Zadání úloh 1. kola 59. ročníku fyzikální olympiády. *Kategorie A*

1. Spotřeba automobilu

Automobil o hmotnosti $m = 1\,300$ kg užívá palivo o hustotě $\rho = 720\ \mathrm{kg \cdot m^{-3}}$ s výhřevností $H = 42\ \mathrm{MJ \cdot kg^{-1}}$. Celkovou účinnost automobilu $\eta = 15$ % považujeme za konstantní. Účinností zde myslíme podíl práce potřebné k zajištění jízdy automobilu a energie získané spálením paliva. Při jízdě je potřeba překonávat odpor vzduchu a zajistit další funkce automobilu (výkon potřebný k zajištění těchto funkcí $P_1 = 1{,}0$ kW považujeme za konstantní).

Odporová síla proti pohybu automobilu je přímo úměrná druhé mocnině jeho rychlosti, $F_o = kv^2$, kde konstanta $k = 0{,}55\ \mathrm{N \cdot s^2 \cdot m^{-2}}$.

Spotřeba automobilu $\theta = \dfrac{V}{L}$, kde V je objem spotřebovaného paliva a L je ujetá vzdálenost. Spotřeba se udává v jednotkách $\dfrac{\text{litr}}{100\ \text{km}}$.

a) Určete spotřebu paliva při stálé rychlosti automobilu $v = 80\ \mathrm{km \cdot h^{-1}}$ na přímé vodorovné silnici.

b) Určete, při jaké rychlosti automobilu bude jeho spotřeba minimální, a určete tuto spotřebu.

c) Jak se změní výsledky, když automobil pojede stejnou stálou rychlostí po přímé silnici s úhlem stoupání $\alpha = 3°$?

2. Přenos látky

Ve dvou nádobách A a B se nachází roztoky soli. Počáteční koncentrace je v první nádobě c_{10}, ve druhé nádobě c_{20}, počáteční objem V obou roztoků je na počátku stejný. Z první nádoby do druhé nádoby přeneseme malý objem v a po promíchání přeneseme stejný objem zase zpátky. Celý postup opakujeme.

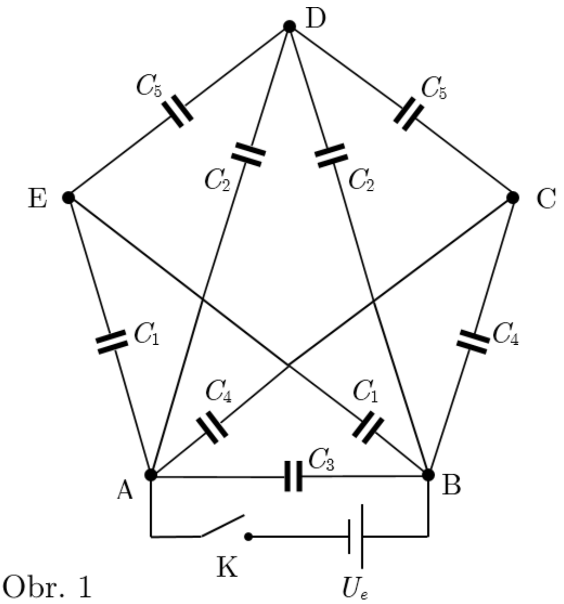
a) Určete celkovou hmotnost m soli v obou nádobách.

b) Jaké jsou koncentrace c_{11} a c_{21} v nádobách po prvním přenesení?

c) Jaký je rozdíl koncentrací $(c_{1k} - c_{2k})$ a jaké jsou koncentrace c_{1k} a c_{2k} po k-tém přenesení?

d) Kolikrát musíme přenést objem v, aby se koncentrace roztoků v nádobách lišily o méně než 1 % v porovnání s počátečním stavem?

Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty: $c_{10} = 10{,}0\ \dfrac{\mathrm{g}}{\mathrm{l}}$, $c_{20} = 5{,}0\ \dfrac{\mathrm{g}}{\mathrm{l}}$, $V = 2{,}50$ l, $v = 0{,}10$ l, $k = 10$.



Obr. 1

3. Pětiúhelník s kondenzátory

Mezi vrcholy pětiúhelníka je zapojeno 9 nenabitých kondenzátorů o kapacitách $C_1 = 1\ \mu\mathrm{F}$, $C_2 = 2\ \mu\mathrm{F}$, $C_3 = 3\ \mu\mathrm{F}$, $C_4 = 4\ \mu\mathrm{F}$ a $C_5 = 5\ \mu\mathrm{F}$ (obr. 1).

a) Určete výslednou kapacitu, náboje a napětí na každém kondenzátoru, připojíme-li mezi body A a B ideální zdroj s elektromotorickým napětím $U_e = 6$ V.

b) Při opakování pokusu s nenabitými kondenzátory se zjistilo, že spojení mezi body B a C je přerušené. Jaké budou náboje a napětí na každém kondenzátoru a jaká bude výsledná kapacita v tomto případě?

4. Přímohledný hranol

Přímohledný hranol se skládá ze tří pravoúhlých hranolů z materiálů o indexu lomu n_1 a n_2 (obr. 2). Monofrekvenční světlo o vlnové délce $\lambda = 589$ nm po průchodu hranolem nezmění svůj směr. Ve vzdálenosti $l = 1{,}50$ m za hranolem je postaveno stínítko, na které tento paprsek dopadá kolmo. Pro vlnovou délku λ (žluté světlo) je index lomu prvního a třetího hranolu $n_1 = 1{,}506$. Pro vlnovou délku $\lambda_f = 397$ nm (fialové světlo) jsou indexy lomu prvního a druhého hranolu $n_{f1} = 1{,}525$ a $n_{f2} = 1{,}944$.

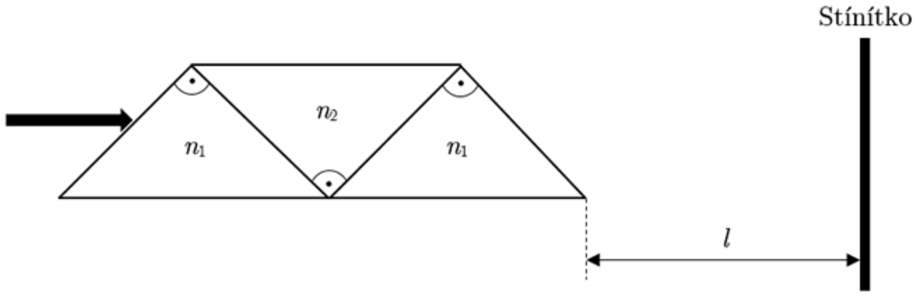
a) Určete index lomu n_2 prostředního hranolu.

b) Určete indexy lomu hranolů pro červené světlo o vlnové délce $\lambda_č = 761$ nm. Pro výpočet závislosti indexu lomu na vlnové délce užijte vztah $n = A + \dfrac{B}{\lambda^2}$, kde A a B jsou konstanty.

c) Určete úhly, o které se odchýlí od přímého směru paprsek fialového světla o vlnové délce 397 nm a paprsek červeného světla o vlnové délce 761 nm.

d) Určete šířku spektra na stínítku při použití bílého světla.

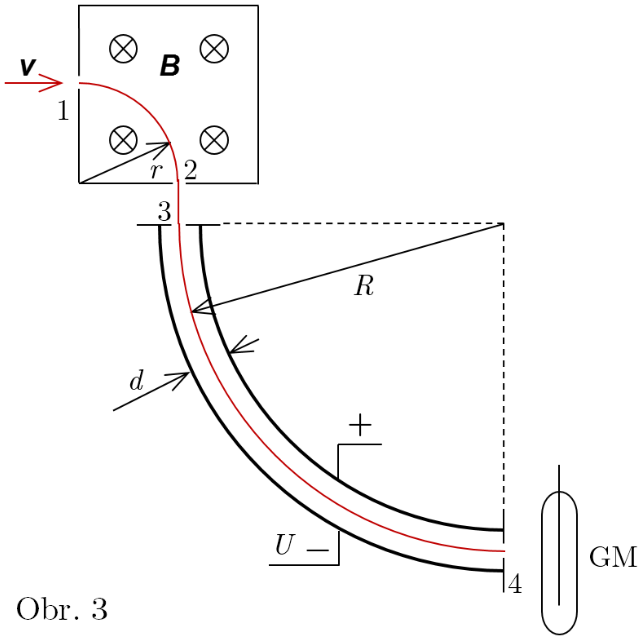
Rozměry hranolu jsou v porovnání se vzdáleností od stínítka zanedbatelné. Index lomu vzduchu $n_v = 1{,}000$.



Obr. 2

5. Měření hmotnosti elektronů

Na obrázku je pokusné zařízení, kterým můžeme experimentálně určit rychlost a hmotnost elektronů. Elektrony prochází štěrbinou 1 do homogenního magnetického pole o indukci $\boldsymbol{B}$ kolmo k indukčním čarám, kde se při vhodně zvolené hodnotě B pohybují po čtvrtkružnici s poloměrem $r = 0{,}500$ m a vylétají štěrbinou 2. Poté vlétají štěrbinou 3 mezi desky válcového kondenzátoru. Ten je tvořen dvěma čtvrtválcovými plochami se společnou osou, vzdálenými od sebe o $d = 2{,}0$ cm, nabitými na napětí U. Intenzita elektrického pole $\boldsymbol{E}$ mezi deskami kondenzátoru je stále kolmá k trajektorii pohybu elektronů, které se tak při vhodně zvolené hodnotě U pohybují po čtvrtkružnici s poloměrem $R = 2{,}000$ m. Elektrony, které vyletují z kondenzátoru štěrbinou 4, jsou registrovány GM počítačem.



Obr. 3

GM počítač zaznamenal dopady elektronů při $B = 7{,}76$ mT a $U = 10{,}68$ kV.

a) Určete rychlost, kterou elektron vstupuje do magnetického pole.

b) Určete hmotnost elektronu registrovaného GM počítačem, porovnejte ji s klidovou hmotností elektronu a ověřte platnost relativistického vztahu $m = \dfrac{m_0}{\sqrt{1 - \dfrac{v^2}{c^2}}}$. Odchylku určete v %. Klidová hmotnost elektronu $m_0 = 9{,}11 \cdot 10^{-31}$ kg.

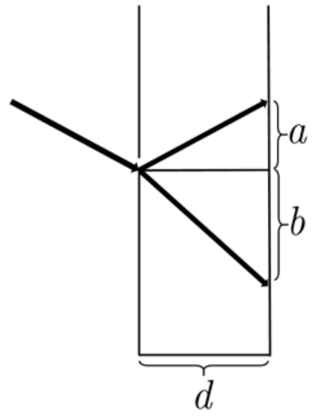
c) Určete v elektronvoltech kinetickou energii elektronu registrovaného GM počítačem.

Řešte nejprve obecně, pak pro číselné hodnoty.

6. Měření indexu lomu kapaliny

Pomůcky: Plastové láhve různých průměrů s hladkými stěnami a s otvorem v boční stěně, voda nebo jiná průhledná kapalina, laserové ukazovátko (nebo školní laser), posuvka, mm měřítko.

Postup práce: Do boční stěny širší plastové láhve s hladkými stěnami navrtáme otvor o průměru asi 3 mm. V úrovni otvoru změříme posuvkou průměr láhve d. Do láhve dáme kapalinu, jejíž index lomu chceme měřit tak, aby hladina byla právě v rovině otvoru. Do otvoru namíříme laserový paprsek a na protější stěně láhve změříme mm měřítkem vzdálenosti stop a a b odraženého a lomeného paprsku od hladiny kapaliny.



Obr. 4

Úkoly: a) Odvoďte vztah pro určení indexu lomu pomocí naměřených vzdáleností a, b a d.

b) Vypočtěte index lomu a určete odchylky měření.

7. Hřejivé polštářky

V záchranné lékařské praxi se užívají hřejivé polštářky, které využívají tepla uvolněného při krystalizaci kapaliny, nacházející se uvnitř polštářku. Iniciace se provádí pomocí katalyzátoru, takže k ní může dojít v poměrně širokém rozsahu teplot. Vnitřní objem polštářku si můžeme představit jako kvádr o rozměrech $a \times l \times h$ (obr. 5). Krystalizace začíná u stěny kvádru s rozměry a, h, rozhraní mezi pevnou látkou a kapalinou se pohybuje ve směru hrany l malou stálou rychlostí $\boldsymbol{v}$.

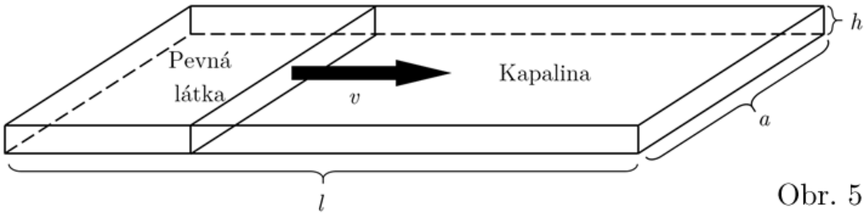
a) Najděte závislost teploty polštářku t na čase τ.

b) Najděte závislost časové změny teploty polštářku $\dfrac{\mathrm{d}t}{\mathrm{d}\tau}$ na čase τ.

c) Jaká bude nejvyšší teplota polštářku $t_{\max}$?

d) Správnost výsledku c) ověřte porovnáním uvolněného tepla Q_{celk} se skupenským teplem tání $L_t = ml_t$.

Měrné skupenské teplo tání pracovní látky je l_t, měrná tepelná kapacita pracovní látky v kapalném stavu je c_0, v pevném stavu je měrná tepelná kapacita pracovní látky o $k = 10\ \%$ menší. Počáteční teplota látky je t_0. Změnu hustoty pracovní látky a ztráty tepla do okolí během krystalizace zanedbejte. Pracovní látka je dokonale tepelně vodivá, takže teplota látky je v každém okamžiku stejná v celém objemu kvádru. Při řešení použijte vztah $\frac{1}{1+x} \approx 1 - x$, který je pro $x \leq 0{,}1$ splněn s odchylkou menší než 1 %.



Obr. 5

Úlohy 1. kola 59. ročníku fyzikální olympiády. *Kategorie B*

1. Galileiho pokusy

V 17. století prováděl Galileo Galilei pokusy na důkaz toho, že pohyb kuličky po nakloněné rovině je rovnoměrně zrychlený. Použil k tomu $L = 5$ m dlouhý žlab, který na jednom konci podepřel ve výšce h, kterou postupně měnil. K měření času použil kyvadélko, závažíčko na niti, a měřil závislost dráhy kuličky na počtu n kyvů kyvadélka. Naměřené hodnoty jsou v tabulce.

$h = 20$ cm	n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	s/m	0,19	0,39	0,77	1,18	1,59	2,29	2,92	3,43	4,37
$h = 30$ cm	n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	s/m	0,27	0,64	1,17	1,79	2,47	3,51	4,31	-	-
$h = 40$ cm	n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	s/m	0,37	0,90	1,54	2,31	3,01	4,60	-	-	-

a) Sestrojte graf závislosti dráhy s kuličky na druhé mocnině počtu kyvů kyvadélka n^2 a ukažte, že pohyb kuličky ve žlabu je opravdu rovnoměrně zrychlený. Využijte EXCEL nebo jiný tabulkový kalkulátor.

b) Jak závisí zrychlení kuličky A na výšce h? Sestrojte graf závislosti zrychlení A v jednotkách $\dfrac{\mathrm{m}}{(\text{počet kyvů})^2}$ na výšce h. Využijte výsledků části a).

c) Jakou dráhu by urazila kulička během 5 kyvů kyvadélka, kdyby výška nakloněné roviny byla 50 cm?

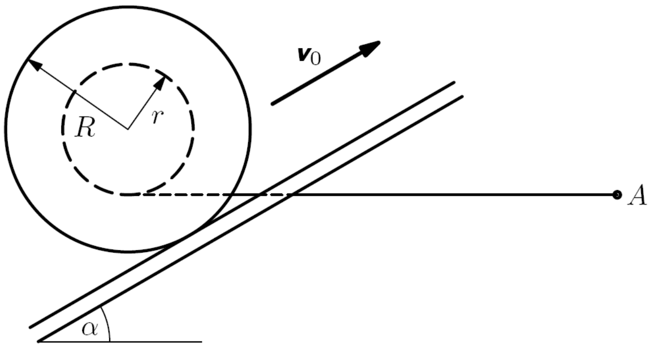
d) Odvoďte vztah pro zrychlení kuličky na nakloněné rovině. Jaká je velikost tíhového zrychlení $g*$ v jednotkách $\dfrac{\mathrm{m}}{(\text{počet kyvů})^2}$? Jakou délku l má nit kyvadélka? Kyvadélko považujte za matematické.

2. Valení cívky

Těžkou cívku, jejíž čela o poloměru R jsou spojena válcem o poloměru r, valíme bez prokluzování vzhůru po nakloněných kolejnicích se sklonem $\alpha = 30°$ stálou rychlostí o velikosti $v_0 = 0{,}18\ \ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$. Na konci A lanka namotaného na válec cívky přitom působí síla, která je dvakrát větší než tíha cívky. Volná část lanka je udržována ve vodorovné poloze (obr. 1).

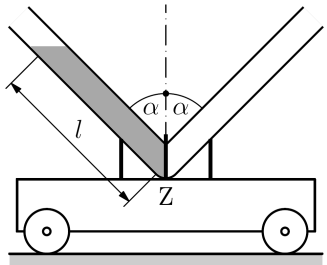
a) Jaký je poměr $\dfrac{r}{R}$ poloměrů válce a čel cívky?

b) Jakou rychlostí $\boldsymbol{v}$ se vzhledem k vodorovné podložce pohybuje konec lanka A?



Obr. 1

3. Vozík s trubicemi



Obr. 2

Na vozíku je symetricky připevněna trubice tvaru V, jejíž ramena jsou odchýlena od svislého směru o úhel α (viz obr. 2). V nejnižším bodě je trubice přepažena záklopkou. Hmotnost vozíku i s trubicemi je M. Do levého ramene trubice nalijeme rtuť o hmotnosti m, která vytvoří sloupec délky l. Záklopku uvolníme.

a) Jaká bude největší rychlost w, kterou se vozík s trubicemi bude pohybovat vzhledem k podložce?

b) V jaké vzdálenosti od původní polohy a po jaké době se vozík poprvé zastaví?

Tření a kapilární jevy můžeme zanedbat. Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty: $M = 500\ \text{g}$, $m = 180\ \text{g}$, $l = 20\ \text{cm}$, $\alpha = 45°$.

4. Obvod s rezistory

Čtrnáct stejných rezistorů s odporem $R = 100\ \Omega$ je zapojeno podle obrázku 3. K bodům A a B je připojen ideální zdroj s elektromotorickým napětím $U_e = 25$ V. Určete

a) celkový odpor mezi body A a B,

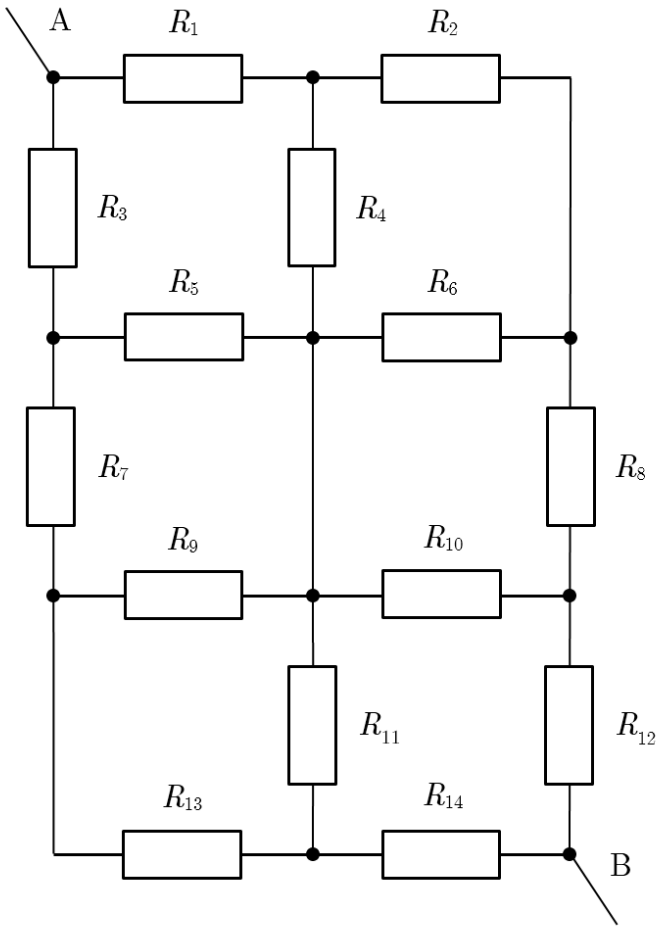
b) napětí a proud v každém rezistoru.

5. Žárovka s cívkou a kondenzátorem

Žárovka se jmenovitým příkonem $P_0 = 15$ W a se jmenovitým napětím $U_0 = 24$ V je připojena ke zdroji střídavého napětí s efektivní hodnotou $U_1 = 60$ V a s frekvencí $f = 50$ Hz a v sérii s cívkou svítí s předepsanými jmenovitými hodnotami.

a) Určete indukčnost cívky.

b) Určete kapacitu kondenzátoru, který musíme sériově k žárovce s cívkou připojit, aby svítila stejně po připojení ke zdroji střídavého napětí s efektivní hodnotou $U_2 = 40$ V.



Obr. 3

c) Pro obě zapojení určete fázové posunutí mezi proudem a napětím.

d) Pro dané hodnoty obou zapojení sestrojte do jednoho obrázku fázorový diagram impedancí a jejich složek.

Úlohy a), b), c) řešte nejprve obecně, pak pro dané hodnoty. Elektrický odpor vodiče cívky zanedbejte.

6. Měření modulu pružnosti v tahu tyče

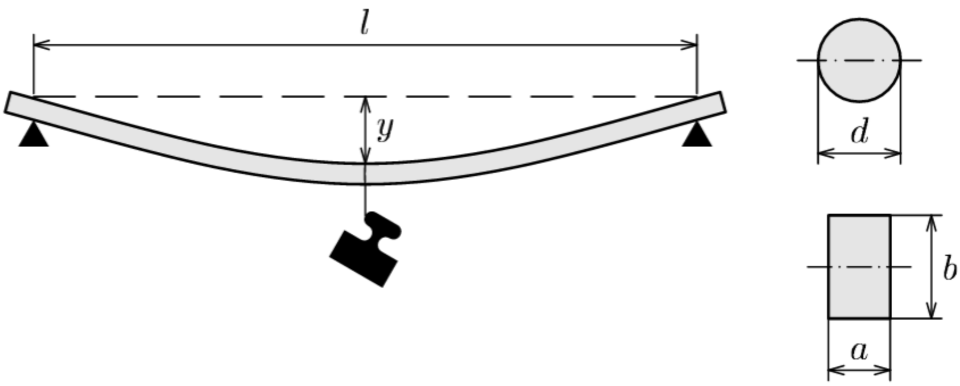
Teorie: Tyč délky l podepřenou na koncích zatížíme uprostřed silou o velikosti F realizovanou pomocí závaží (obr. 4). Velikost průhybu je určena vztahem

$$y = \frac{Fl^3}{48EJ}\,,$$

kde E je *Youngův modul pružnosti v tahu* materiálu tyče a J je *plošný moment setrvačnosti průřezu tyče*, který vypočítáme jako

$$J = \frac{\pi d^4}{64} \qquad \text{u tyče kruhového průřezu,}$$

$$J = \frac{ab^3}{12} \qquad \text{u tyče obdélníkového průřezu } (b \text{ je výška tyče}).$$



Obr. 4

Úkol: Navrhněte a prakticky realizujte měření modulu pružnosti v tahu na základě uvedených vztahů. Jako tyče použijte silnější ocelové dráty různého průměru a délky. Měření případně opakujte i pro dráty z jiného materiálu. Zhodnoťte přesnost měření. Získané výsledky porovnejte s tabulkovými hodnotami.

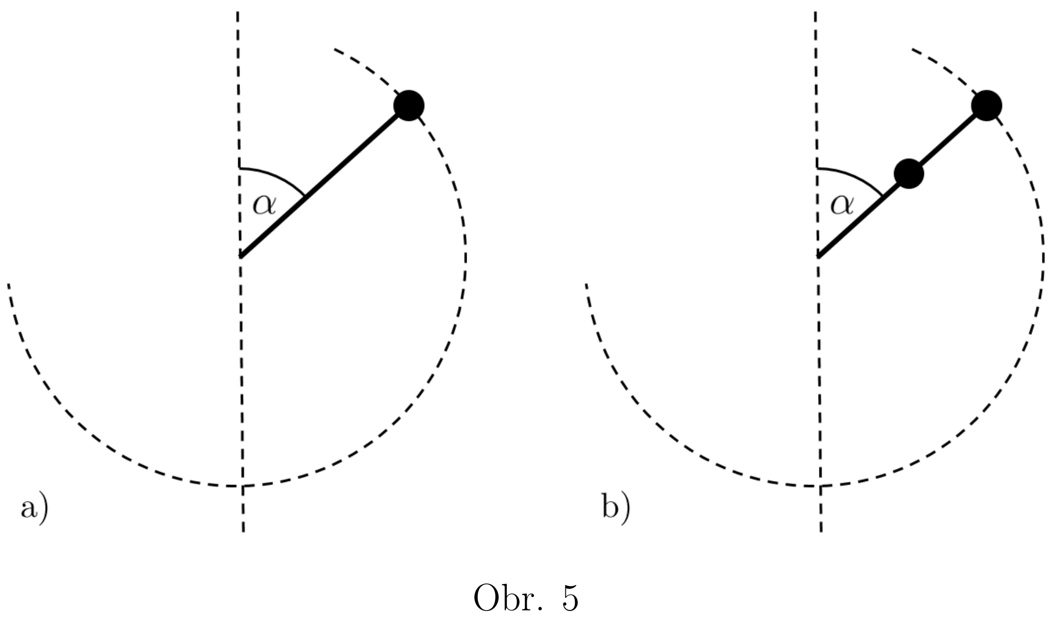
7. Otáčení tyče se závažím

Homogenní pevná tyč o délce l a hmotnosti m se může volně otáčet kolem vodorovné osy, která prochází jedním jejím koncem. Na druhém konci tyče je připevněno závaží malých rozměrů o stejné hmotnosti. Tyč vychýlíme z rovnovážné polohy tak, že svírá se svislým směrem úhel α (obr. 5a).

a) Jakou úhlovou rychlostí ω bude tyč procházet stálou rovnovážnou polohou po jejím uvolnění?

b) Jaká bude doba kmitu T tohoto fyzického kyvadla při malých výchylkách?

c) Jak se změní výsledky, přidáme-li do středu tyče druhé závaží stejné hmotnosti (obr. 5b)?



Obr. 5

Úlohy 1. kola 59. ročníku fyzikální olympiády. *Kategorie C*

V úlohách počítejte s hodnotou $g = 9{,}81\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}$.

1. Rozjíždějící se cyklista

Cyklista se rozjíždí rovnoměrně zrychleně po rovné silnici, na jejímž kraji jsou pravidelně rozmístěné značky. Čas jízdy od první ke druhé značce je $t_1 = 2{,}0$ s, od druhé ke třetí značce $t_2 = 1{,}0$ s.

a) Jaká bude doba jízdy cyklisty t_3 od třetí ke čtvrté značce?

b) S jakým zrychlením se pohyboval cyklista a jaká byla jeho rychlost u páté značky, bylo-li dodatečně zjištěno, že vzdálenost mezi značkami je $s = 6{,}0$ m?

2. Válec na nakloněné rovině ve vagónu

Plošinu vagónu tvoří nakloněná rovina se sklonem $\alpha = 5{,}0°$, rovina stoupá od předního konce vagónu k zadnímu konci. V nejnižším místě plošiny se nachází plný homogenní válec, jeho geometrická osa je kolmá k bočním stěnám vagónu. Vagón je tažen lokomotivou po přímých vodorovných kolejích.

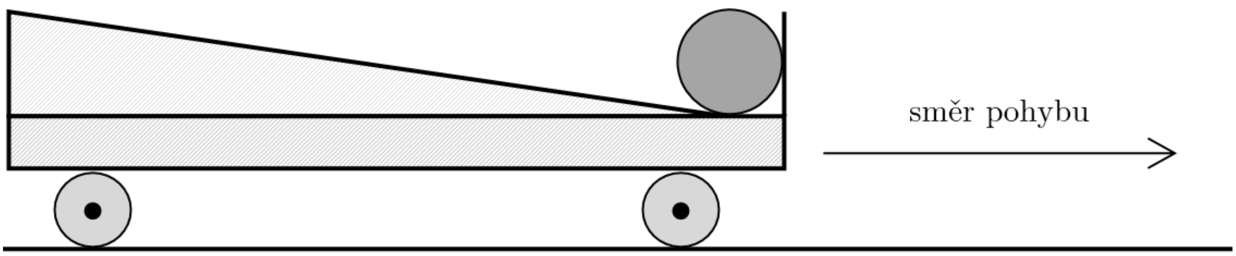
a) Určete maximální velikost a_m zrychlení, s nímž se může vagón při rozjíždění pohybovat, aby se válec neuvedl do pohybu.

Vagón se pohybuje z klidu rovnoměrně zrychleným pohybem se zrychlením o velikosti $a = 1{,}6a_m$, od okamžiku dosažení rychlosti o velikosti $v = 11{,}0\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$ se dále pohybuje rovnoměrně.

b) Určete minimální délku l nakloněné roviny, při níž válec z vagónu nevypadne.

c) Určete celkovou dráhu s vagónu, na které je válec ve vagónu mimo svoji počáteční polohu.

Řešte nejprve obecně, pak pro dané hodnoty.



Obr. 1

3. Kruhový děj

S jednoatomovým ideálním plynem provedeme následující cyklický děj: Nejprve za stálého tlaku p_1 zvýšíme jeho objem z objemu $V_1 = 2{,}00$ l na objem $V_2 = 16{,}0$ l, pak zmenšíme tlak plynu za stálého objemu na $p_2 = 50{,}0$ kPa a nakonec plyn adiabaticky stlačíme na počáteční objem a tlak.

a) Nakreslete p–V diagram s obecným vyznačením tlaků p_1 a p_2 a objemů V_1 a V_2 a určete počáteční tlak plynu p_1.

b) Určete celkovou práci vykonanou plynem během kruhového děje a teplo, které během kruhového děje musíme plynu dodat.

c) Určete účinnost kruhového děje.

Úlohy a) a b) řešte obecně, pak pro dané hodnoty.

Vnitřní energie plynu s jednoatomovými molekulami $U = \frac{3}{2}nRT$, κ =1,67.

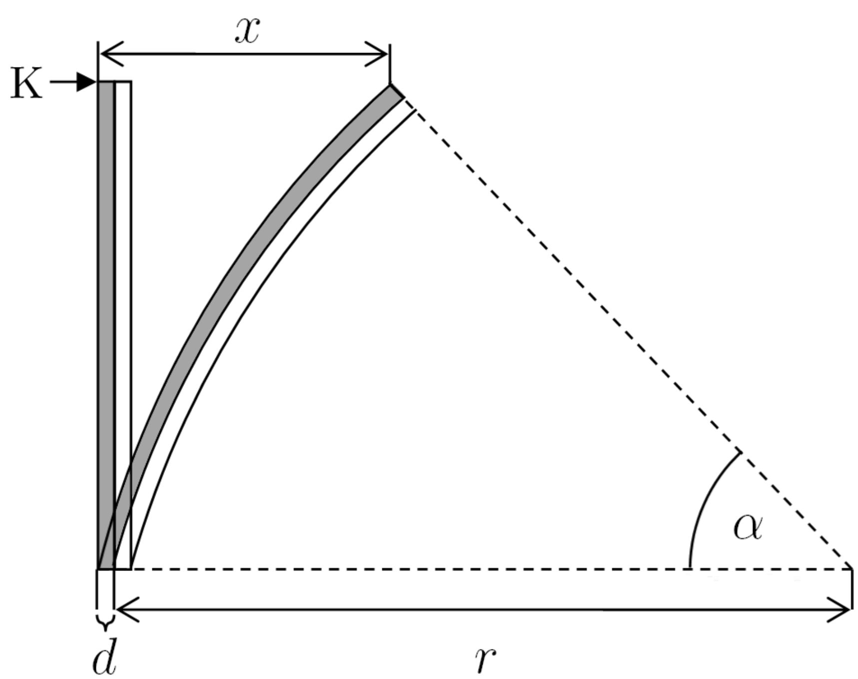
4. Bimetalový pásek

Bimetalový pásek má v přímém tvaru délku l_0 =12 cm se skládá ze dvou částí, měděné a zinkové. Tloušťka obou částí je d =1,0 mm. Součinitele teplotní délkové roztažnosti zinku $\alpha_{\mathrm{Zn}} = 3{,}0 \cdot 10^{-5}\ \mathrm{K}^{-1}$, mědi $\alpha_{\mathrm{Cu}} = 1{,}7 \cdot 10^{-5}\ \mathrm{K}^{-1}$. Pásek rovnoměrně zahřejeme o $\Delta t = 60\ °\mathrm{C}$. Určete:

a) Rozdíl délek měděné a zinkové části po zahřátí,

b) poloměr křivosti r prohnutého pásku po zahřátí a odpovídající středový úhel α.

c) O jakou vzdálenost x se při zahřátí posunul bod, dotýkající se kontaktu na konci pásku?



Obr. 2

5. Kalorimetry a součástky

Tepelně izolovaná nádoba – kalorimetr – je až po okraj plná vody o teplotě $t_1 =$ $= 19{,}0\ °\mathrm{C}$. Když do kalorimetru vhodíme jednu kovovou součástku o hustotě $\rho =$ $= 2\ 700\ \ \mathrm{kg \cdot m^{-3}}$ a teplotě $t = 99{,}0\ °\mathrm{C}$, část vody přeteče a teplota vody po ustavení rovnováhy stoupne na $t_2 = 32{,}2$ °C. Když pokus opakujeme se stejným množstvím stejně teplé vody, ale do kalorimetru vhodíme dvě stejné a stejně zahřáté součástky, bude výsledná teplota v kalorimetru $t_3 = 48{,}8$ °C.

a) Jaká je měrná tepelná kapacita c materiálu, z něhož jsou zhotoveny součástky?

b) Jaký je poměr hmotnosti vody v kalorimetru před vhozením součástky a hmotnosti kovové součástky?

c) Jaká by byla výsledná teplota t_4, kdybychom do kalorimetru místo dvou vhodili tři stejné a stejně zahřáté součástky?

Úlohy a) a b) řešte nejprve obecně, část c) řešte číselně s použitím výsledku části a).

Měrná tepelná kapacita vody je $c_v = 4\,200\ \mathrm{J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}}$, hustota vody $\rho_v = 1000\ \mathrm{kg \cdot m^{-3}}$. Ztráty tepla do okolí jsou zanedbatelné.

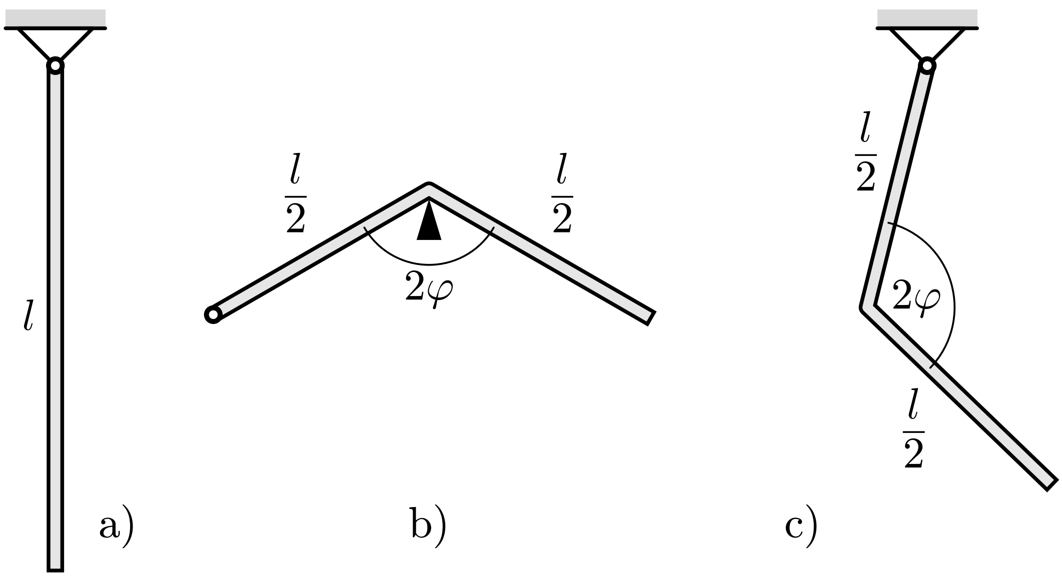
6. Kyvadla

Teoretické úkoly:

a) Určete délku l tenké tyče kývající okolo osy umístěné na jejím konci, aby doba kmitu byla přesně $T_1 = 1$ s (obr. 3a).

b) Stejnou tyč uprostřed ostře ohneme a v místě ohybu položíme na tenký břit (obr. 4b). Určete úhel ohybu 2φ, aby doba kmitu byla opět přesně $T_2 = 1$ s.

c) Ohnutou tyč z úlohy b) upevníme otáčivě na konci (obr. 4c). Určete dobu kmitu tohoto kyvadla T_3.

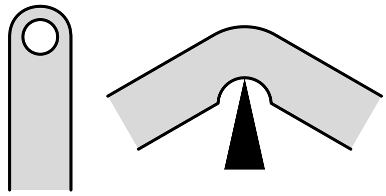


Obr. 3

Praktické úkoly: Zhotovte kyvadla popsaná v teoretické části, změřte jejich doby kyvu a naměřené hodnoty porovnejte s teoretickými předpoklady.

Pokyny k provedení:

a) Kyvadla zhotovíme z drátu o průměru asi 2 mm z hliníku, mědi nebo oceli. Konec rozklepáme a vyvrtáme do něj otvor o průměru asi 1 mm a přebytečný materiál opilujeme tak, že vznikne malé očko (obr. 4a). Od jeho středu naměříme délku kyvadla vypočtenou v teoretickém úkolu a), drát přestřihneme a kyvadlo vyrovnáme. Jako osu kyvadla použijeme špendlík zabodnutý kolmo do svislé desky.



a) b)

Obr. 4

b) Nalezneme střed drátu a drát ohneme podle výsledku výpočtu v teoretickém úkolu b). Místo ohybu mírně propilujeme, aby vznikl žlábek (obr. 4b). Tím zabráníme vychylování kyvadla z roviny kolmé k ose. Jako břit použijeme nůž upnutý do svěráku.

c) Ohnutý drát z úlohy b) necháme kývat okolo osy tvořené špendlíkem jako v úloze a).

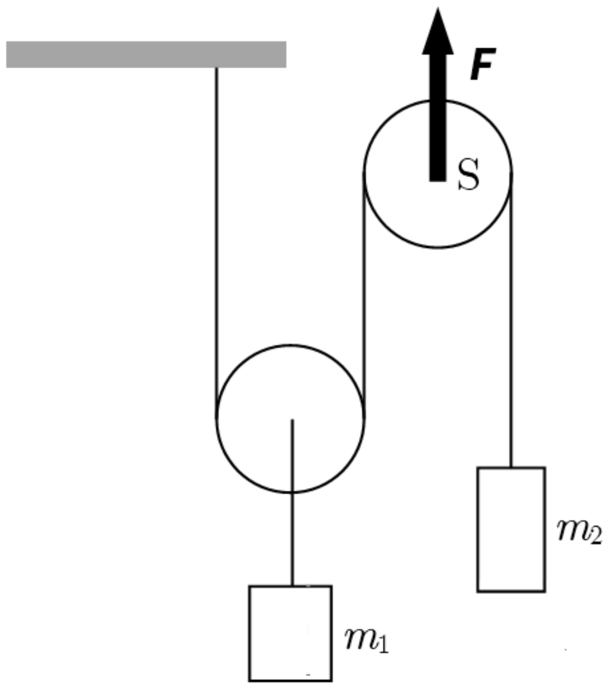
7. Dvě závaží na kladkách

V soustavě dvou těles o hmotnostech m_1 a m_2 a dvou kladek jsou hmotnosti nití a kladek zanedbatelné. Nit je pevná a neroztažitelná. Na horní kladku působí v jejím středu S síla $\boldsymbol{F}$ (obr. 3). Určete

a) velikosti sil napínajících nitě, na kterých visí závaží,

b) velikosti zrychlení těles a_1 a a_2,

c) velikost zrychlení středu S horní kladky.



Obr. 5

Úlohy 1. kola 59. ročníku fyzikální olympiády. *Kategorie D*

1. Plavci v řece

Adam a Zbyněk se na břehu řeky šířky $d = 130$ m domluvili, že jejich společný cíl je nejbližší místo na protějším břehu a že poplavou svojí stejnou obvyklou rychlostí, jak ji mají natrénovanou ve sportovním oddíle. Adam plaval kolmo ke směru toku řeky, doplaval ke břehu za čas $t_1 = 1$ min 32 s, proud ho však současně unesl do vzdálenosti $l = 80$ m od plánovaného cíle, do kterého poté doplaval podél břehu proti proudu řeky. Zbyněk se dostal do cíle přímo.

a) Pod jakým úhlem α vzhledem ke spojnici start cíl plaval Zbyněk?
b) Určete celkovou dobu t_A plavby Adama a dobu t_Z plavby Zbyňka.
c) Proveďte diskuzi o řešitelnosti úlohy v závislosti na vztahu mezi d a l.

Úlohy a), b) řešte nejprve obecně, pak pro dané hodnoty.

2. Míček a diabolka

Měkčený míček o hmotnosti $m_1 = 19$ g padal volným pádem, když jej po uražené dráze $h = 70$ cm zasáhla diabolka o hmotnosti $m_0 = 0{,}54$ g letící rychlostí o velikosti $v_0 = 170\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$ vystřelená ze vzduchovky. Po zásahu diabolka v míčku uvázla v ose procházející středem míčku.

a) Určete velikost a směr rychlosti $\boldsymbol{u}$ míčku bezprostředně po zásahu, jestliže diabolka přiletěla ve svislém směru odspoda.
b) Určete velikost a směr rychlosti $\boldsymbol{w}$ míčku bezprostředně po zásahu, jestliže diabolka přiletěla z vodorovného směru.

Počítejte s hodnotou tíhového zrychlení $g = 9{,}81\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$.

3. Dva kvádry

Dva homogenní kvádry mají shodnou hustotu, délku a šířku. Výška prvního kvádru je h_1, výška druhého h_2, přičemž $h_1 < h_2$. První kvádr má hmotnost m_1. Kvádry položíme na sebe, nižší na vyšší. Součinitel smykového tření mezi kvádry je f. Působíme-li na horní kvádr postupně rostoucí vodorovnou silou, začne v jednom okamžiku klouzat horní kvádr po spodním a spodní zůstane v klidu. Nyní vyměníme pořadí kvádrů, vyšší položíme na nižší. Působíme-li tentokrát na horní kvádr postupně rostoucí vodorovnou silou, začne v jednom okamžiku klouzat celá soustava obou kvádrů po podložce.

a) Určete hmotnost m_2 druhého kvádru.
b) Určete možné hodnoty součinitele f' smykového tření mezi kvádrem a podložkou.
c) Určete maximální velikost zrychlení, s nímž se může dolní kvádr po podložce pohybovat, aby se horní kvádr po něm nesmýkal.

Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty $h_1 = 6{,}0$ cm, $h_2 = 8{,}0$ cm, $m_1 = 570$ g, $f = 0{,}35$.

4. Tři řetězy

Tři řetězy jsou vyrobeny ze shodných článků. První má délku $l_1 = 80$ cm a hmotnost $m_1 = 0{,}60$ kg, druhý má délku $l_2 = 140$ cm, hmotnost třetího je $m_3 = 1{,}95$ kg. Každý řetěz postupně uchopíme za krajní článek a vytáhneme do výšky $h_0 = 2{,}00$ m, kde jej zavěsíme.

a) Určete hmotnost m_2 druhého řetězu a délku l_3 třetího řetězu.

b) Sestrojte graf závislosti velikosti síly potřebné ke zdvíhání na okamžité výšce horního konce řetězu.

c) Vypočtěte obsah plochy pod každým grafem a určete fyzikální význam tohoto obsahu.

d) Každý řetěz uvolníme a necháme padat. Určete velikost rychlosti dopadu horního konce každého řetězu.

Úlohy a) a d) řešte nejprve obecně, pak pro dané hodnoty. Tření mezi články řetězů a tření mezi řetězy a podložkou jsou zanedbatelná, $g = 9{,}81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

5. Rozjezd automobilu

Automobil o hmotnosti $m = 1\,400$ kg se pohybuje po vodorovné silnici s konstantním výkonem tahové síly $P_0 = 22$ kW rychlostí o velikosti $v_0 = 90 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Přitom proti pohybu působí síla valivého odporu o stálé velikosti $F_v = 280$ N a síla odporu vzduchu, jejíž velikost je přímo úměrná druhé mocnině velikosti rychlosti $F_o = kv^2$, kde k je konstanta. Počítejte s hodnotou tíhového zrychlení $g = 9{,}81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

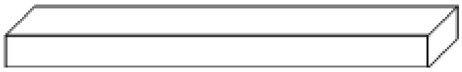
a) Určete obecně i číselně konstantu k.

b) Automobil jede do kopce se stoupáním $\dfrac{h}{s} = 0,087$, kde h je výška a s je dráha. Sestrojte graf závislosti potřebného okamžitého výkonu na okamžité rychlosti při rovnoměrném pohybu do kopce v intervalu $\langle 0 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}; 120 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} \rangle$. V grafu ponechte jednotku rychlosti $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$. Do obrázku přidejte graf téže závislosti při zanedbání odporu vzduchu a graf téže závislosti při zanedbání obou odporových sil.

c) Z grafu určete velikost maximální rychlosti $v_{\max}$, s níž se může automobil do uvedeného kopce rovnoměrně pohybovat, jestliže maximální možný výkon jeho tahové síly je $P_{\max} = 66$ kW.

6. Stavba šikmé věže z kvádrů

Ze shodných homogenních kvádrů postavíme extrémní šikmou věž podle daných pravidel. Kvádry v poloze naležato klademe na vodorovnou rovinu na sebe tak, aby v každé vrstvě byl právě jeden kvádr a jejich vzájemné posunutí bylo pouze v podélném směru. Vhodný kvádr má nejdelší hranu mnohem delší než nejkratší hranu (obr. 1):



Obr. 1

Obr. 2

Pomůcky: Shodné homogenní kvádry, olovnice, délkové měřidlo.

Úkoly:

a) Položte na sebe dva kvádry a vysuňte každý z nich přes hranu stolu tak, aby horní kvádr co nejvíce přesahoval přes hranu stolu. Změřte a teoreticky zdůvodněte maximální délku přesahu horního kvádru přes hranu stolu tak, aby se stavba ještě nezvrátila. Délku přesahu vyjádřete zlomkem jako násobek délky l jednoho kvádru.

b) Podle předchozího vzoru sestavte z minimálního počtu kvádrů šikmou věž tak, aby horní kvádr přesahoval přes hranu stolu aspoň o svoji vlastní délku l. Kolik kvádrů jste použili?

c) Vypočtěte pro použitý počet kvádrů teoreticky maximální přesah, výsledek vyjádřete zlomkem jako násobek délky l jednoho kvádru.

7. Setkání automobilů

Automobil jedoucí rychlostí o velikosti $21{,}0\ \mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-1}$ začne v nulovém čase brzdit a zastavuje s konstantním zrychlením o velikosti $1{,}5\ \mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-2}$. V nulovém čase v protisměru ve vzdálenosti 150 m stojí druhý automobil a v čase 3,0 s se začíná rozjíždět se stálým zrychlením o velikosti $2{,}6\ \mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-2}$.

a) Sestrojte graf závislosti souřadnice x polohy každého automobilu na čase na časovém intervalu 0 s až 15 s. Kladný směr osy x přiřaďte směru pohybu prvního automobilu. Potřebné výpočty proveďte po časovém intervalu 1 s a časy společně se souřadnicemi každého automobilu zapište do vhodné tabulky.

b) Z grafu zjistěte čas t_s a souřadnici x_s setkání obou automobilů.

c) Ke každému grafu sestrojte co nejpřesněji tečnu v bodě, který odpovídá setkání automobilů. U každé tečny určete její směrnici (tj. poměr změny souřadnice Δx a odpovídající změny času Δt), která udává souřadnici okamžité rychlosti v okamžiku setkání.

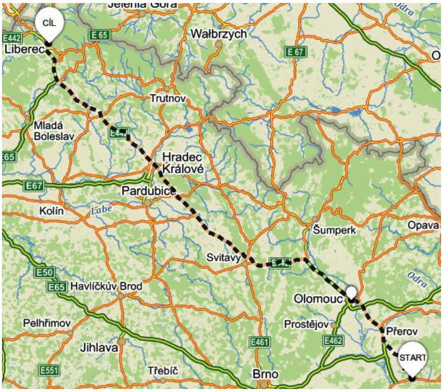
d) Pomocí vzorců pro velikost rychlosti rovnoměrně zrychleného a rovnoměrně zpomaleného pohybu ověřte správnost výsledků c).

Úlohy 1. kola 59. ročníku Fyzikální olympiády

Databáze pro kategorie E a F

Ve všech úlohách uvažujte tíhové zrychlení $g = 9{,}8\,\mathrm{N/kg} = 9{,}8\,\mathrm{m/s^2}$ a hustotu vody $\varrho = 1\,000\,\mathrm{kg/m^3} = 1\,\mathrm{g/cm^3}$.

FO59EF1–1: Na trase Zlín–Liberec



Trasa ze Zlína do Liberce přes Olomouc a Hradec Králové měří $s = 300\,\mathrm{km}$.

a) Pan Horák vyjel ze Zlína v čase $t_\mathrm{H} = 16{:}00\,\mathrm{h}$ s nákladním automobilem průměrnou rychlostí $v_\mathrm{H} = 40\,\mathrm{km/h}$. V čase $t_\mathrm{N} = 17{:}30\,\mathrm{h}$ za ním vyjel pan Novák osobním automobilem s průměrnou rychlostí $v_\mathrm{N} = 55\,\mathrm{km/h}$. Jak daleko od Zlína se setkali? Poblíž kterého většího města to bylo?

b) Současně s panem Horákem vyjel v čase 16:00 h opačným směrem po trase z Liberce do Zlína pan Skalák a se svým vozem se pohyboval průměrnou rychlostí 50 km/h. Kdy a jak daleko od Liberce se potkal s panem Horákem?

c) Nakreslete do jednoho grafu pohyb všech tří automobilů v závislosti na čase a z grafu odečtěte časy i místa setkání z částí a) a b). Kdo dojede do cíle nejdříve?

FO59EF1–2: Mezi stanicemi

Vlak se rozjíždí po dobu $t_1 = 3{,}00$ minuty tak, že jeho rychlost se rovnoměrně s časem zvyšuje až dosáhne hodnoty $v = 64{,}8\,\mathrm{km/h}$. Dále se vlak pohybuje v úseku dlouhém $s_2 = 5\,400\,\mathrm{m}$ stálou rychlostí. Brzdit začíná ve vzdálenosti $s_3 = 1\,350\,\mathrm{m}$ před další stanicí, tak aby zastavil přesně v ní. Při brzdění se jeho rychlost rovnoměrně s časem zmenšuje.

a) Jakou dráhu urazil vlak během rozjíždění?

b) Jaká byla doba jízdy vlaku na prostředním a na posledním úseku?

c) Určete celkovou dráhu a celkovou dobu jízdy vlaku.

d) Vypočítejte průměrnou rychlost vlaku.

e) Nakreslete graf závislosti rychlosti vlaku na čase.

FO59EF1–3: Výlet lodí

Dva přátelé jedou kanoí po řece proti proudu na výlet do místa vzdáleného $s = 10\,\mathrm{km}$, kde si udělají přestávku a pak jedou po proudu zase zpátky. Cesta tam trvala $t_1 = 4{,}0$ hodiny, cesta zpátky $t_2 = 1$ hodinu a 40 minut.

a) Jakou rychlost v_1 má proud v řece? Jakou rychlostí v_2 by jeli přátelé v klidné vodě?

b) Jak dlouhou dobu Δt trvala přestávka, když průměrná rychlost celého výletu byla $v_\mathrm{p} = 3{,}0\,\mathrm{km/h}$?

c) Po roce přátelé výlet opakovali. Vše probíhalo stejně, ale v polovině zpáteční cesty jeden kamarád zlomil pádlo a rychlost loďky v_2 tak klesla na polovinu. Jak se změnila doba cesty tam a zpět (včetně přestávky)?

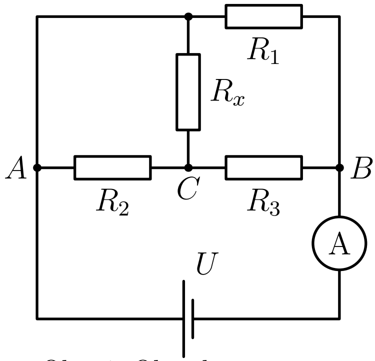
FO59EF1–4: Obvod s rezistory

V obvodu na obr. 1 mají rezistory odpor $R_1 = 100\,\Omega$, $R_2 = 200\,\Omega$ a $R_3 = 300\,\Omega$ a napětí zdroje je $U = 9{,}75\,\mathrm{V}$.

a) V jakých mezích se budou měnit hodnoty ampérmetru, budou-li se hodnoty odporu R_x měnit od hodnoty $0\,\Omega$ (zkrat) do nekonečna (přerušení spojení)?

b) Jaký proud ukazuje ampérmetr pro hodnotu odporu $R_x = 140\,\Omega$?

Ampérmetr považujte za ideální se zanedbatelným odporem.



Obr. 1: Obvod s rezistory

FO59EF1–5: Plavčík sleduje teplotu vody

Plavčík si všiml, že za slunečného dne, kdy slunce svítilo po dobu $\tau = 10$ hodin, se v bazénu o hloubce $h_1 = 2{,}5\,\mathrm{m}$ zvýšila teplota oproti oblačnému dni. V brouzdališti, které má stejné rozměry jako bazén, ale hloubku jen $h_2 = 0{,}40\,\mathrm{m}$, se teplota zvýšila o $\Delta t_2 = 11\,°\mathrm{C}$.

a) Jak velké teplo musí dodat sluneční záření na každý m^2 plochy na toto zvýšení teploty?

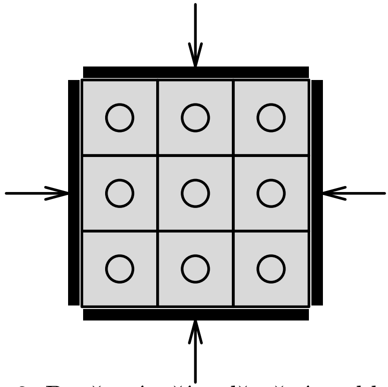
b) Jak se ten den zvýšila teplota vody v bazénu?

c) Jak velká část energie záření se odrazila od vodní hladiny, jestliže výkon slunečního záření, které během jasného letního dne dopadá na zemský povrch, odhadneme na $950\,\mathrm{W}$ na $1\,\mathrm{m}^2$? Výsledek vyjádřete v procentech.

Měrná tepelná kapacita vody je $c = 4{,}2\,\mathrm{kJ/(kg \cdot °C)}$.

FO59EF1–6: Devět závaží

Devět závaží ze stejného materiálu, každé má hmotnost $m = 1{,}0\,\mathrm{kg}$ a tvar hranolu se čtvercovou podstavou, je k sobě přitlačováno dřevěným obložením ze všech stran stejnou silou (pohled seshora je na obr. 2). Chceme-li pomalu vytáhnout směrem nahoru prostřední závaží, musíme působit nejméně silou o velikosti $F_1 = 170\,\mathrm{N}$; chceme-li vytáhnout z dřevěného obložení všechna závaží najednou, musíme působit nejméně silou o velikosti $F_2 = 750\,\mathrm{N}$.



Obr. 2: Devět závaží v dřevěném obložení

a) Určete velikost sily tření F_{t1} mezi závažími navzájem.

b) Určete velikost sily tření F_{t2} mezi dřevěným obložením a závažím.

c) Jakou nejmenší sílu F_3 bychom potřebovali na vytažení bočního závaží a jakou nejmenší sílu F_4 bychom potřebovali na vytažení rohového závaží?

FO59EF1–7: Vlak jede do kopce

Na trati číslo 183 musí vlaky na úseku dlouhém $s = 30\,\mathrm{km}$ vystoupat ze stanice Petrovice nad Úhlavou o nadmořské výšce $h_1 = 440\,\mathrm{m}$ n.m. do stanice Špičák o nadmořské výšce $h_2 = 840\,\mathrm{m}$ n.m. Nákladní vlak tažený lokomotivou řady 750 „Brejlovec“ o hmotnosti $m = 75\,\mathrm{t}$ ujede celý úsek za čas $t_1 = 45\,\mathrm{min}$ a motor lokomotivy vyvíjí průměrnou tažnou sílu $F = 72\,\mathrm{kN}$.

a) Jaký je výkon lokomotivy?

b) Kolik plně naložených vagónů o hmotnosti $m_1 = 50\,\mathrm{t}$ je zapojeno za lokomotivou, jestliže se na získanou polohovou energii vlaku využije jen $\eta = 61\,\%$ výkonu?

c) Kolik plně naložených vagónů o hmotnosti $m_1 = 50\,\mathrm{t}$ můžeme za lokomotivu zapojit při stejné účinnosti a výkonu, jestliže má vlak projet úsek trati za dobu $t_2 = 38$ minut?

FO59EF1–8: Na plný plyn

Při spálení jednoho litru benzínu se uvolní teplo $Q_1 = 38\,\mathrm{MJ}$. V osobním automobilu se z toho využije na jeho pohyb 16 %. Při jízdě na plný plyn je maximální výkon automobilu $P_1 = 52\,\mathrm{kW}$ a přitom je jeho rychlost $v_1 = 160\,\mathrm{km/h}$. Při rychlosti $v_2 = 100\,\mathrm{km/h}$ je potřebný výkon pouze $P_2 = 12\,\mathrm{kW}$. Určete:

a) užitečnou energii, získanou z 1 litru benzínu;

b) tažnou sílu motoru a spotřebu benzínu na 100 km při jízdě na plný plyn i při jízdě rychlostí 100 km/h.

FO59EF1–9: Ponorný vařič

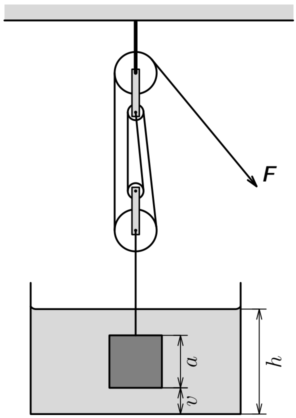
Ponorným vařičem o příkonu $P = 1\,000\,\mathrm{W}$, připojeným ke zdroji elektrického napětí $U = 230\,\mathrm{V}$, by se voda o hmotnosti $m = 2{,}00\,\mathrm{kg}$ ohřála v kalorimetru z teploty $t_1 = 20{,}0\,°\mathrm{C}$ na teplotu $t_2 = 100\,°\mathrm{C}$ za dobu τ.
V okamžiku, kdy se voda ohřála teprve na teplotu $t_3 = 60{,}0\,°\mathrm{C}$, pokleslo elektrické napětí zdroje na $U_1 = U/2$. V důsledku toho se o ohřátí vody na teplotu varu $t_2 = 100\,°\mathrm{C}$ prodloužilo na dobu τ_1.

a) Jaká byla původní doba ohřevu vody τ?
b) Jaká byla prodloužená doba ohřevu vody τ_1?
c) Jaký je poměr časů τ_1/τ?

FO59EF1–10: Zvedání krychle kladkostrojem

Ocelová krychle o straně $a = 20\,\mathrm{cm}$ a hustotě $\varrho = 7{,}8\,\mathrm{g/cm^3}$ leží na dně nádoby, ve které je voda, jejíž hladina je ve výšce $h = 1{,}0\,\mathrm{m}$ ode dna. Krychli chceme zvednout kladkostrojem se čtyřmi kladkami tak, aby její spodní strana byla ve výšce $h = 1{,}0\,\mathrm{m}$ nad hladinu vody (obr. 3). Na zvedání kladkostroje bez břemena je potřeba (také díky tření) síla $F_\mathrm{t} = 55\,\mathrm{N}$, hmotnost kladek neuvažujte.

a) Jakou silou F_1 musíme působit na konci provazu kladkostroje při rovnoměrném zvedání krychle, dokud se nachází celá krychle pod vodou?
b) Jakou silou F_2 musíme působit na konci provazu kladkostroje při rovnoměrném zvedání krychle, která je celá nad vodou?

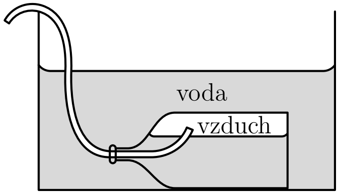


Obr. 3: Zvedání krychle kladkostrojem

c) Nakreslete graf závislosti síly F, která působí na konci provazu kladkostroje, na výšce v spodní strany krychle nade dnem nádoby. Změnu výšky hladiny v nádobě zanedbejte.

FO59EF1–11: Experimentální úloha Zvedání potopené láhve

Úkol: Do láhve ponořené pod vodou (obr. 4) postupně vhánějte vzduch, až vyplave k hladině.
Pomůcky: skleněná láhev o vnitřním objemu okolo 1 l (např. od sirupu), hadička (nebo několik spojených slánek), větší nádoba nebo vana, voda, váhy (např. kuchyňské).



Obr. 4: Láhev pod vodou

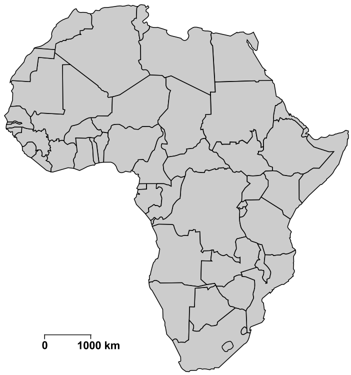
Postup:

a) Obstarejte si prázdnou skleněnou láhev, na vahách zjistěte její hmotnost. Dovnitř láhve prostrčte hadičku (nebo spojené slánky) a pomalu foukejte do lahve vzduch. Zjistěte, jak velká musí být vzduchová bublina v láhvi, aby vyplavala k hladině.
b) Pokuste se velikost bubliny z části a) odhadnout výpočtem. Potřebné konstanty zjistěte v Tabulkách pro ZŠ nebo na internetu a výsledek porovnejte s měřením z části a).
c) Navrhněte potápěčům způsob, jak vyprostit vrak potopené lodi.

FO59EF1–12: Experimentální úloha
Měření délky pomocí provázku a pravítka

Pomocí pravítka a tenkého provázku (a nebo niti) změřte ve vhodných jednotkách:

a) délku svého jména a příjmení napsaných vedle sebe rukou na papír;
b) obvod listů 3 různých druhů listnatých stromů z okolí svého domova nebo školy;
c) délku pobřeží Afriky (bez ostrovů) v km pomocí mapy světa ve školním atlase s měřítkem 1:80 000 000 a pomocí mapy tohoto kontinentu v měřítku 1:40 000 000.



Zapište postup měření a přehledně i jeho výsledky. Ve všech případech odhadněte přesnost měření a rozhodněte, které z měření b) a c) dává přesnější výsledek. Při odhadu chyby porovnejte velikost nejmenšího dílku stupnice pravítka a celkovou naměřenou délku, v části c) využijte znalosti ze zeměpisu, popř. údaje zjištěné v encyklopediích nebo na internetu.

Leták pro kategorie E a F připravila komise pro výběr úloh při ÚKFO České republiky ve složení Martin Kapoun, Richard Polma, Jindřich Pulíček a Lukáš Richterek ve spolupráci s autorem úloh Janem Thomasem. Autorem jedné experimentální úlohy je Monika Hanáková (FO SR). V ilustracích byly použity volně šiřitelné obrázky z Wikipedie, serverů `mapy.cz`, `pixabay.com` a `pritel-brejlovec.blog.cz`.

Sázeno systémem XƎLaTeX

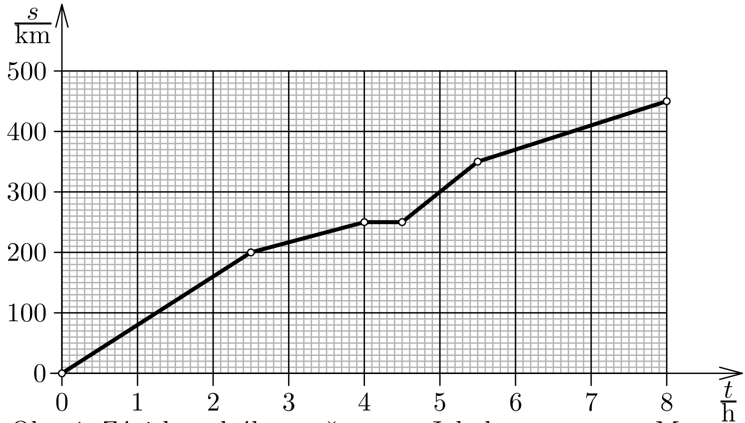
Úlohy 1. kola 59. ročníku Fyzikální olympiády

Kategorie G – Archimédiáda

Ve všech úlohách uvažujte tíhové zrychlení $g = 9{,}8\,\mathrm{N/kg} = 9{,}8\,\mathrm{m/s^2}$.

FO59G1–1: Cesta na Moravu

Jakub cestuje dálkovým autobusem z Karlových Varů ke strýci na Moravu. Musí ujet celkem 450 km a cesta trvá celkem 8 hodin. Graf závislosti dráhy na čase je na obr. 1.



Obr. 1: Závislost dráhy na čase pro Jakubovu cestu na Moravu

a) Z grafu určete dobu trvání jízdy na každém úseku a rychlost na každém úseku (doplňte v tabulce):

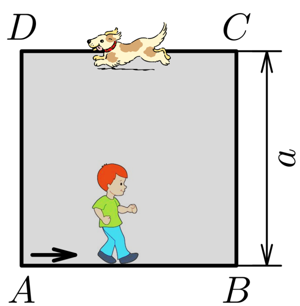
	Úsek 1	Úsek 2	Úsek 3	Úsek 4	Úsek 5
doba jízdy/h					
délka úseku/km					
průměrná rychlost v km/h					

b) Jaká je průměrná rychlost celé jízdy?

c) Nakreslete graf závislosti rychlosti autobusu na čase.

FO59G1–2: Chlapec se psem

Dvorek má tvar čtverce $ABCD$ se stranou $a = 20\,\mathrm{m}$ (viz ilustrační obrázek). Vstupní vrátka na dvorek jsou v bodě A. Martin se prochází se psem na samoroztahovacím vodítku po obvodu dvorku. Martin přitom jde rychlostí $v_1 = 2\,\mathrm{m/s}$, jeho pes obíhá rychlostí $v_2 = 5\,\mathrm{m/s}$.



a) Kdy a kde se Martin se psem poprvé setkají, pohybují-li se oba stejným směrem?
b) Kdy a kde se poprvé setkají, pohybují-li se v opačném směru?
c) Kdy a kde poprvé nastane situace, kdy Martin a jeho pes budou od sebe nejvíce vzdáleni? Uvažte obě možnosti – když se pohybují stejným směrem a když se pohybují směrem opačným.

FO59G1–3: Hrošice Gloria na moři

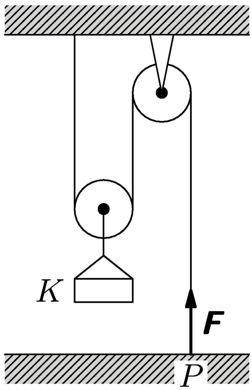
Lev Alex a hrošice Gloria jsou kamarádi, kteří většinu života strávili v ZOO. Nyní se dostali na ostrov do volné přírody, kde zažívají spoustu nečekaných situací. Zvířata cestovala na lodi ve dřevěných bednách. Při chybném manévru lodi spadly bedny do moře a začaly plavat. Bedna s hrošicí Glorií měla vnější rozměry dna $a = 2{,}5\,\mathrm{m}$, $b = 1{,}5\,\mathrm{m}$ a výšku $h = 80\,\mathrm{cm}$. Prázdná bedna má hmotnost $m_\mathrm{B} = 150\,\mathrm{kg}$, samotná hrošice $m_\mathrm{H} = 1\,800\,\mathrm{kg}$. Hustota mořské vody je $\varrho = 1\,020\,\mathrm{kg/m^3}$. Bedna v moři plave tak, že dno je stále ve vodorovné poloze a na hladině nejsou žádné vlny.

a) Vypočítejte, jaká část hrany h vyčnívá nad hladinu, jestliže v bedně je jen hrošice.
b) Určete maximální hmotnost zásob m_z, které si hrošice může vzít s sebou do bedny, aby se bedna nepotopila.

FO59G1–4: Lev Alex zavěšuje maso

Lev Alex kromě vody potřebuje k životu i maso. Na ostrově si sehnal sušené maso, které zavěsil v koši K na větev stromu pomocí pevné a volné kladky tak, jak je vidět na obr. 2. Změřil, že lano působí na Zemi v místě P silou $F = 40\,\mathrm{N}$. Hmotnost prázdného koše je $m_\mathrm{k} = 2{,}0\,\mathrm{kg}$, hmotnosti kladek a lana neuvažujte.

a) Jaká je hmotnost m_m sušeného masa, které lev Alex sehnal?
b) Před večeří lev všechno maso z koše vybral a naskládal je těsně vedle sebe v několika vrstvách na obdélníkový plech o hmotnosti $m_\mathrm{p} = 0{,}5\,\mathrm{kg}$ a rozměrech $a = 18\,\mathrm{cm}$ a $b = 24\,\mathrm{cm}$. Určete, jakým tlakem působí plech s masem na podložku.
c) Lano, které Alex sehnal, se přetrhne silou $F_1 = 60\,\mathrm{N}$. Jakou hmotnost masa m_1 může ještě druhý den přidat do koše, aby celé jeho závěsné zařízení koš s masem ještě udrželo nad zemí? Předpokládejte, že větev i koš zátěž unesou.



Obr. 2: Koš s masem lva Alexe

FO59G1–5: Experiment – měření srdečního pulsu

Zadání: Pomocí stopek můžeme měřit různě dlouhé časové úseky a čím delší úsek měříme, tím je naše měření přesnější. Problém může nastat, když se pokoušíme změřit trvání nějakého velmi krátkého děje, např. čas mezi dvěma následujícímu pulsy našeho srdečního svalu. Lékaři udávají většinou počet pulsů za 1 minutu, v praxi ji dnes v ordinaci většinou měří elektronickými tlakoměry, které kromě tlaku zaznamenávají i frekvenci pulsů.

Vaším úkolem je navrhnout a prakticky ověřit metodu měření frekvence pulsů v jednotkách pulzů/min pomocí vhodných hodinek (hodinky se sekundovou ručičkou, stopky na mobilním telefonu apod.). Výsledky zaznamenejte do vhodné tabulky. Puls sledujte přitlačením prstů na vhodném místě některé tepny, kde bude pro vás dobře hmatatelný (např. na zápěstí ruky).

Pomůcky: Stopky (např. na mobilním telefonu)

Postup měření:

a) Určete frekvence f srdečního pulsu
   1. f_1 ráno, když se probudíte;
   2. f_2 krátce po fyzicky náročném výkonu (sprint, běh do schodů přes několik pater, běh na kopec apod.);
   3. f_3 večer před usnutím.

   Každou z frekvencí f_1, f_2 a f_3 změřte opakovaně, minimálně 5× (ne těsně po sobě, ale v různých dnech) a vypočítejte průměrnou hodnotu.

b) Seřaďte frekvence f_1, f_2 a f_3 podle velikosti sestupně od největší po nejmenší. Stručně zdůvodněte, co je příčinou rozdílů mezi naměřenými hodnotami frekvencí srdečního pulsu.

   Porovnejte své hodnoty s naměřenými hodnotami alespoň jednoho spolužáka/spolužačky nebo kamaráda/kamarádky. Zkuste také najít typické hodnoty pulsu člověka na internetu a porovnejte s výsledky svých měření.