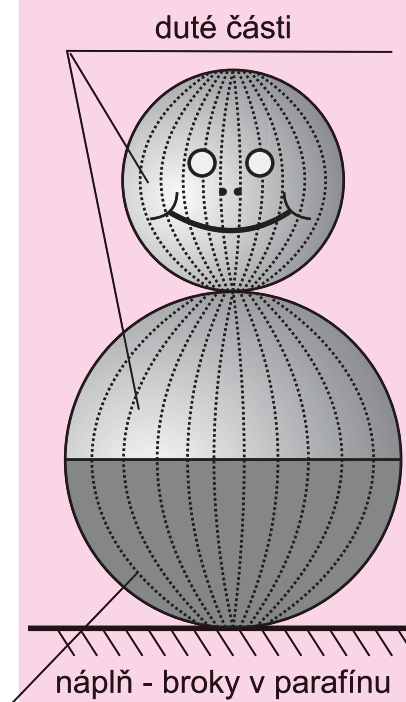
Odpověď:

Ve které pozici má cvičenec největší stabilitu?

Odpověď:

Tvrdohlavý panáček:

Pokud si ho vyrobíte, ověřte si, že se neustále vrací do jedné a téže polohy. Jaké ?



Síly – test

1. Zapiš a uspořádej od nejmenší po největší gravitační síly působící na tato tělesa: vecka chleba 500g, plastová láhev s nealko nápojem 330 ml, plastový kanystr s destilovanou vodou 5 l, ocelové závaží 1 000 g.

Odpověď:

2. Míček na stolní tenis ponoříme pod hladinu vody. Uvolníme-li jej, působí na něj:

- a) voda silou svisle vzhůru, která je menší než síla gravitační,
- b) voda silou svisle vzhůru, která je větší než síla gravitační,
- c) pouze gravitační síla odpovídající jeho hmotnosti.

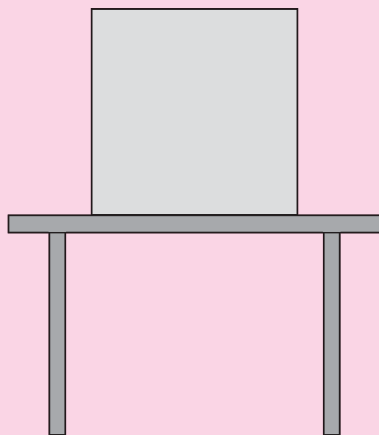
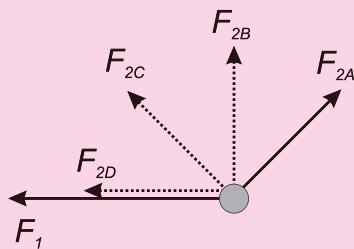
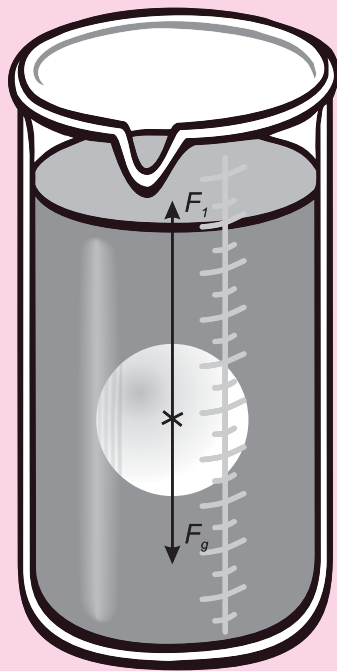
3. Na malý ocelový kroužek působí dvě síly, $F_1 = 15 \text{ N}$ a $F_2 = 10 \text{ N}$. Můžeme je nahradit silou jedinou, která:

- a) má vždy velikost 25 N,
- b) má vždy velikost 5 N,
- c) má velikost podle úhlu, který svírají původní síly.

4. Na stole leží krabice o hmotnosti 11 kg. V příslušném obrázku doplňte gravitační sílu na ni působící i sílu, kterou působí na krabici deska stolu.

Výslednice obou sil má velikost:

- a) 220 N,
 - b) 0 N, obě síly jsou v rovnováze,
 - c) 110 N.
5. Automobil jede po dálnici. Účinkem motoru působí stálá síla F_m ve směru pohybu, v opačném směru působí na auto síla F_b – výslednice brzdných sil. Automobil pojede stálou rychlostí, bude-li: a) $F_m = F_b$, b) $F_m < F_b$, c) $F_m > F_b$.



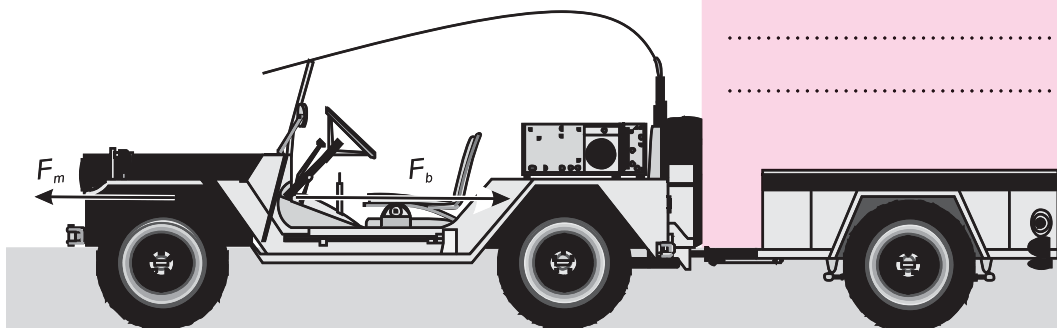
6. V které situaci bude auto z úlohy číslo 5 zpomalovat?

.....

.....

.....

.....

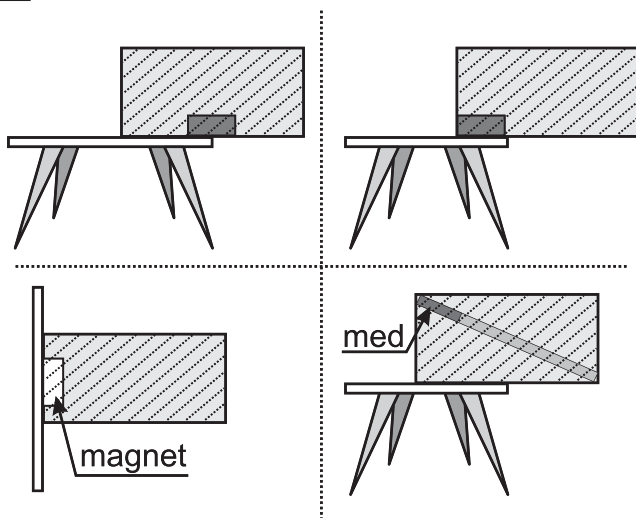


7. Cvičenec má nejstabilnější polohu:

- a) ve stoji spatném,
- b) stojí-li široce rozkročen,
- c) leží-li na zemi.

Uvědomte si polohu těžiště těla cvičence vzhledem k zemi.

Č Vytvořte si sami: Zajímavé krabičky



Pohybové zákony – Newton

V životopise Isaca Newtona můžeme najít i původní znění jeho nejznámějších zákonů, které publikoval v díle „Matematické základy přírodní filozofie“.

U Setrvačnost je důležitá vlastnost těles – viz zákon setrvačnosti.

Vyberte z řady příkladů ty, které s výhodou využívají setrvačnosti těles a označte je „S“, takové příklady, v nichž setrvačnost působí spíše obtíže a musíme s ní „počítat“ označte „N“.

- ☐ jízda na jízdním kole
- ☐ zatloukání hřebíku kladívkem
- ☐ převážení nákladu na ložné ploše auta
- ☐ odbíjení míče při volejbalu
- ☐ pohyb kotouče po ledu při hokeji
- ☐ zastavení auta na křižovatce na červenou
- ☐ sklepnutí kapek deště s deštníku
- ☐ cvrknání kuliček při hře dětí
- ☐ vystřelení šípu z luku
- ☐ bezpečnost cestujících MHD při rozjezdu i zastavování

Č Působením síly se změní pohybový stav tělesa:

- těleso je uvedeno do pohybu,
- změni rychlost pohybu,
- změni trajektorii pohybu,
- těleso se zastaví.

K uvedeným situacím napište vždy alespoň dva příklady z praxe (sport, doprava, činnost doma atp.):

.....

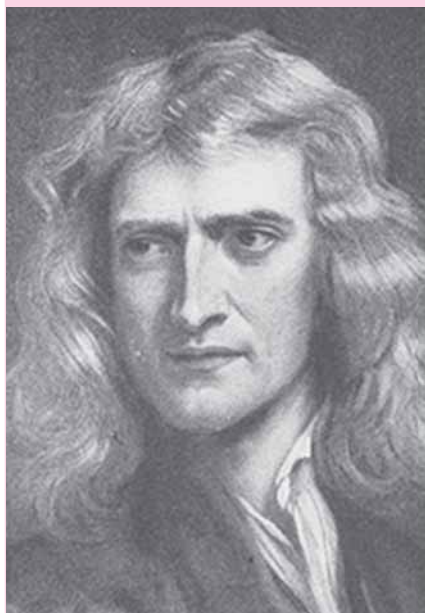
.....

.....

.....

.....

.....



I. zákon:

Každé těleso setrvává v klidu nebo rovnoměrném přímočarém pohybu, pokud není v důsledku síly, která na něj působí, nuceno tento stav změnit.

Zákon setrvačnosti.

II. zákon:

Změna pohybu je přímo úměrná působící síle a děje se přímočaře ve směru, ve kterém tato síla působí.

Zákon síly.

III. zákon:

Protikladem každé akce je stejně velká reakce neboli vzájemné působení dvou těles si je vždy rovno a je směřováno k opačným částem.

Zákon akce a reakce.

U Rozhodněte, které z těles se dá do pohybu (změní rychlost, změni trajektorii pohybu):

- Na hladině rybníku jsou vedle sebe v klidu pramice a kajak. Posádka kajaku se odstrčí od pramice.
- Automobil narazí při nehodě na sloup veřejného osvětlení.
- Z uvolněného ventilku lehkého míče začne prudce unikat vzduch. Míč není upevněn – je volně na podlaze tělocvičny.
- Kulečnicková koule narazí do jiné koule.
- Puk odražený od mantinelu.
- Gymnasta skáče na trampolíně.

Svá tvrzení odůvodněte.

U Jablko o hmotnosti 150 g volně pustíme dolů.
Jaká a jak velká síla na ně působí?

.....
Jaké účinky síly na jablko lze pozorovat?

.....
Která „tělesa“ na sebe navzájem působí?

Č Vytvořte si sami: Kolo poháněné reaktivním způsobem

Plastovou lahev opatříte závěsem se třemi až čtyřmi tryskami (ohnutá „brčka“).

Nafouknutý reklamní balonek upevníte na hrdlu lahve.

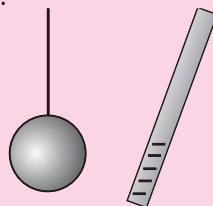
Dokážete vysvětlit, proč se toto kolo otáčí?

.....
.....
.....
.....

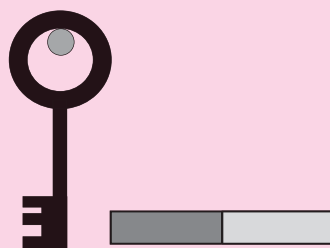
Č Podle náčrtů sestavte jednoduché pokusy (můžete pracovat i doma).

Do náčrtů doplňte šipky označující silová působení, případně pohyb těles.

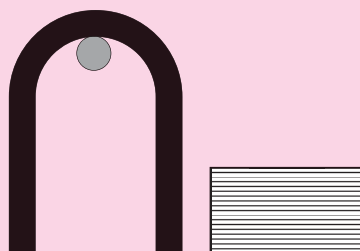
A: zelektrovaná trubka od vysavače a zavěšený balonek:



B: volně zavěšený železný klíč a tyčový magnet:



C: volně zavěšený magnet a dřevěný kvádrík:

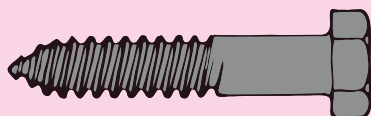


Zajímavá bude i vaše fotodokumentace o pokusech.

Tření a odpor prostředí

V souvislosti se zákonem setrvačnosti jste „odhalili“ působení brzdících sil působících na tělesa proti směru jejich pohybu – jedná se o síly třecí, síly valivého odporu a síly odporu prostředí.

Bez existence třecích sil by některé situace byly naprosto nemyslitelné. Např. k obyčejné chůzi je tření mezi podrážkou (chodidlem) a podložkou zcela nutné. Zvažte, jak „špatně“ se nám jde po hladké ledové ploše, kde je tato třecí síla jen výrazně menší!



U Označte značkou „+“ ty situace, kdy usilujeme o co největší třecí síly, značkou „-“ naopak ty, kdy jsou žádoucí třecí síly co nejmenší:

- ☐ jízda auta po silnici
- ☐ sjíždění lyžaře se svahu dolů
- ☐ bruslení na ledové ploše
- ☐ pletení tkanin, např. z vlny
- ☐ vázání různých uzlů
- ☐ šplhání po laně
- ☐ jízda toboganem na koupališti
- ☐ obrábění dřeva struhákem (rašplí)
- ☐ otáčení dětské hračky větrníku
- ☐ umístění nábytku v místnosti

U jednotlivých příkladů vysvětlíte, jak potřebného efektu docílíme.

U Řada živočichů se pohybuje v přírodě poměrně rychle a tomu je přizpůsoben i tvar jejich těla.

Odpor prostředí je tak výrazně menší. Zapište alespoň 4 takové konkrétní příklady:

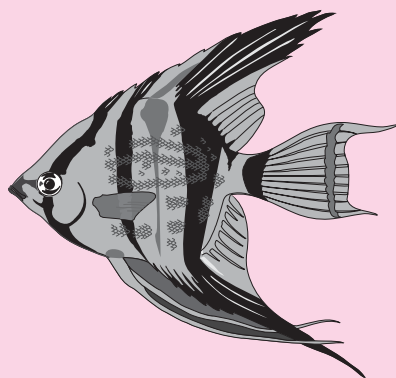
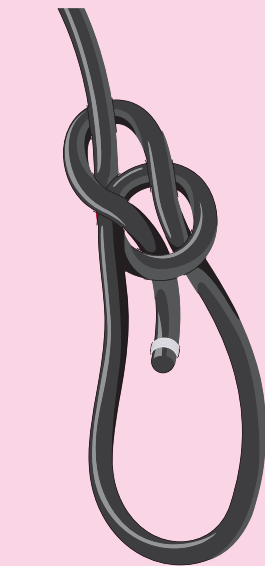
Název živočicha..... prostředívysvětlení

.....

.....

.....

.....



Další 4 příklady vyberte z oblasti vynálezů, které lidé „okoukali“ z přírody:

Vynálezprostředípoznámka

.....

.....

.....

.....

Č Vytvořte si sami: Malé vznášedlo

Potřeby:

- staré a nepotřebné CD
- krátká plastová trubička (např. z vypsané fixy)
- víčko z PET láhve
- reklamní (pouťový) nafukovací balonek
- krátké brčko, lepidlo a šikovné ruce

Na fotografii vidíte potřebný materiál, vzhled celého vznášedla i detail upevnění balonku.



Proč se vznášedlo pohybuje lehce po vodorovné ploše? Vyzkoušejte pohyb svého vznášedla na různých površích podložky.

Otáčivé účinky síly

Míru otáčivých účinků síly na těleso otáčivé kolem pevné osy O určuje **moment síly** M (jednotky: Nm, Ncm, ...).

$$1 \text{ Nm} = 100 \text{ Ncm}$$

$$1 \text{ Ncm} = 0,01 \text{ Nm}$$

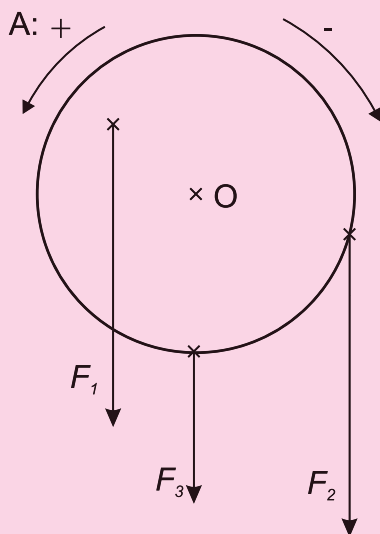
U a) Která síla, působí-li samostatně, otočí kruhovým kotoučem (obr. A):

- v kladném smyslu
- v záporném smyslu

b) Vypočítejte momenty sil působících na kotouč. Délku příslušného ramena síly narýsujte v nákrese a vyjádřete v cm. 1 cm v grafic-kém znázornění sil znamená velikost 1N.

- Síla F_1 ; $M_1 = \dots\dots\dots$ Ncm
- Síla F_2
- Síla F_3

c) Působí-li na kruhový kotouč všechny uvedené síly současně, otočí se v..... smyslu kolem osy O.



U Tyč se může otáčet kolem pevného čepu (obr. B). Ramena sil narýsujte, změřte jejich délku i velikost příslušné síly: 1 cm $\hat{=}$ 1 N.

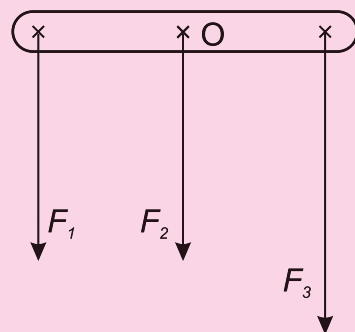
a) Určete momenty sil působících na tyč:

- F_1 ; $M_1 = \dots\dots\dots$
- F_2
- F_3

b) Působí-li současně dané 3 síly, tyč se

c) Která síla nemá vliv na otáčení tyče? Proč?

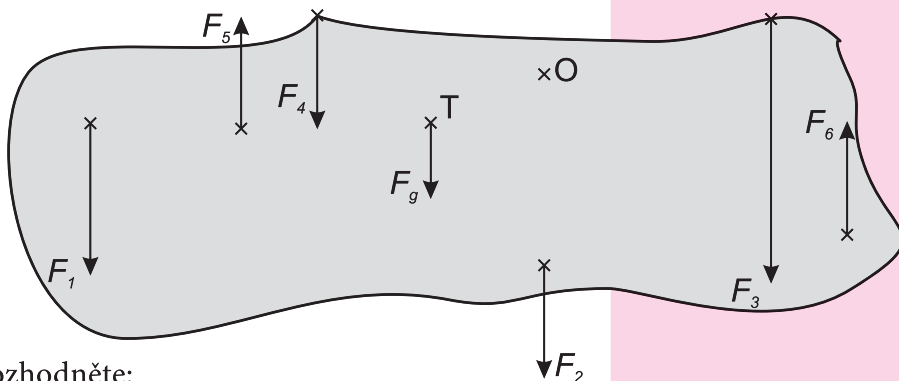
B:



U Nepravidelná deska má vlastní těžiště T mimo osu otáčení O. V obrázku je zakresleno sedm sil, které mohou na desku působit (1cm $\hat{=}$ 2 N).

Velikosti sil působících na desku nepravidelného tvaru i jejich ramena získejte měřením v nákrese C (měřítko!).

C:



Rozhodněte:

a) Které síly působí na desku v kladném smyslu otáčení?

b) Které síly působí v opačném, tedy záporném smyslu otáčení?

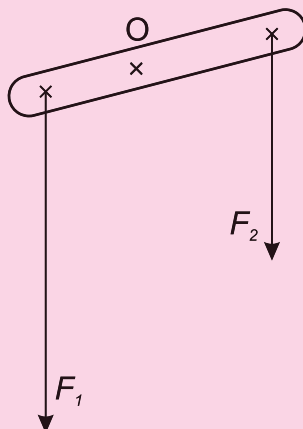
c) Jak se deska otočí, působí-li všechny uvedené síly současně?

d) Jak se deska otočí, bude-li ve stejné poloze jako na nákresu a nepůsobí-li ani jedna ze sil F_1 až F_6 ?

U Tyč otáčíva kolem osy O, která prochází jejím těžištěm, je v šikmé poloze (není vodorovně). Podle údajů v nákresu rozhodněte, zda je tyč v rovnovážné poloze.

Výpočty:

Velikosti sil změřte v nákresu D (měřítko $1,5 \text{ cm} \hat{=} 1 \text{ N}$). Ramena sil vzhledem k ose O změřte v mm.



Svoje tvrzení odůvodněte výpočtem příslušných momentů sil:

U **Páka** je častou součástí složitějších zařízení nebo různých nástrojů – viz učebnice F7, str. 46, 47. Uveďte další příklady z denní praxe.

Př. Na zahradním „kolečku“ máme zvednout a odvézt 3 pytle cementu po 30 kg. Rozměry jsou v nákresu.

Řešení: Při zvedání držadel „kolečka“ rovnoměrným pohybem je situace obdobná rovnovážné poloze na této páce. Momenty sil F a G jsou proto stejně velké.

$$m = 90 \text{ kg}$$

$$a_G = 60 \text{ cm}$$

$$a_F = 2,4 \text{ m}$$

$$F = ? \text{ N}$$

$$G = 900 \text{ N}$$

$$a) \quad F \cdot a_F = G \cdot a_G$$

$$F = \frac{G \cdot a_G}{a_F}$$

$$F = \frac{900 \cdot 0,6}{2,4} \text{ N}$$

$$F = 225 \text{ N}$$

b) Protože rameno síly F je třikrát delší než rameno síly G , je síla F třikrát menší než tíha G (nepřímá úměrnost).

Závěr: Síla F je třikrát menší než 900 N, tj. 300 N.

Odpověď: Zahradní kolečko zvedneme silou 225 N.

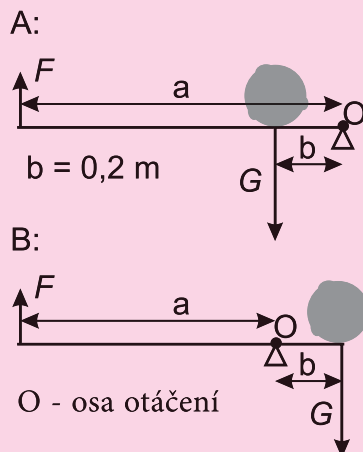
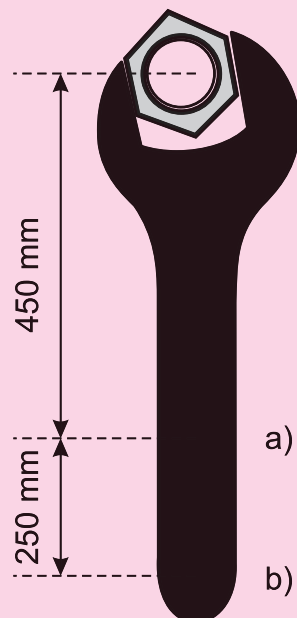
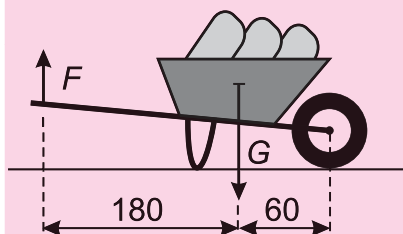
Poznámka: Postup b) můžeme často uplatnit při odhadu výsledku, případně ke kontrole řešení.

U K utažení matice je předepsán moment síly $M = 280 \text{ Nm}$. Jak se změní velikost potřebné síly k dotažení matice, posune-li se její působíště z polohy b) do polohy a) – viz obr.

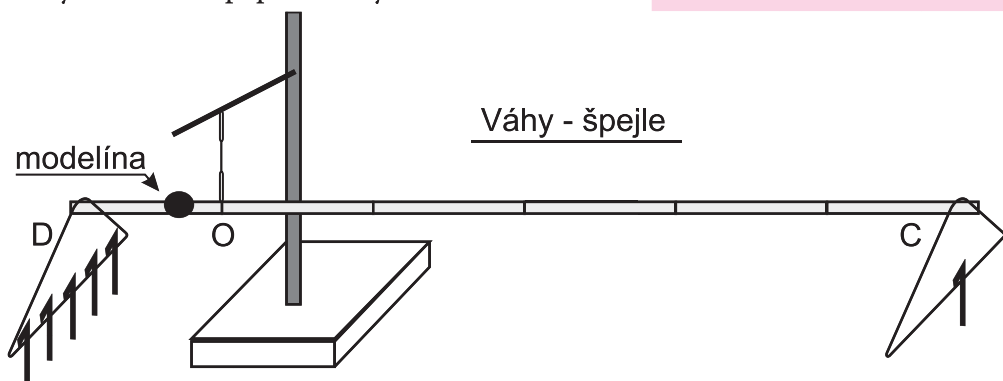
a) Která z obou variant vyžaduje použití větší síly a proč?.....

b) Najděte ve svém okolí podobný příklad.

U Jak dlouhá páka postačí k pozvednutí břemena o hmotnosti 120 kg? Potřebné rozměry najdete v nákresu. Síla $F = 100 \text{ N}$ působí kolmo na páku. Zvažte obě varianty řešení (obrázky A a B).



Č Udělejte si sami: Váha ze špejle
Potřeby: několik špejlí, rezná nit, vhodný stojánek (nemusíte celý pokus držet v ruce!), měkký tenký drát, tužší papír, nůžky, modelína.



Pokus sestavte podle obrázku a proveďte alespoň pět měření takto:

Špejli zavěsíte na rezné niti na stojánek tak, aby osa otáčení byla od jednoho kraje 1 díl, od druhého kraje 5 dílů (délku špejle lze vhodně upravit – pomocí nůžek). Na oba konce zavěsíme připravená drátěná očka.

Aby rovnováha nastala při vodorovné poloze špejle, vyvážíme ji kouskem modelíny.

Z tužšího papíru si nastříháme úzké shodné proužky ve větším množství.

Do drátěného oka C na delší straně umístíte 1, 2, 3, či více proužků (závaží) a na druhé straně umístíte v oku D tolik papírových závaží, až docílíte rovnováhy.

Výsledky svých měření zaznamenávejte do tabulky.

Zapište závěr, ke kterému jste dospěli:

.....
.....

Zjistěte, jak se dříve vážilo na decimální váze (tzv. decimálce) – viz obr.

Jsou uvedené váhy rovnoramenné?

Odůvodnění:

.....



Č Podobně jako páky tvoří často i **kladky** součást složitějších mechanismů. Najděte takové příklady a zapište je, případně zdokumentujte kresbou či fotografií.

U Na kladce pevné o poloměru 7 cm, stejně jako na druhé pevné kladce o poloměru 1 dm, držíme v rovnováze těleso o hmotnosti 25 kg.

Jak velkou silou působíme na druhém konci lana v každém uvedeném případě?

Ve sloupku vpravo dokonči nákresy a vyznač v nich potřebné veličiny.

U Na kladce pevné o průměru 2 dm držíme v rovnováze silou F_1 těleso o hmotnosti 40 kg. Obdobná situace je na kladce volné o poloměru 5 cm. Zavěšené těleso ($m = 40$ kg) udržíme v rovnováze silou F_2 .

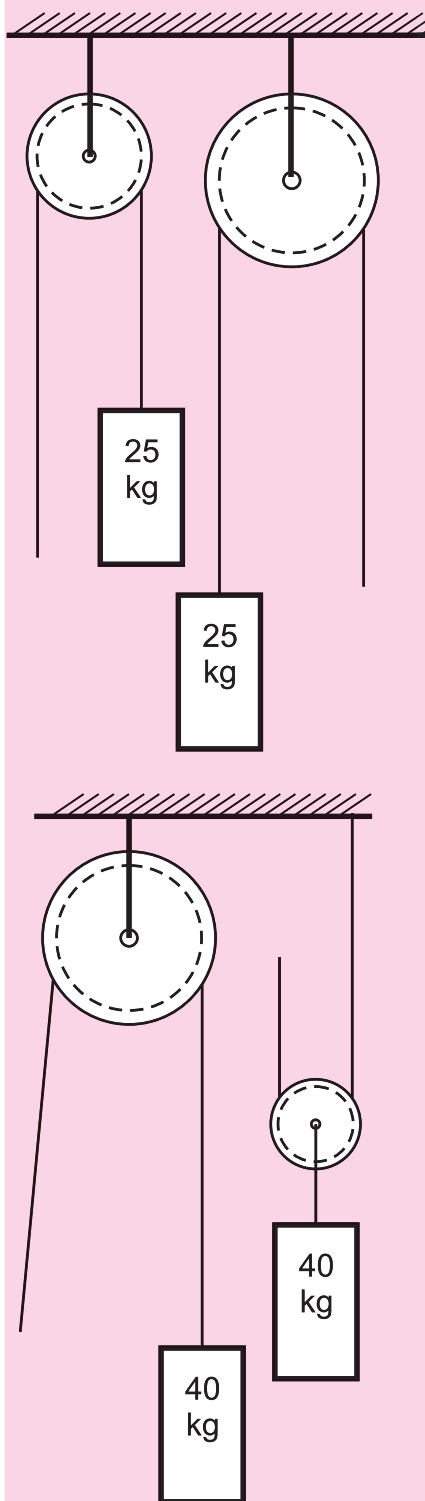
Ve sloupku oba nákresy dokončete, označte potřebné veličiny a určete velikost sil F_1 a F_2 .

Odpověď:

U a) Jaký poloměr by mohla mít pevná kladka, pomocí které zvednete těleso vážící 17 kg rovnoměrným pohybem do výše 3 m silou 170 N? Dokončete nákresy vpravo.

Odpověď zapište a odůvodněte:

b) Jak se celá úloha změní, použijete-li místo pevné kladky kladku volnou? Bude potřeba ke zvedání tělesa opět síly výše uvedené velikosti?

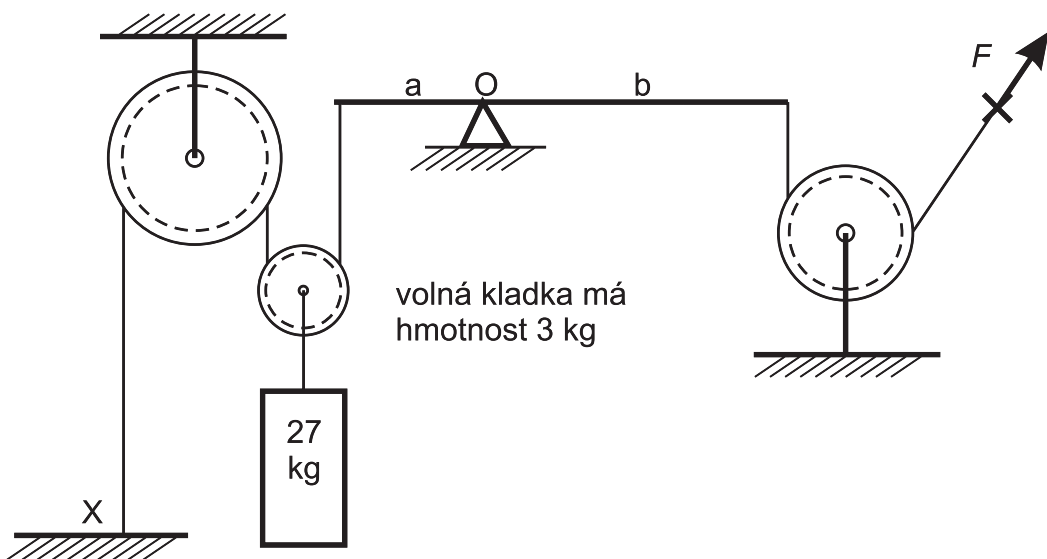


U Jakou silou jsou napínána lana, která drží trolejbusů MHD? Viz obr.

Další údaje: 26 betonových válců o průměru 40 cm a výšce 5 cm.



U Určete, jaká síla působí na volném konci lana vedeného nakresleným systémem tří kladek a jedné páky, je-li systém v rovnováze? Jakou silou je napínáno lano upevněné v místě X ?



Odpověď s odůvodněním:

.....

.....

.....

Deformační účinky síly

Působením síly se často mění tvar tělesa (deformace tělesa). Např.: zpracovávání těsta, působení lyží na sníh, úder kladiva na prázdnou plechovku atp.

U Zapište alespoň 3 příklady deformačních účinků sil: a) z domácnosti, b) z oblasti sportu, c) z technické praxe.

Tlak p (hlavní jednotka 1 Pa).

U Doplňte tabulku:

p			850 Pa	120 hPa	0,5 MPa
F	0,5 kN	0,4 MN		48 N	
S	0,5 m ²	250 cm ²	0,5 m ²		150 dm ²

U Při šití působí na špičku jehly ($S = 0,1 \text{ mm}^2$) síla přibližně 5 N. Jakým tlakem působí jehla na tkaninu?

U a) Pásové vozidlo o hmotnosti 5,5 t je při jízdě v kontaktu s terénem na ploše 3,2 m². Jakým tlakem působí na vodorovný terén?

b) Jak se tlak změní, poveze-li náklad tři tuny?

U a) Dospělý muž o hmotnosti 85 kg stojí na vodorovné podlaze. Jakým tlakem na ni působí? Obsah, kterým se podrážky jeho bot dotýkají podlahy, je přibližně 420 cm².

b) Jak se tento tlak změní, zvedne-li levou nohu?

c) Jak se uvažovaný tlak změní, vzpaží-li?

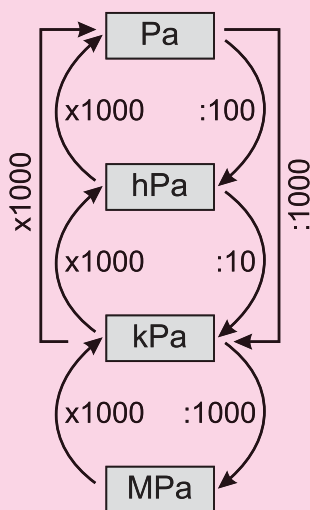
Porovnejte výsledky řešení předchozích tří úloh:

.....

.....

Č Zjistěte si vlastní hmotnost i plochu podrážek svých bot a proveďte obdobné výpočty tlaku v různých situacích. Svoji práci patřičně dokumentujte.

Převody jednotek tlaku:



$$p = 6\,500 \text{ Pa} = 6,5 \text{ kPa}$$

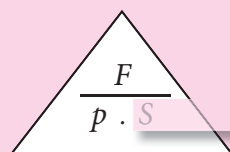
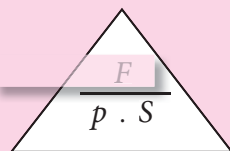
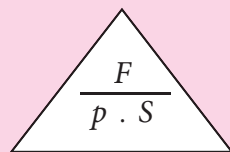
$$p = 1013 \text{ hPa} =$$

$$p = 45 \text{ MPa} =$$

$$p = 18\,300 \text{ Pa} =$$

$$p = 92 \text{ hPa} =$$

$$p = F : S$$

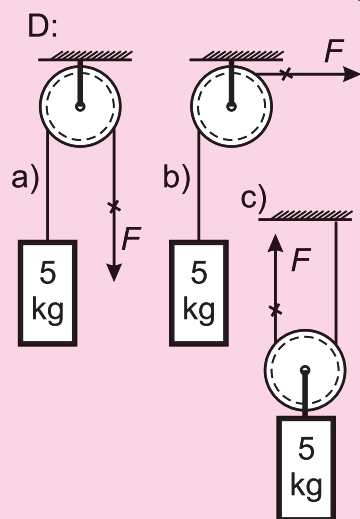
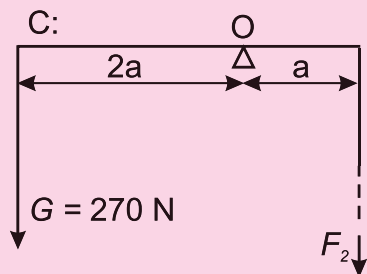
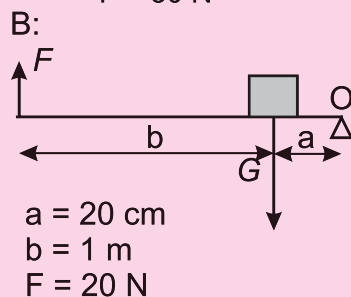
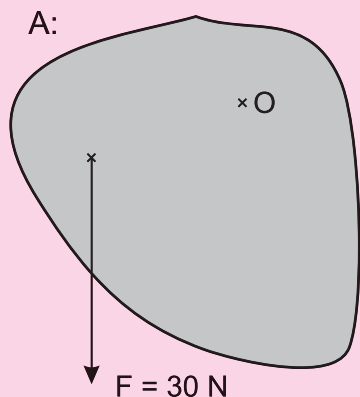


Test – účinky síly

- Setřásáte kapky deště z deštníku. Využíváte:
a) zákona setrvačnosti, b) zákona akce a reakce, c) zákona pohybu.
- Dvě stejná nákladní auta jedou stejnou rychlostí, první plně naložené a druhé bez nákladu, brzdí před křižovatkou (červené světlo). Snáze zastaví: a) 1. auto, b) obě přibližně stejně snadno, c) 2. auto.
- Tělo dravé ryby (např. štiky) se výrazně liší tvarem od těla kapra, protože: a) je tak přizpůsobeno rychlému pohybu, b) má jinou potravu, c) žije ve větší hloubce.
- Doplňte tabulku:

F	23 N		0,4 kN	2,3 kN
a	8 cm	4,0 m		0,8 m
M		200 Nm	640 Ncm	

- Vypočítejte moment síly F_1 z obr. A v Ncm.



- Urči hmotnost závaží při rovnováze na páce – obr. B: a) 12 kg, b) 120 N, c) 10 kg, d) 200 N.
- Jakou silou F_2 udržíte rovnováhu na páce? Obr. C: a) 3x větší než tíha G , b) 2x větší než G , c) 2x menší než G , d) 3x menší než G .
- Obr. D - Těleso zavěšené na kladce udržíme v rovnováze silou 50 N v situaci: a), b), nebo c).
- Doplňte tabulku – tlak:

p		200 Pa	100 kPa		0,5 MPa
F	100 N	1 kN		0,5 kN	
S	0,5 m ²		200 cm ²	250 dm ²	200 dm ²

- Lyžař jede po vodorovné zasněžené louce. Největším tlakem působí na sníh: a) lyže, b) hrot hůlky, c) kotouček na dolním konci hůlky.

O kapalinách

Př. Kapalinu v uzavřené nádobě nelze stlačit. Působíme-li na píst o obsahu $S = 10 \text{ cm}^2$ silou $F = 20 \text{ N}$, vyvoláme tím nárůst tlaku v kapalině nejen pod pístem, ale i ve všech místech kapalného tělesa (Pascalův zákon).

Tento přírůstek tlaku p vypočítáme:

$$p = F : S \rightarrow p = 20 : 0,001 \text{ Pa}$$

$$p = 20\,000 \text{ Pa} = 20 \text{ kPa}$$

Tlak v kapalině se zvýší o 20 kPa.

U Doplňte údaje o tlaku v tabulce:

Pa	2 400				8 050
hPa		20		350	
kPa			0,07		

U Jaký je rozdíl tlaků v kapalném tělese v místě A a v místě B?

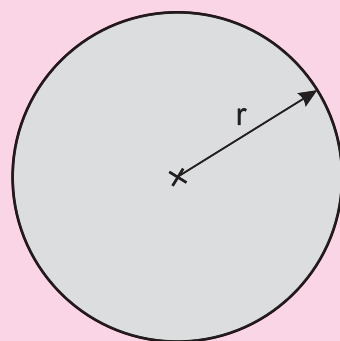
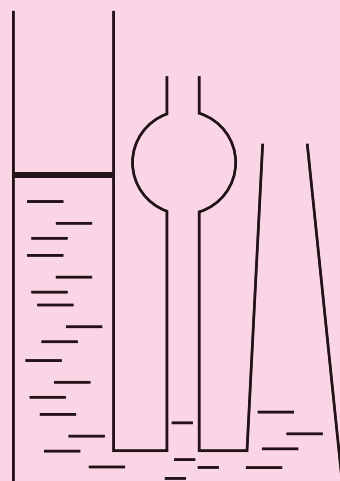
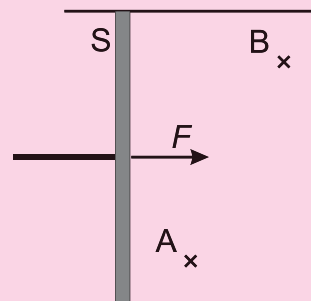
U V obrázku doplňte hladinu kapaliny ve zbývajících ramenech spojených nádob. Jak se změní situace, použijete-li k pokusu místo vody ocet (hustotu octa lze změřit hustoměrem)?

U Doplňte údaje v tabulce - jednotky obsahu:

m^2	0,4				2,3
cm^2		6 400		1 250	
dm^2			7,4		

Hydraulická zařízení (viz foto F7, str. 56, 57) mohou působit mnohonásobně větší silou, než je síla vyvolávající tlak kapaliny v nich. Záleží to na poměru velikosti ploch pístů v pracovních válcích.

Č Vyroberte si jednoduchý model hydraulického zařízení podle fotografie v učebnici F7, str. 55. Rukou působíte na 1. píst silou $F_1 = 10 \text{ N}$. Jakou silou F_2 „kácí“ vaše hydraulika kvádr?



$$S_o = 3,14 \cdot r \cdot r$$

$$r \quad \dots \text{ cm}$$

$$r \cdot r \quad \dots \text{ cm}^2$$

Pro poloměry obou pístů platí:

a) $r_1 = r_2 \rightarrow F_2 = \dots\dots\dots$

b) r_1 je 3x menší než $r_2 \rightarrow F_2 = \dots\dots\dots$

c) r_2 je 5x větší než $r_1 \rightarrow F_2 = \dots\dots\dots$

☐ Lze vyvodit obecně platný závěr z vašeho pozorování? Jaký?

☐ Vypočítejte hydrostatický tlak na pružné dno válcové nádoby (viz F7, foto na str. 58), je-li výška kapaliny 13 cm.

a) V nádobě je voda.

b) V nádobě je olej.

Proč nemůžeme obdobný pokus provést se rtutí?

☐ Pokusy varianty a) i b) můžete provést i sami doma a zdokumentovat je.

Jak závisí velikost hydrostatického tlaku na průměru válcové nádoby?

☐ Na těleso ponořené do kapaliny působí určité síly. Zakreslete je i v obrázku vpravo (těleso I je ze dřeva, II. těleso je z hliníku).

☐ ze dřeva, II. těleso je z hliníku).

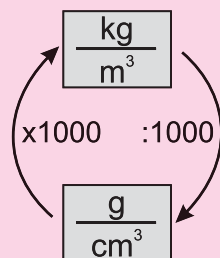
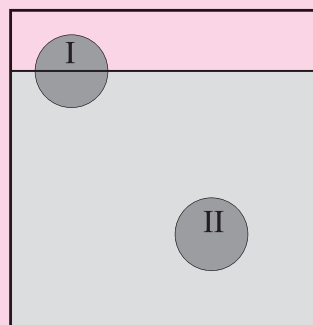
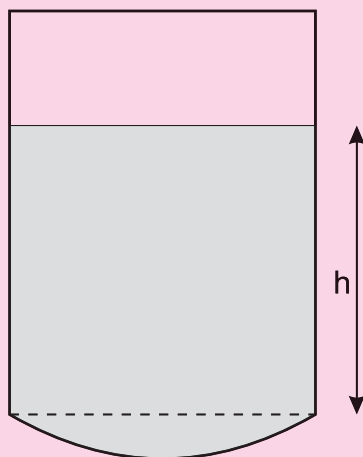
☐ Tři kuličky (z hliníku, železa a mědi), každá o objemu 12 cm³, jsou zcela ponořené ve vodě. Určete:

a) velikost vztlakové síly F_{vz} působící na každou kuličku,

b) tíhu G každé kuličky,

c) velikost gravitační síly F_g působící na každou kuličku.

☐ V tabulce doplňte údaje o hustotě látek ρ :



$$\rho = 1\,200 \text{ kg/m}^3 = 1,2 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho = 2 \text{ g/cm}^3 = 2\,000 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho = 2\,560 \text{ kg/m}^3 =$$

$$\rho = 1,8 \text{ g/cm}^3 =$$

$$\rho = 9\,200 \text{ kg/m}^3 =$$

látk	líh	beton	pryž	porcelán	benzín
kg/m ³	789	2100			770
g/cm ³			1,1	2,4	

Č Z uvedené řady látek vyberte ty, z nichž vyrobená stejnorodá tělesa budou plovat:

T a) ve vodě, b) v etanolu (lihu).

Řada: led, smrkové dřevo, máslo, parafín, korek, žula, uhlík, zinek, stříbro.

a).....

.....

b).....

.....

U Jeden ze tří údajů – gravitační síla, hmotnost a tíha tělesa – je dán, zbývající dva vždy určete a doplňte ve správných jednotkách:

m	4,5 kg	77 g			
G			45 000 N		
F_g				890 N	1,5 kN

U Vypočítejte vztlakovou sílu působící na zlatý šperk o objemu 6 cm³, ponořený ve vodě. Jak velká gravitační síla na něj působí?

Jak se změní tyto síly v případě napodobeniny šperku z pozlaceného stříbra?

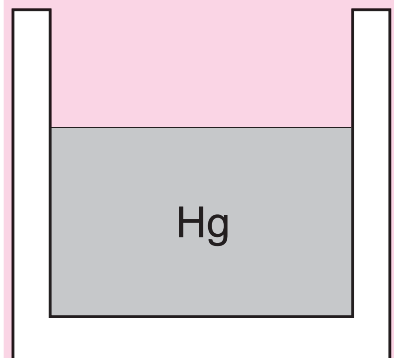
U Na laně jeřábu je zavěšen stavební díl o hmotnosti 0,25 t. Jakou silou je lano napínáno? Jak se tato síla změní, je-li díl zcela ponořen ve vodě? Odůvodněte i výpočtem!

? Průměrná hustota našeho těla je jiná při nádechu a při výdechu. Jaký závěr z toho vyplývá,

T chceme-li v klidu ležet na hladině vody?

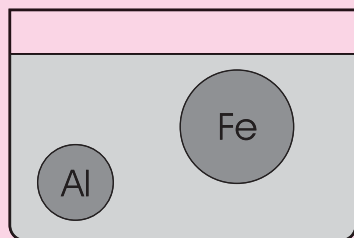
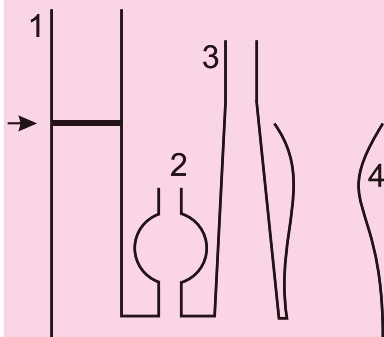
Viz F7, str. 69.

U V silnostěnné válcové nádobě o vnitřním průměru 8 cm je rtuť. Její hladina sahá do výše 5 cm od dna nádoby. Vypočítejte, jak velká tlaková síla působí na dno této nádoby. Vysvětlete, proč je nádoba silnostěnná.



Test – o kapalinách

1. Spojené nádoby mají 4 ramena. Máte je naplnit vodou ke značce v 1. ramenu. Voda vystoupí:
 - a) ve všech ramenech stejně vysoko, jako je značka v 1. ramenu,
 - b) ve všech ramenech stejně vysoko, jako je ústí 2. ramena,
 - c) v 1. a 3. ramenu ke značce a ve 2. a 4. až po vrch,
 - d) hladina se ustálí ve výši ústí 2. ramena ve všech částech spojených nádob, více vody nelze nalít.
2. Hliníková kulička o objemu 5 cm^3 a železná kulička o objemu 10 cm^3 jsou zcela ponořeny v nádobě se řepkovým olejem.
 - a) Na obě působí stejně velká vztlačková síla.
 - b) Na železnou kuličku působí dvakrát větší vztlačková síla.
 - c) Na hliníkovou kuličku působí 2x větší vztlačková síla.
 - d) Na železnou kuličku působí vztlačková síla 2,9krát větší.
3. Dítě ($m = 35 \text{ kg}$) leží ve vodě na míči o objemu 10 litrů, a ten je zcela ponořen. Výsledná síla na ně působící zajistí, že:
 - a) míč se zčásti vynoří nad hladinu,
 - b) míč pomalu klesá ke dnu,
 - c) míč s dítětem se vznáší ve vodě,
 - d) velikost výsledné síly nelze určit.
4. Ledová kra o hmotnosti 2,5 t plove ve vodě. Jaká část jejího objemu je nad hladinou vody:
 - a) asi $\frac{1}{4}$, b) přibližně $\frac{1}{2}$, tj. 50%, c) $\frac{8}{100}$,
 - d) 0,08, tj. asi $0,22 \text{ m}^3$.
5. Na brčku – hustoměru je značka ponoření ve vodě. Tentýž hustoměr vložíme do nádoby se rtutí. Jeho ponoření bude: a) stejné, b) asi 14x menší, c) asi 14x větší, d) poloviční.



O plynech

Řada: vzduch, chlór, chlorid sodný, cín, draslík, dusík, oxid uhličitý, nikl, sodík, vodík, helium.

U a) Vyber z řady ty látky, které jsou za běžných podmínek v plynném skupenství:

.....
b) Vyber z téže řady ty plyny, které mají větší hustotu než vzduch:

c) Mohou se některé uvedené plyny vyskytovat i v kapalném skupenství? Kde a přibližně za jakých podmínek:

U Zapište alespoň tři příklady situací, v nichž se využívá stlačitelnosti plynů:

U a) Vypočítejte minimální délku zkumavky (trubice) - viz F7, str. 75 – naplněné vodou tak, aby tlak sloupce vody „překonal“ okolní atmosférický tlak.

b) Určete minimální délku zkumavky – trubice v případě, že je naplněna rtutí.

c) Jak vysoký sloupec rtuti bude v trubici v nadmořské výšce 1000 m.

U V medicíně – u lékaře – se stále ještě nesprávně udává tlak v milimetrech rtuťového sloupce (mm Hg - torr). Lékař naměřil 120 mm Hg systolický („lidově horní“) a 65 mm Hg diastolický („dolní“) tlak krve u svého pacienta. Určete tyto hodnoty v jednotkách SI, tj. v pascálech a kilopascálech.

U Bubliny vzduchu (i jiného plynu) ve vodě „se hrnou“ nejkratší cestou ke hladině. Vysvětlete, jak se chovají bubliny „vyrobené“ bublifukem po vyfouknutí.

Poznámka: normální tlak vzduchu byl stanoven na hodnotu

$$p_a = 1\,013,25 \text{ hPa}$$

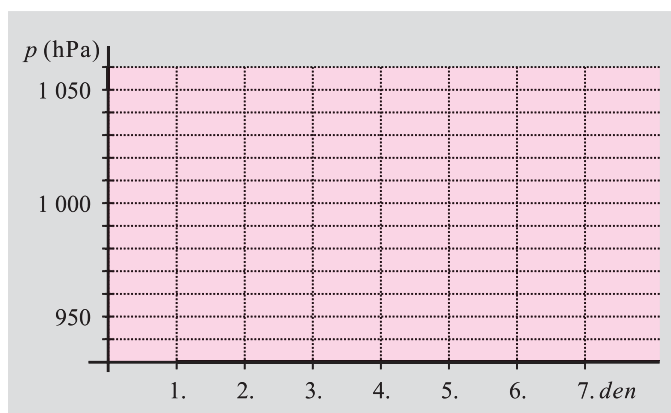
Hustoty látek naleznete v Tabulkách F 10 a CH 1



Č Narýsujte graf zaznamenávající změny atmosférického tlaku v průběhu sedmi dnů podle vašeho měření (měřte denně ve stejnou hodinu po dobu jednoho týdne). Viz F7, str. 77 – Č.

Tabulka: dny a naměřený tlak

den	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
p (hPa)							



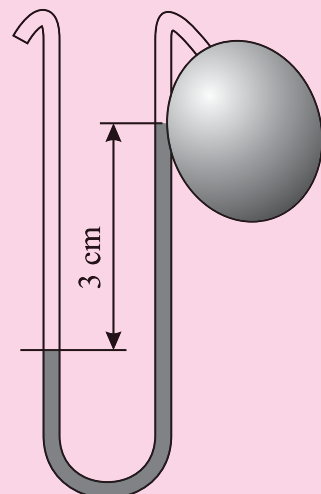
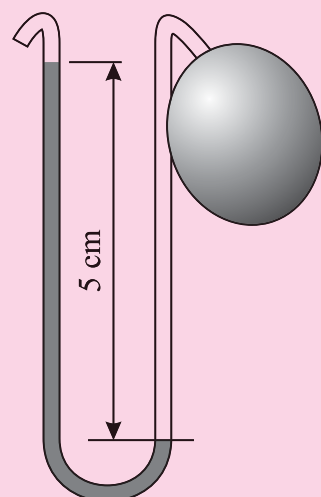
U Určete objem modelu horkovzdušného balonu o celkové hmotnosti 500 g, který se vznáší ve vzduchu.

U Kolikrát je větší gravitační síla působící na vaše tělo na zemi než síla vztlaková, kterou na vás působí okolní vzduch? Potřebné údaje si snadno zjistíte (průměrnou hustotu lidského těla počítejte $\rho = 1\,000\text{ kg/m}^3$).

U Otevřený manometr je naplněn rtutí, je připojen k prostoru, kde zjišťujeme přetlak - podtlak. Rozdíl hladin kapaliny měříme v centimetrech. Určete podle obrázků jeho velikost a označte, kdy se jedná o přetlak a kdy o podtlak:

A:

B:



U Uvedte alespoň tři příklady situací, kdy vytváříte v určitém uzavřeném prostoru přetlak. Pojmenujte taková konkrétní „zařízení“:

1.
2.
3.

U Prohlédněte si obrázek pumpy – obr. A. Píst s otvorem a záklopkou č. 2 se pohybuje směrem dolů. Záklopka č. 1 (k sacímu potrubí) je uzavřena a záklopka č. 2 v pístu je otevřena. Voda proudí nad píst. Zdůvodněte to.

.....

.....

.....

Na obr. B je znázorněna situace, kdy z pumpy voda vytéká při pohybu pístu směrem nahoru. Zdůvodněte opačnou polohu obou záklopek vzhledem k předcházející fázi z obr. A.

.....

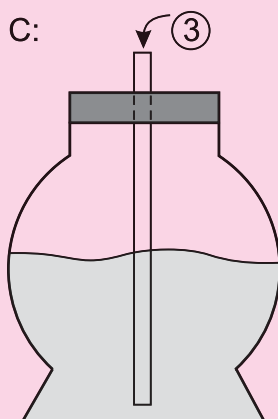
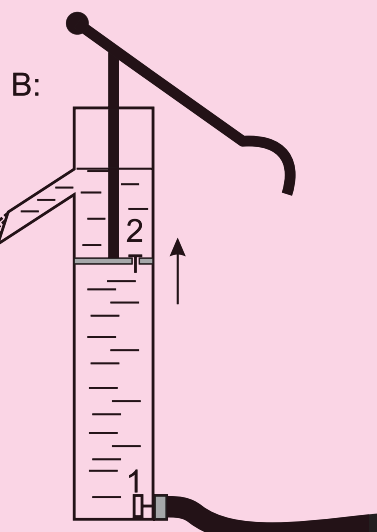
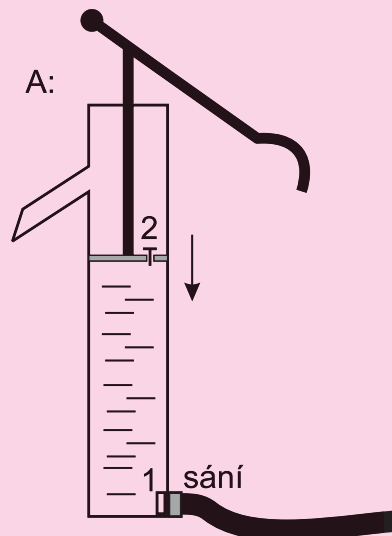
.....

.....

Č Vytvořte si zajímavou baňku z plastu (lahve): Potřebujete 1 vhodnou plastovou lahev s uzávěrem, plastové „brčko“.

Postup:

- Do uzávěru vyvrtáte otvor jen nepatrně většího průměru, než má brčko, které nasunete svisle do lahve několik milimetrů nad dno.
- Brčko je třeba vzduchotěsně v uzávěru utěsnit (např. modelínou, voskem, zatavit plastem apod.).
- Konec brčka můžete zúžit.
- Do baňky natlačte vzduch viz bod 3. Pak pozorujte.



Test – o plynech

1. Difuze plyných látek svědčí o:
 - a) malé hustotě plynů,
 - b) volném neuspořádaném pohybu částic plynů (např. molekul),
 - c) nestálém tvaru plyných těles,
 - d) stlačitelnosti plyných těles.
2. Měsíc svoji atmosféru nemá. Naše Země ano, protože:
 - a) na ní žijí lidé,
 - b) má „silnější“ gravitační pole než Měsíc,
 - c) většinu jejího povrchu tvoří oceány,
 - d) se plyny tvořící atmosféru uvolnily z povrchu Země.
3. Přístroj založený na měření tlaku je:
 - a) barometr,
 - b) výškoměr,
 - c) teploměr,
 - d) aneroid.
4. Kompot v zavařovací sklenici uskladněný v chladnu se po přinesení do kuchyně otvírá obtížněji proto, že:
 - a) pod víčkem je větší podtlak,
 - b) pod víčkem je větší přetlak,
 - c) se objem lahve pod víčkem zmenšil,
 - d) je pod víčkem tlak rovný atmosférickému.
5. Do násosky snadno „nabereme“ kapalinu:
 - a) využitím atmosférického tlaku působícího na hladinu kapaliny,
 - b) vytvořením podtlaku v násosce,
 - c) využitím rozpínavosti kapaliny.
6. Otevřený manometr je naplněný vodou. Na obrázku měří:
 - a) přetlak 500 Pa,
 - b) podtlak 0,05 kPa,
 - c) přetlak 5 hPa,
 - d) podtlak 500 mPa.



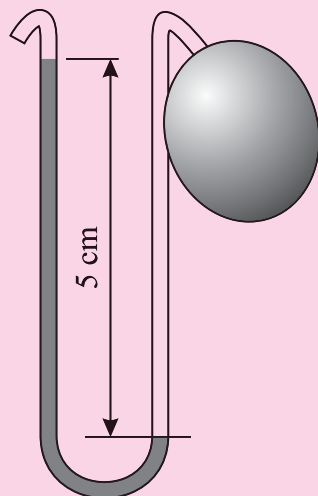
Zajímavosti:

Dosud se v praxi užívají starší jednotky tlaku

- 1 milibar 1 mb
- 1 bar 1 b
- 1 mb = 1 hPa
- 1 b = 1 000 mb = 100 kPa

Starší jednotky:

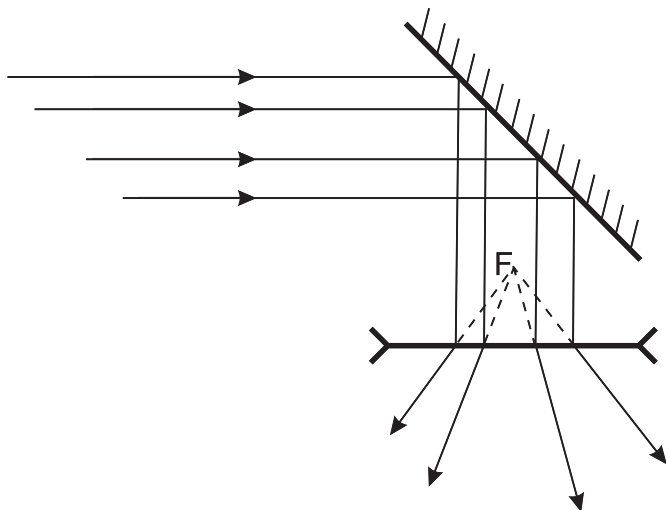
- 1 torr = 1 mm Hg
- 760 torr (mm Hg) =
- = 1013,125 hPa.



O světle

V této části pracovního sešitu budete častěji řešit úlohy graficky. Je proto žádoucí používat potřebné rýsovací potřeby, jak je znáte z matematiky geometrie. Jedná se o geometrickou optiku.

Př Svazek rovnoběžných paprsků světla se odrazí od zrcadla a projde čočkou s ohniskovou vzdáleností 0,01 m.



U Zapište alespoň tři příklady zdrojů světla s výrazně větší teplotou povrchu, než je pokojová.

.....
.....

Má tato teplota vliv na vyzařované světlo?

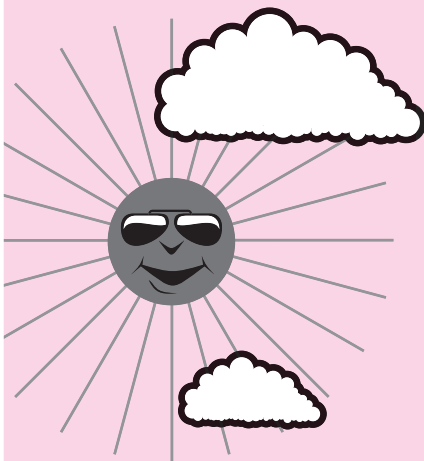
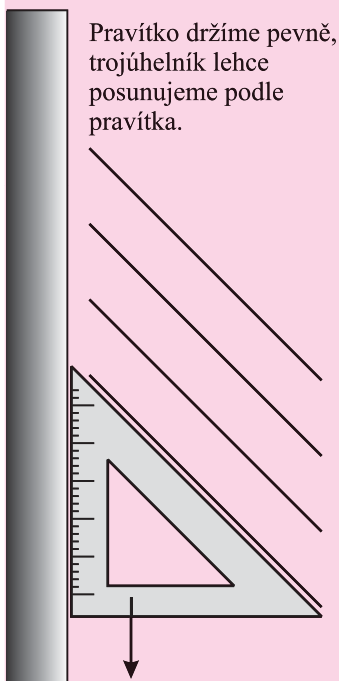
U Vysvětlíte pojem „studené zdroje světla“ a uveďte konkrétní příklady jejich využití.

.....
.....
.....
.....

Poznámka:

Příklad uvádí vzor geometrického znázornění světla a jeho šíření, používaných značek i popisu.

Rýsujeme rovnoběžky:



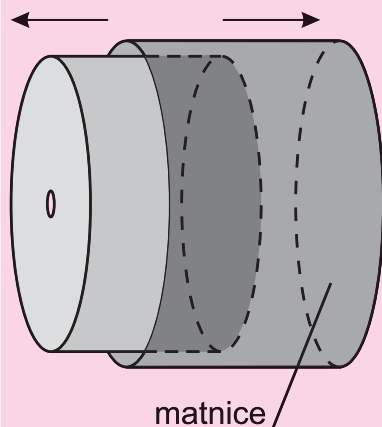
? Atmosféra propouští světlo Slunce až na povrch Země. Co tento jev může významně ovlivnit nebo dokonce výrazně změnit?

Č Ověřte pomocí vámi vyrobené dírkové komory (viz F7, str. 86), jak ovlivnit jas, ostrost i velikost obrazu na matnici.

Pozorujte dírkovou komorou raději předměty intenzivně osvětlené např. Sluncem, stolní lampou apod. Plamen svíčky „věští“ nebezpečí!!

Výsledky svého pozorování zdokumentujte.

Př. Těleso je osvětleno z jednoho bodového zdroje. V nákresu vhodně volenými paprsky světla vyznačíme hranice stínu vrženého tělesem (vyšrafováno). Jedná se o plný stín, nebo polostín?



Bodový zdroj světla

Z

Neprůsvitné těleso

U Těleso je osvětleno dvěma bodovými zdroji současně. V obrázku doplňte potřebné paprsky světla a vyznačte jednoduchým šrafováním polostíny a dvojitým šrafováním plný stín. Viz nápověda vpravo.

šrafování polostínu

šrafování plného stínu

Z₁

o

Z₂

o



? Hrací plocha na fotbalovém stadionu je osvětlena celou řadou svítidel. Kde na ní naleznete plný stín, kde polostíny?

? V které fázi Měsíce je ve stínu největší část (nejmenší část) jeho povrchu? Ověřte si např. na jednoduchém modelu.

U Světlo se šíří ze Slunce na Zemi přibližně 8 minut. Jakou dobu potřebuje k tomu, aby dorazilo ze Slunce na nejvzdálenější planetu Neptun?

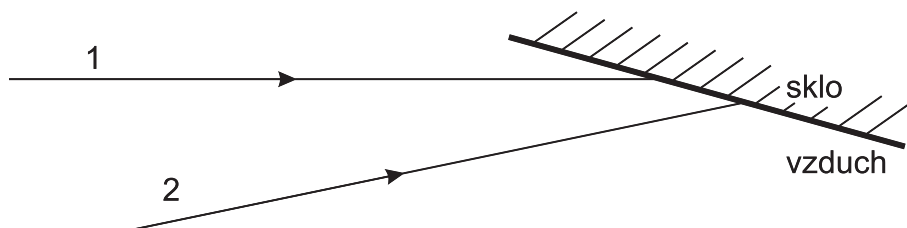
T Kolikrát je tato doba větší než v případě planety Merkur, která je ke Slunci nejbližší?

U S uplatněním zákona odrazu světla doplňte v nákresu chod světelných paprsků po dopadu na rozhraní vzduch-sklo.

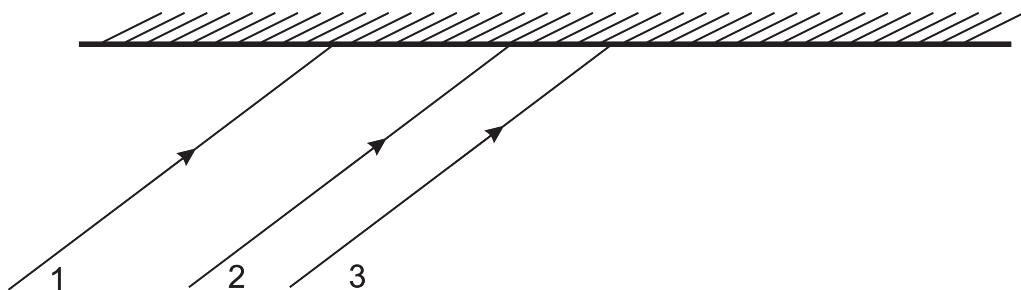


Rychlost světla v různých prostředích:

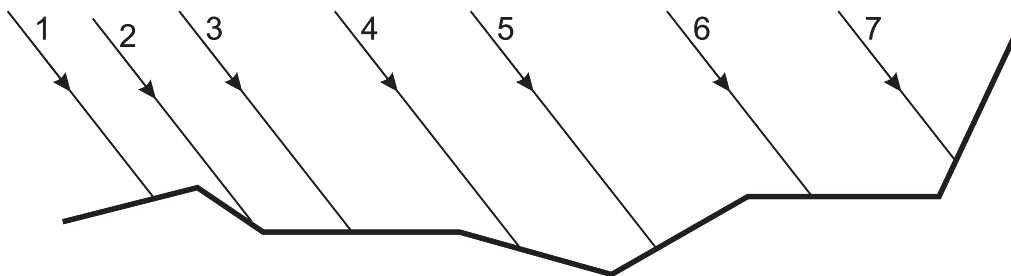
vakuum	300 000 km/s
voda	226 000 km/s
sklo	199 200 km/s



U Dokončete nákres – narýsujte odražené světelné paprsky. Dopadající paprsky jsou rovnoběžné. Jaký směr mají paprsky odražené?



U V obrázku dopadá svazek rovnoběžných paprsků na nerovnou plochu. Narýsujte paprsky odražené.



Proč hovoříme o rozptýleném odrazu světla? Zapište konkrétní příklady jeho využití v praxi:

.....

.....

Zrcadla jsou využívána i v technické praxi, často jako součásti jiných, složitějších zařízení.

U Zapište:
a) příklady užití rovinných zrcadel:

.....

.....

.....

b) příklady křivých zrcadel z praxe:

.....

.....

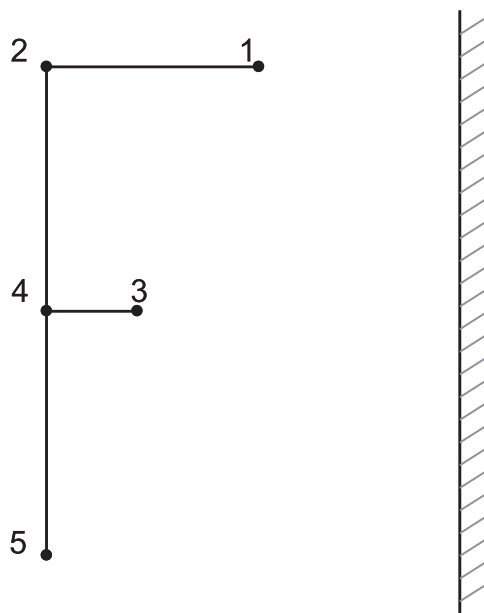
.....

.....

**Místo pro doprovodné
náčrtky:**

Vlastnosti obrazu vytvořeného rovinným zrcadlem ověříme geometrickou konstrukcí.

U Sestrojte konstrukci obrazu písmene F v rovinném zrcadle.



Rada: „významné“ body 1.–5. považujte za zdroje světla, volte vhodné paprsky, které odražené dopadnou do oka pozorovatele. 1' je obrazem bodu 1 atd.

? V jaké vzdálenosti za zrcadlem umístíte stínítko, abyste na ně zachytili obraz písmene F. Jeho vzdálenost před zrcadlem můžete odměřit v obražku nahoře.

Odpověď:

? Nápis „ambulance“, „hasiči“ jsou na vozidlech Záchranného systému ČR napsány stranově převrácené. Proč? Odůvodněte svoji odpověď:

.....
.....

Zpětná zrcátka automobilu jsou kulová zrcadla, odůvodněte, proč to musí být zrcadla vypuklá:

.....
.....

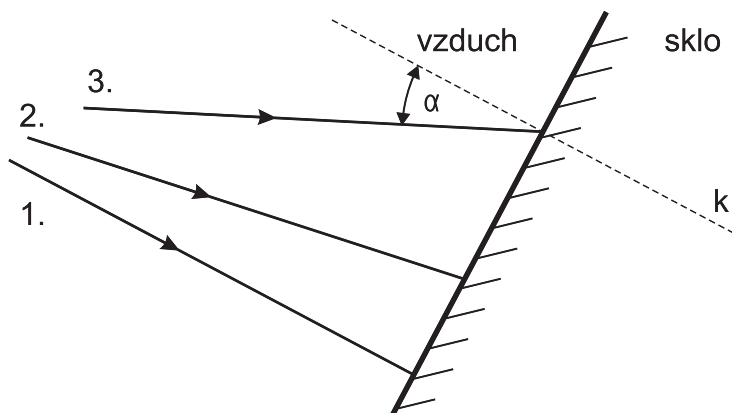
Zdánlivý chod světelných paprsků rýsujeme čárkovou čarou.

Přečtěte v zrcadle:

TELEFON
120
120

Světlo se šíří přímočaře. Směr šíření světelného paprsku se mění při odrazu na rozhraní dvou optických prostředí a také při lomu světla. Ten nastane, přechází-li světlo z jednoho optického prostředí do druhého, kde se šíří odlišnou rychlostí.

U V obrázku dorýsujte paprsky 1'-3', tj. paprsky lomené šířící se sklem.



Poznámka:
 k – kolmice dopadu
 α – úhel dopadu
 β – úhel lomu

paprsek č.1:

$$\alpha_1 = 0^\circ$$

$$\beta_1 = 0^\circ$$

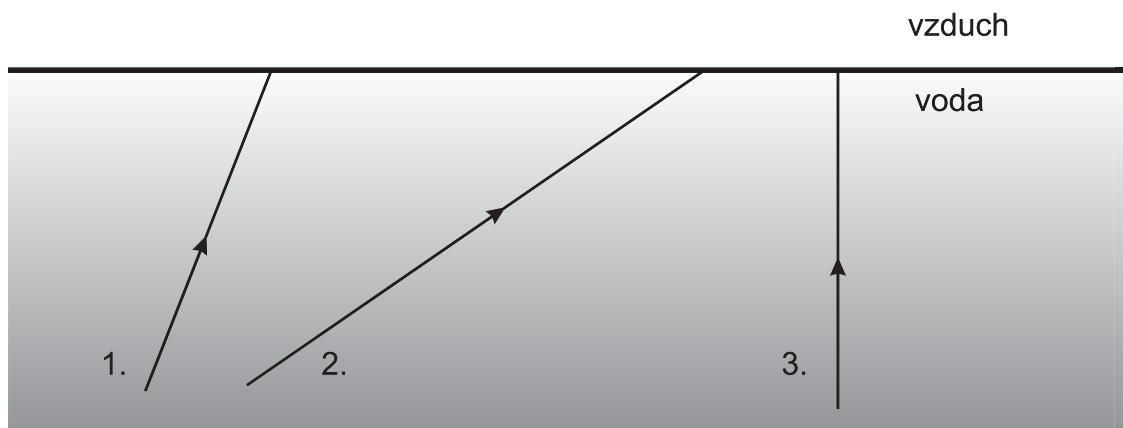
U Světelný paprsek směřující z vody do vzduchu (lom od kolmice) se nad hladinu vody dostat ani nemusí. Který z uvedených paprsků by to mohl být? Svoji odpověď zdůvodněte.

Poznámka:
 paprsek č. 3:

$$\alpha_3 = 0^\circ$$

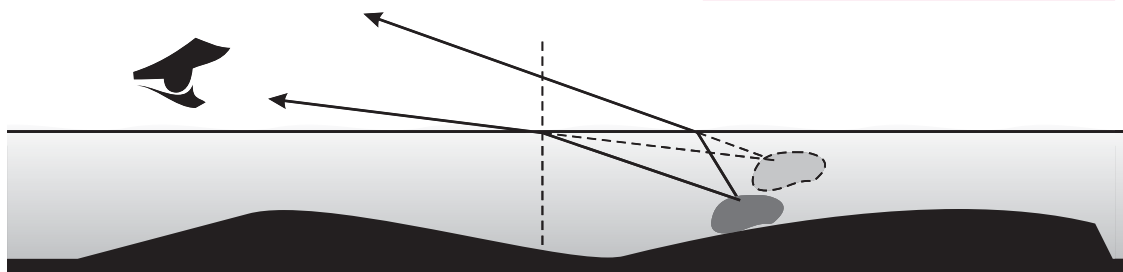
$$\beta_3 = 0^\circ$$

mezí úhel je $48,5^\circ$



? Předmět ve vodě nevidíme vždy tam, co je. Viz F7, str. 95. Vysvětlete pomocí následujícího nákresu.

Poznámka:
Zdánlivý chod paprsků je
rýsován čárkovaně.



Jak se musíte do vody podívat, aby vás lom světla „neošálil“?

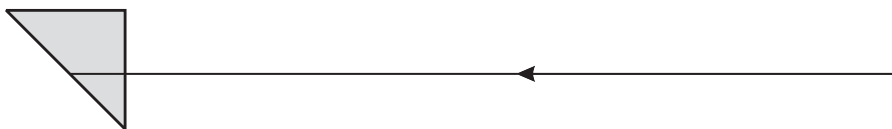
Poznámka:
Mezní úhel pro rozhraní
sklo-vzduch je 42° .
Je-li $\alpha > 42^\circ$, světlo se od-
razí do skla, nastane úplný
(totální) odraz světla.

U Narýsujte v obrázku chod světelného paprsku skleněným hranolem i mimo něj.

a)



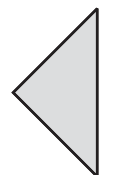
b)



? Dostane se paprsek z laserového ukazovátka do okna? Doložte geom. konstrukcí v nákresu.

ukazovátka 1

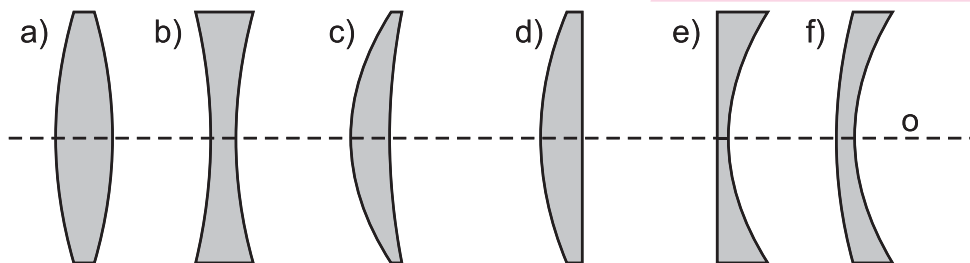
rovinné zrcadlo 1



ukazovátka 2



U Rozhodněte, které ze zobrazených čoček jsou čočky spojné, které rozptylné. Na obrázku jsou zobrazeny na společné optické ose v řezu.



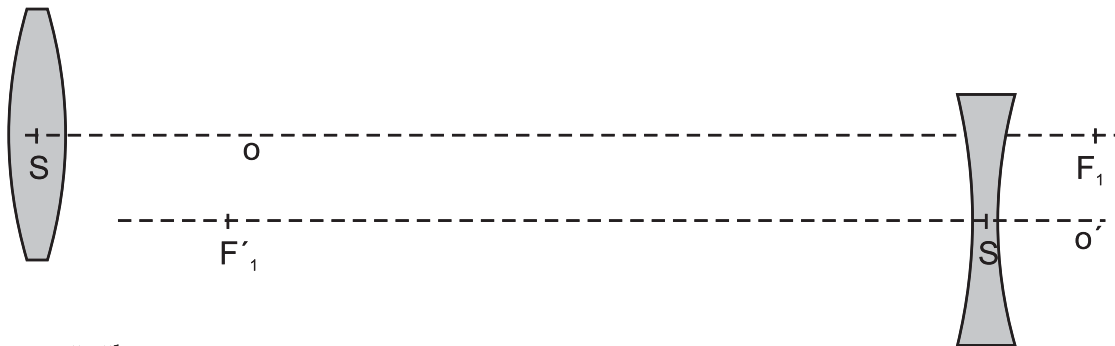
Spojky:

Rozptylky:

U Na obrázku je foto brýlí. Čočkami brýlí prochází sluneční světlo. Všimněte si prostoru za „skly“ brýlí – je tam tmavší prostor než v okolí. Jak to vysvětlíte? Jaké čočky jsou v rámečku brýlí?

.....

U Změřte v nákresu ohniskové vzdálenosti obou čoček v milimetrech. Vyjádřete je a запиšte je v metrech. Vypočítejte optickou mohutnost těchto čoček φ v dioptriích.



1. čočka:

.....

2. čočka:

.....

Poznámka: Druhá ohniska čoček jsou už mimo nákresnu.

U Oční lékař předepsal brýle s čočkami o optické mohutnosti $\varphi_1 = +0,5 \text{ D}$ a $\varphi_2 = +1,5 \text{ D}$. Jaký typ čoček vsadí oční optik do obruby brýlí?

Odpověď:

.....

Určete jejich ohniskové vzdálenosti f :

.....

.....

Č Prohlédněte si svět kolem sebe přes obyčejnou sklenici vody. Zaznamenejte, co vidíte. Umíte to i odůvodnit?

.....

.....

.....

.....

U a) Za jakou dobu dorazí světlo ze Slunce na Zemi (určete v minutách a sekundách).

b) Jakou dobu potřebuje světelný signál (např. paprsek z laseru) na „cestu“ ze Země na Měsíc a zpět? Potřebné údaje najdete i v Tabulkách.

a) rychlost světla	$v =$
vzdálenost S-Z;	$s =$
doba	$t = ? \text{ min, s}$

Odpověď:

.....

b) vzdálenost Z-M	$s_1 =$
dráha světla	$s_2 =$
doba	$t = ? \text{ s}$

Odpověď:

.....

připomínka vzorce:

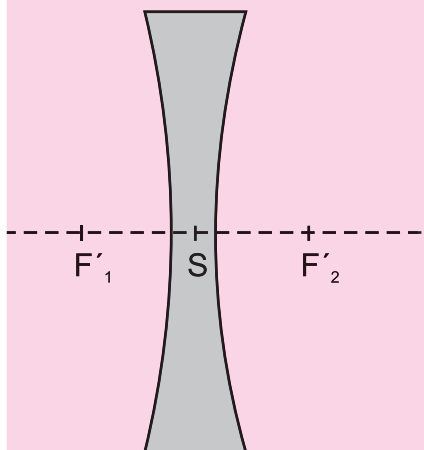
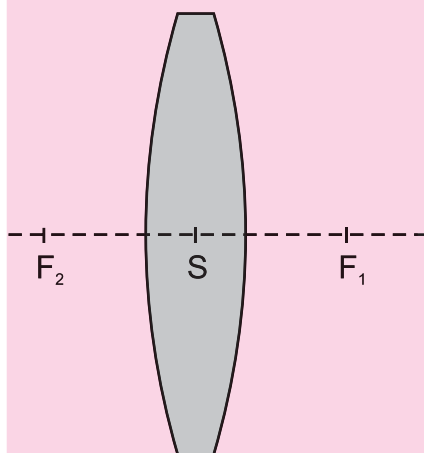
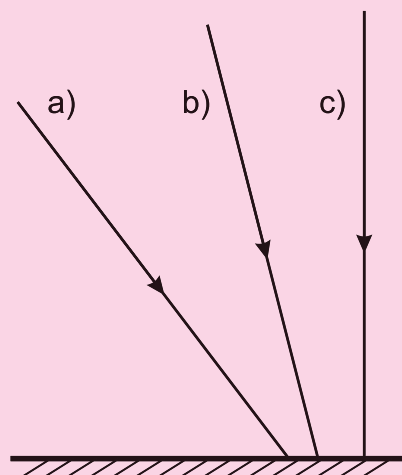
$$\varphi = 1 : f$$

$$f = 1 : \varphi$$

Prostor pro pomocné výpočty:

Test – o světle

1. Bodové zdroje světla jsou:
 - a) svíčka, žárovka, Slunce,
 - b) žárovka projektoru, el. oblouk,
 - c) Měsíc, projekční žárovka.
2. Zatmění Slunce nastane:
 - a) je-li Slunce ve stínu Země,
 - b) je-li stín Měsíce vržen na část povrchu Země,
 - c) vždy, když je Měsíc v úplňku.
3. Odražený paprsek (v obrázku není zobrazen ani jeden) – obr. A - svírá s kolmicí dopadu shodný úhel, jako je úhel dopadu v případech: a), b), c).
4. Paprsek nezmění svůj směr šíření ani ve skle (přechod vzduch-sklo) – obr. A - v případech: a), b), c).
5. Lom od kolmice ($\beta > \alpha$) nastane při průchodu světelného paprsku:
 - a) z vakua do vody,
 - b) z vody do vzduchu,
 - c) ze skla do vzduchu.
6. Čočka má optickou mohutnost $\varphi_1 = +2,5$ D, druhá čočka má mohutnost $\varphi_2 = -0,5$ D:
 - a) první čočka je rozptylná, druhá spojná,
 - b) první čočka je spojná, druhá rozptylná,
 - c) obě čočky jsou spojky.
7. Řidič vidí ve zpětném zrcátku svého auta obraz situace za ním: a) vždy zmenšený a vzpřímený, b) vždy zmenšený a stranově převrácený, c) většinou zmenšený a vzpřímený, ale je-li vozidlo blízko, je obraz výškově převrácený.
8. Sluneční světlo se při průchodu optickým hranolem rozloží na spektrum (viz F7, str. 98) proto, že: a) je to světlo monochromatické (jednobarevné), b) hranol je ze skla, což je prostředí opticky hustší, c) každá jeho barevná složka má ve skle odlišnou rychlost i úhel lomu β .



Výsledky

Obsah

str. 7	U a) jízdní kolo: $s_2 = 28\,050\text{ m}$ b) šíp: $s_4 = 85\text{ m}$	Pohyb a klid těles	4
str. 8	U tabulka: rovnoměrně zrychlený pohyb (volný pád)	Trajektorie a dráha pohybu	6
str. 9	U graf A - rovnoměrný pohyb - celková doba 2 h 45 min, - celková dráha 44 km, - dráha za 1 h je 16 km; za 1,75 h je 28 km - 20 km urazí za 1,25 h; 35 km za 2,2 h U graf B - $t_c = 5\text{ s}$, $s_c = 60\text{ m}$, $s_2 = 1\text{ m}$, $s_4 = 4\text{ m}$	Dráha a doba pohybu	8
str. 10	U graf A: $v = 16\text{ km/h}$ U řetízkový kolotoč: $v = 74\text{ km/h}$	Rychlost rovnoměrného pohybu	10
str. 11	U hodinky $v_s : v_v = 60 : 1$ U vlak: $s = 810\text{ m}$	Průměrná rychlost nerovnoměrného pohybu	12
str. 12	U výlet: $v_p = 12\text{ km/h}$ U průměrná rychlost: cyklista > os. auto > tramvaj > autobus	Pohyb těles – grafické znázornění	14
str. 13	U žák: $v_p = 30\text{ km/h}$; sprinter: $v_p = 36,7\text{ km/h}$ U Roman-1. úsek: $t_1 = 1,2\text{ h}$; 2. úsek: $t_2 = 0,25\text{ h}$ $v_p = 16,6\text{ km/h}$ U os. auto - „zpoždění“ jen 3,6 min	O silách	20
str. 14	U na letišti - zavazadlo: $s = 60\text{ m}$ U vozidlo - graf: obsah 1 „čtverečku“ $\rightarrow s = 0,083\text{ km}$	Skládání sil stejného a opačného směru	22
str. 23	U auto by po mostě jet nemělo	Skládání různoběžných sil	26
str. 24	U deska - a) se pootočí; F_1 a F_2 nepůsobí v jedné přímce b) výslednice $F_v = F_1 - F_2$; má směr složky F_1	Těžiště a rovnovážná poloha těles	28
str. 26	U rovnoběžník sil je: a) obdélník; b), c) kosodélník	Pohybové zákony – Newton	32
str. 28	U cvičenec: a) T je výše; b) T se posune vpravo; c) T je níž; d) T je výše než ve stojící spatném a) $\div$ d)	Tření a odpor prostředí	34
str. 29	U rovnovážné polohy těles: S; I; I; S; L; S; L; L; S; S	Otačivé účinky síly	36
str. 32	U setrvačnost: S; S; N; S; S; N; S; S; S; N	Deformační účinky síly	42
str. 33	U jablko: $F_g = 0,15\text{ N}$; zrychlování pohybu (pádu); jablko a gravitační pole Země	O kapalinách	44
str. 34	U třecí síla: +; -; -; +; +; +; -; +; -; +	O plynech	48
		O světle	52

Výsledky

- str. 36 U otáčení kotouče (obr. A):
 a) v kladném smyslu F_1 , v záporném smyslu F_2, F_3 neotočí kotoučem
 c) v záporném smyslu ($M_2 > M_1$; $M_3 = 0 \text{ Nm}$)
 U otáčení tyče (obr. B)
 b) v záporném smyslu ($M_3 > M_1$; $M_2 = 0 \text{ Nm}$)
 c) síla F_2 ($M_2 = 0 \text{ Nm}$)
 U otáčení nepravidelné desky (obr. C):
 a) v kladném smyslu působí: F_1, F_4, F_6, F_g
 b) v záporném smyslu působí: F_3, F_5, F_6
 d) v kladném smyslu působením F_g
- str. 37 U rovnovážná poloha „šikmé“ tyče:
 rovnováha nastane při $M_1 = M_2$
 (působení F_g neuvažováno)
- str. 38 U matice: a) $F = 622 \text{ N}$, b) $F = 400 \text{ N}$
 U zvedání břemene: A: 2,4 m; B: 2,6 m
- str. 40 poslední U
 pevná kladka $F = 400 \text{ N}$;
 volná kladka $F = 200 \text{ N}$
- str. 41 U - problémová: $F = 75 \text{ N}$
- str. 42 U jehla $p = 50 \text{ MPa}$;
 U pásové vozidlo a) $p = 17 \text{ kPa}$, b) $p = 27 \text{ kPa}$
 U muž: a) $p = 20 \text{ kPa}$, b) 40 kPa ,
 c) tlak se nezmění
- str. 45 U hydrostatický tlak:
 voda = 1,3 kPa, olej $p = 1,2 \text{ kPa}$
 U tři kuličky: a) $F_{vz} = 0,12 \text{ N}$ u všech tří
 b) $G_{Al} = 0,32 \text{ N}$, $G_{Fe} = 0,94 \text{ N}$,
 $G_{Cu} = 1,1 \text{ N}$, c) $F_g = G$ - viz b)
- str. 46 U zlatý šperk: $F_{vz} = 0,06 \text{ N}$, $F_g = 1,2 \text{ N}$
 napodobenina - stříbro
 $F_{vz} = 0,06$; $F_g = 0,63 \text{ N}$
 U jeřáb: $F = 250 \text{ N}$ - napínání lana
 ponoření ve vodě - síla F bude menší
 (působí ještě F_{vz})
- str. 48 U délka zkumavky:
 a) $p_a = 1010 \text{ hPa}$ $h = 10 \text{ m}$ (voda)
 b) $h = 0,75 \text{ m}$ (rtuť)
 c) $p_{1000} = 899 \text{ hPa}$ $h = 0,67 \text{ m}$ (rtuť)
 v medicíně $p = 120 \text{ mm Hg}$ $p = 16 \text{ 200 Pa}$
 $p = 66 \text{ mm Hg}$ $p = 8 \text{ 770 Pa}$

Výsledky

str. 49 U horkovzdušný balon

$$m = 500 \text{ g} \quad V = 388 \text{ dm}^3$$

str. 60 U světlo ze Slunce (Z-M):

$$\text{a) } t = 8 \text{ min } 20 \text{ s} \quad \text{b) } t = 28,72 \text{ s}$$

Výsledky testů

str. 16 T – Pohyb těles

1b, 2c, 3a, b, 4c, 5a, c, 6c, 7c, 8b, 9a, 10b, 11b,

12a, 13b, 14a, b, 15a, b, c, 16a

str. 30 T – Síly

1 kanystra > závaží > veka > nealko nápoj, 2b, 3c,

4b, 5a, 6b, 7c

str. 43 T – Účinky síly

1a, 2c, 3a, b, 4) 4 body za tabulku, 5) 60 Ncm,

6a, 7c,

8a, b, 9) 5 bodů, 10b

str. 47 T – O kapalinách

1b, d, 2b, 3c, 5b

str. 51 T – O plynech

1b, 2b, 3a, d, 4a, 5a, b, 6a, c

str. 61 T – O světle

1b, 2b, 3a, b, c, 4c, 5b, c, 6b, 7a, 8b, c

Poznámky:

Poděkování patří především panu prof. RNDr. Ivo Volfovi, CSc., za velmi cenné rady a připomínky při práci na učebnici fyziky.

V publikaci jsou také použity některé materiály a náměty debrujarů z AMD ČR (Asociace malých debrujarů ČR), která sdružuje zájemce z řad dětí a mládeže libovolného věku o pozitivní přístup zejména k přírodním vědám (www.debrujar.cz).

V neposlední řadě děkujeme vedení ZŠ Bezručova v Hradci Králové za podporu autorů a za vytvoření zázemí pro práci na obrazové části této publikace.

Autoři

Autoři:

Mgr. Arnošt Míček, Mgr. Roman Kroupa

Odborný recenzent:

prof. RNDr. Ivo Volf, CSc.

FYZIKA 2

Pracovní sešit pro výuku fyziky v 7. ročníku
při dvou vyučovacích hodinách týdně

Sazba a grafické zpracování:

Mgr. Roman Kroupa

Návrh obálky:

Libor Kapoun, Mgr. Roman Kroupa

Fotografie:

Mgr. Roman Kroupa, Mgr. Arnošt Míček

Vydala:

Tvořivá škola, nám. SNP 9, 613 00 Brno
tel./fax: 548 220 002, e-mail: info@tvorivaskola.cz

www.tvorivaskola.cz

www.cinnostni-uceni.cz

www.vzdelavani-ucitelu.cz

© Tvořivá škola, 2010