

30. ročník soutěže

FYZIKÁLNÍ OLYMPIÁDA

ve školním roce 1988–1989

LETÁK
PRO
KATEGORIE
A, B, C, D,

Státní
pedagogické
nakladatelství
Praha

Letáky pro kategorie A, B, C, D došly v počtu kusů
na naši školu dne

Žáci byli seznámeni se soutěží a se zadanými úlohami 30. ročníku
FO dne

Podpis referenta FO
(učitele fyziky)

.....

Založit do materiálů školy.

;

Žákům středních škol

Ministerstva školství ČSR a SSR spolu s Jednotou československých matematiků a fyziků, Jednotou slovenských matematiků a fyziků a se Socialistickým svazem mládeže ČSSR pořádají ve školním roce 1988-1989 již 30. ročník soutěže fyzikální olympiáda (FO).

Soutěží FO vás chceme získat pro hlubší studium fyziky a technických oborů a zároveň vám dát příležitost k tomu, abyste mohli ukázat, jaké jsou vaše vědomosti z fyziky a jak je dovedete používat při řešení úloh i v praxi. Cílem soutěže je vyhledávat pro naši socialistickou společnost budoucí odborníky ve fyzice a v technických vědách, neboť v souvislosti s neustálým vývojem vědy a techniky bude těchto odborníků stále více zapotřebí.

Vítězní řešitelé druhého kola a v kategorii A též třetího kola soutěže budou odměněni cenami. Kromě toho dostanou úspěšní řešitelé druhého i třetího kola pochvalná uznání a vítězové třetího kola diplomy.

Při výběru na vysoké školy matematického, fyzikálního a technického směru se přihlíží mimo jiné též k tomu, zda se uchazeč zúčastnil fyzikální olympiády a jaký v ní měl úspěch.

Dosavadní ročníky soutěže byly úspěšné. Jsme přesvědčení, že i ve 30. ročníku FO budete pracovat s nadšením, abyste obstáli co nejlépe a zabezpečili úspěch celé akce. Je naším přáním, aby bylo co nejméně škol, kde se do fyzikální olympiády nikdo nehlásí; všichni žáci se zájmem o fyziku by se

této soutěže měli zúčastnit.

Přejeme vám hodně úspěchů.

Ústřední výbor fyzikální olympiády

Nitra,

Hradec Králové leden 1988

Organizácia súťaže

Súťaž FO je riadená celoštátne ústredným výborom fyzikálnej olympiády (ÚV FO), ktorý má prvý sekretariát v Nitre, druhý sekretariát v Hradci Králové. V každom kraji ju riadi krajský výbor fyzikálnej olympiády (KV FO).

Súťaž je dobrovoľná a kategórie A, B, C, D sú určené pre žiakov stredných škôl. V prvom kole majú súťažiaci za úlohu riešiť 7 úloh, ktoré sú ďalej uvedené, a preštudovať fyzikálne témy, ktoré vychádzajú ako články v Rozhľadoch matematicko-fyzikálnych alebo samostatne ako "študijné témy" príslušných kategórií a sú k dispozícii súťažiacim cez jednotlivé KV FO. Prvé tri úlohy rieši súťažiaci do konce novembra (listopadu), potom rieši ďalšie štyri úlohy včítane experimentálnej úlohy. Učiteľ fyziky urobí opravu riešení úloh a klasifikuje ich takto:

- výborne, ak je úloha vyriešená správne alebo ak sú v riešení len formálne chyby alebo menšie odborné závažnosti,
- dobre, ak riešenie vystihuje úlohu, ale má väčšie odborné nedostatky alebo závažné formálne nedostatky,
- nevyhovuje, ak sú odborné nedostatky závažné alebo ak je riešenie z väčšej časti neúplné, ak chýba výklad alebo ak je neúplný, takže sa z neho nedá usudzovať na myšlienkový postup riešenia.

Ako pomôcka pre hodnotenie úloh prichádza na školu inštruktážne riešenie. Referent fyzikálnej olympiády na škole odošle po ukončení prvého kola súťaže všetky opravené riešenia (aj neúspešných riešiteľov) na príslušný KV FO. Referenti KV FO pre kategórie urobia kontrolu riešení a KV FO

rozhodne, ktorí riešitelia budú zaradení do druhého kola. Termíny odovzdávania riešení úloh sa referentom na školách oznamujú prostredníctvom KV FO. Pre kategóriu A to bude začiatkom januára (leďna), v kategóriách B, C, D koniec februára (února).

Úspešní riešitelia prvého kola sú tí žiaci, ktorí úspešne vyriešia aspoň päť úloh a riešili (aj keď neúspešne) zadanú experimentálnu úlohu. Na pomoc riešiteľom pri riešení úloh organizujú učitelia fyziky konzultácie, krúžky alebo semináre v strediskových školách pod patronátom JČSMF a JSMP. Experimentálne bude v niektorých krajocho odskúšané klauzúrne kolo.

V druhom kole, na ktoré pozýva príslušný KV FO súťažiacich prostredníctvom riaditeľov škôl, sú zadané štyri úlohy len teoretické. Niektoré z nich kontrolujú, ako účastníci súťaže preštudovali zadanú študijnú tému. Úspešný riešiteľ druhého kola je stanovený na základe bodového hodnotenia.

Z najúspešnejších účastníkov druhého kola kategórie A vyberie ÚV FO na návrh KV FO najviac 80 účastníkov zo všetkých krajov do tretieho, celoštátneho kola súťaže. V treťom kole sa zadávajú štyri úlohy teoretické (včítane úlohy k študijnej téme) a tiež úloha experimentálna. Celoštátne kolo FO v 30. ročníku bude usporiadané na začiatku apríla 1989 v Prahe.

Úspešní riešitelia budú stanovení na základe bodovacieho systému. Najviac dvadsať najlepších riešiteľov tretieho kola bude vyhlásených za víťazov tretieho kola 30. ročníka súťaže FO. Z desiatich najlepších víťazov tretieho kola bude prevedený výber 5 účastníkov medzinárodnej fyzikálnej

olympiády, ktorá bude usporiadaná na začiatku júla 1989 v Poľsku. Pozvanie k účasti na treťom kole zašle ÚV FO vybraným žiakom prostredníctvom riaditeľstva školy, ktorú navštevujú.

Na podporu fyzikálnej olympiády usporiadajú KV FO prednášky a sústredenia, na ktoré pozývajú účastníkov fyzikálnej olympiády cez referentov FO na stredných školách. ÚV FO usporiada pre najlepších účastníkov v kategórii B celoštátne sústredenie a pre vybraných účastníkov v kategórii A budú usporiadané sústredenia pred medzinárodnou fyzikálnou olympiádou. Približne 60 najlepších účastníkov FO v kategórii C (po päť z každého kraja podľa výsledkov z minulého ročníka) sa môže prihlásiť do fyzikálnej korešpondenčnej školy cez KV FO v ich krajoch.

Pokyny pre súťažiacich

Na prvý list riešenia každej úlohy napíšte záhlavie:

Meno a priezvisko:

Trieda:	Zameranie:	Kategória:
Škola:	Školský rok:	Ročník FO:
Miesto:	Kraj:	I. kolo
Učiteľ fyziky:	Posudok:	Posudzovali:

Úloha č.

Na každý ďalší list napíšte svoje meno, priezvisko, školu, číslo úlohy a číslo strany riešenia. Texty úloh neopisujte, napíšte len text riešenia a urobte legendu označenia.

Píšte úhladne a čitateľne na listy formátu A4. Každú úlohu vypracujte na samostatnom papieri, pomocné obrázky a náčrty vyhotovte ceruzkou. Ak používate kalkulačku, neza-

budnite na správne zaokrúhlenie výsledkov.

Pri riešení sa opierajte o učebnice, o časopis Rozhledy matematicko-fyzikálne a o brožúry Školy mladých fyzikov.

Studijní témata 30. ročníku FO:

Kat. A:

Iľkovič, V.: Kinematika rovinného pohybu telies

Kat. B:

Kluvanec, D.: Riešenie pohybu sústavy telies metódou obrazovej sústavy

Kat. C:

Horáková, R.: Pružnosť a pevnosť

Kat. D:

Baník, R. - Turek, I.: Pružné a nepružné rázy telies

Studijní témata vyjdou v časopise Rozhledy matematicko-fyzikální.

Úlohy I. kola 30. ročníka FOKategória A

1. Vo veľmi vysokej zvisle umiestnenej U-trubicí je voda.

Z jedného ramena trubice je celkom vyčerpaný vzduch. Nad voľnou hladinou vody v druhom ramene trubice je vzduch, ktorý pri teplote T_0 má tlak p_0 . Obidva konce trubice sú zatavené.

Určte rozdiel h výšok voľných hladín stĺpcov vody v oboch ramenách trubice pri teplote T , $T > T_0$.

Úlohu riešte najskôr všeobecne a potom pre hodnoty

$$p_0 = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}, T_0 = 270 \text{ K}, T = 360 \text{ K}.$$

Teplotnú rozťažnosť sklenenej trubice a zmenu hustoty vody s teplotou neuvažujte. Vzduch považujte za ideálny plyn.

2. Kozmonauti v kozmickej lodi, ktorá je vo veľkej vzdialenosti od slnečnej sústavy, pozorujú pomocou optických prístrojov obiehajúce Zeme okolo Slnka. Registrujú vstup Zeme na slnečný disk.

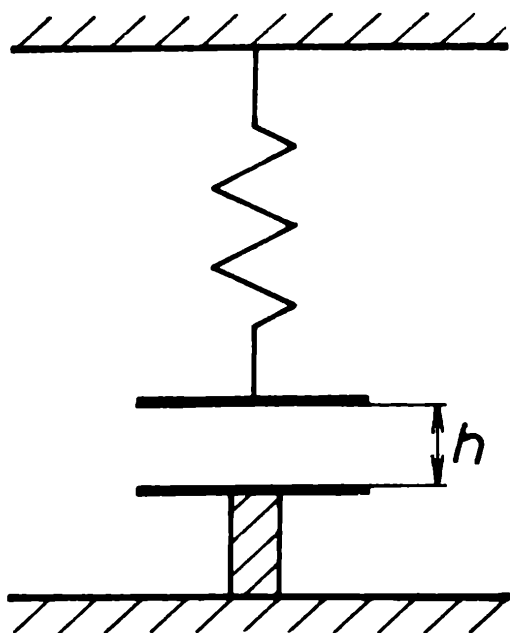
a) Kozmická loď sa vzdďľahuje od slnečnej sústavy rýchlosťou veľkosti $v = 0,80 c$, kde c je rýchlosť šírenia svetla vo vákuu. Určte dobu T_1 , ktorá uplynie v kozmickej lodi medzi dvoma po sebe nasledujúcimi pozorovaniami vstupu Zeme na slnečný disk.

b) Kozmická loď sa približuje k slnečnej sústave rýchlosťou veľkosti $v = 0,80 c$. Určte dobu T_2 , ktorá uplynie v kozmickej lodi medzi dvoma po sebe nasledujúcimi pozorovaniami vstupu Zeme na slnečný disk.

Periódďa pohybu Zeme po jej trajektórii v slnečnej sústave $T_0 = 1 \text{ rok}$.

Časti a) i b) úlohy riešate tak, že 1. neberiete do úvahy teóriu relativity (nerelativisticky), 2. s ohľadom na teóriu relativity (relativisticky).

3. Jedna doska kondenzátora s obsahom S je zavesená na pružine s tuhosťou k , druhá doska kondenzátora s rovnakým obsahom S je pevná, vzdialenosť medzi doskami je h (obr. A-1).



Kondenzátor pomocou zdroja napätia za krátku dobu zelekttrizujeme na napätie U a ihneď ho odpojíme od zdroja. Vzhľadom na veľkú zotrvačnosť dosiek predpokladáme, že horná doska sa začne pohybovať pôsobením elektrickej sily až po odpojení zdroja napätia.

A-1 a) Určte, aký pohyb bude horná doska kondenzátora konať.

- b) Aká má byť tuhosť k pružiny, aby nenastal skrat kondenzátora?

Medzi doskami kondenzátora je vákuum.

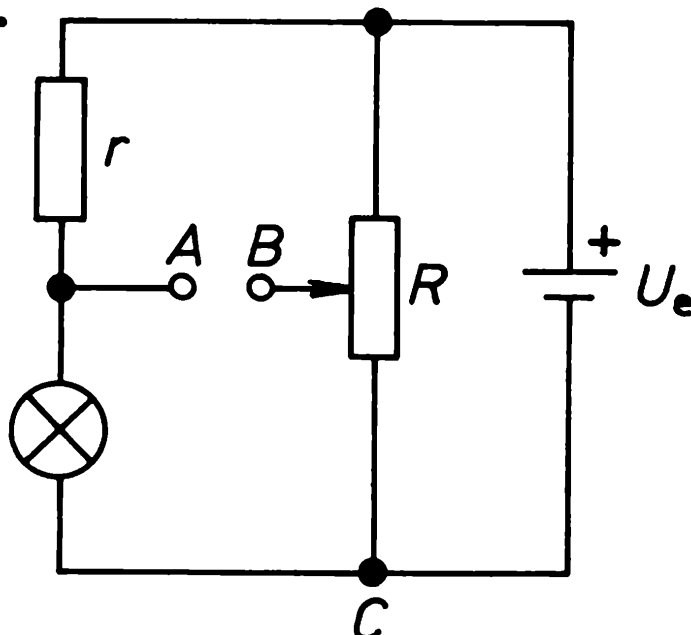
4. Máme elektrický obvod, ktorého schéma je na obr. A-2

$U_e = 4,0 \text{ V}$, $r = 10 \Omega$, $R = 40 \Omega$. Voltampérová charakteristika žiarovky použitej v tomto obvode je na obr. A-3.

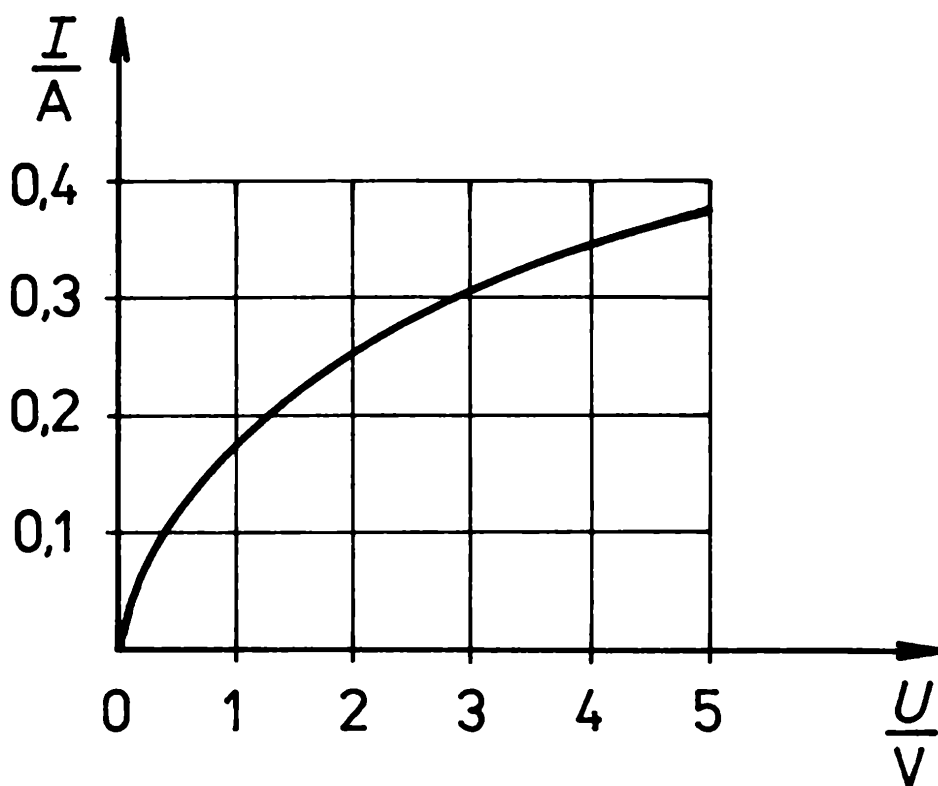
- a) Určte, aký prúd I_0 prechádza žiarovkou.
b) Určte odpor R_1 časti reostatu medzi jeho jazdcom B a bodom C tak, aby napätie U_{AB} medzi bodmi A a B obvodu bolo nulové.

- c) Určte odpor R_2 časti reostatu medzi jeho jazdcom B a bodom C tak, aby zmena napätia zdroja spôsobila čo najmenšiu zmenu napätia U_{AB} .

Vnútrotný odpor zdroja napätia a odpor spojovacích vodičov je veľmi malý.



A-2

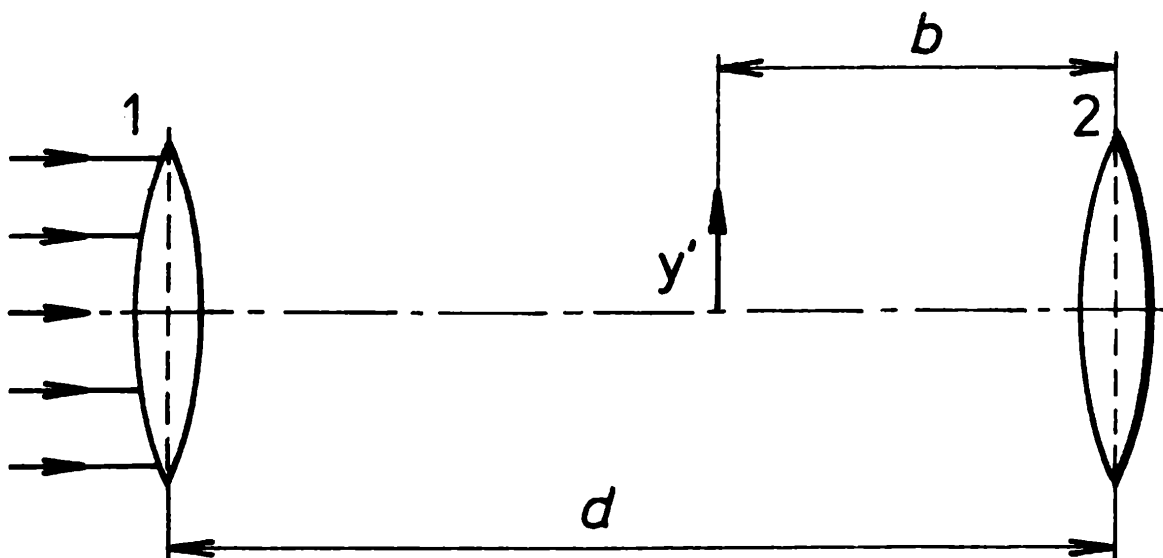


A-3

5. Dve rovnaké dvojvypuklé tenké šošovky 1 a 2 majú spoločnú optickú os, obr. A-4. Pravý povrch 2. šošovky (na obrázku znázornený silnou čiarou) je postriebený. Polomery krivosti

Šošoviek sú r , ich vzájomná vzdialenosť je d .

Vľavo od šošoviek vo veľkej vzdialenosti od nich, na optickej osi, je predmet.



A-4

Uvažujme obraz y' predmetu, ktorý vznikol po jednom prechode svetelných vln 1. šošovkou a zobrazením na 2., t.j. postriebrenej šošovke. Vzdialenosť obrazu y' od 2. šošovky je b .

a) Určte ohniskovú vzdialenosť f šošoviek.

b) Určte index lomu n skla šošoviek.

V okolí šošoviek je vzduch.

Riešte najskôr všeobecne a potom pre hodnoty $r = 10,0$ cm, $d = 15,0$ cm, $b = 4,0$ cm.

Dobrovoľná časť úlohy, ktorej riešenie nie je podmienkou kladného hodnotenia úlohy:

Na rozdiel od uvedeného textu predpokladajte, že y' je obraz vytvorený celou optickou sústavou. V zložitejších výpočtoch je potrebné prejsť k daným hodnotám veličín, kde prípadne môžete použiť mikropočítač.

6. Meranie indexu lomu skleneného hranola

Máte k dispozícii nasledovné jednoduché meracie prostried-

ky: pravítko, list bieleho papiera, vreckovú lampu, kúsok čierneho papiera, nožnice, lepiacu pásku, ceruzku.

Pomocou týchto prostriedkov určte index lomu skla optického hranola zo žiackej súpravy pre optiku, ak uhly hranola sú vam známe (obyčajne 45° , 45° , 90° ; ak sú iné, je potrebné ich odmerať).

Navrhните dve rozličné metódy merania s použitím uvedených prostriedkov, vykonajte potrebné merania, určte v oboch prípadoch najpravdepodobnejšiu hodnotu n indexu lomu a priemernú odchýlku merania.

Poznámka: Ak potrebujete, môžete si ceruzkou urobiť značky na matnej stene hranola.

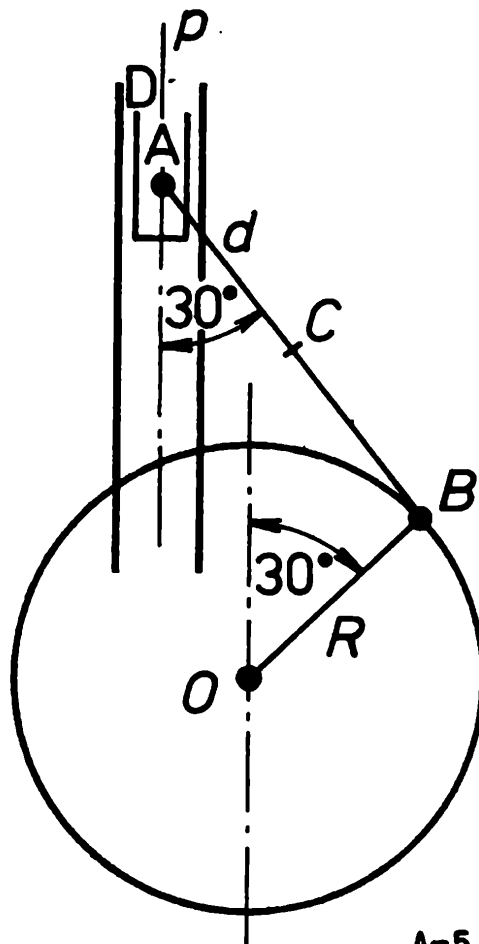
7. Na obr. A-5 je znázornený kĺbový mechanizmus, v ktorom koleso s polomerom $R = 0,20 \text{ m}$ sa otáča okolo pevnej osi O . Kĺbovým spojom v bode B je na koleso pripojená tyč AB s dĺžkou $d = 0,40 \text{ m}$, ktorej druhý koniec je kĺbove spojený s piestom D pohybujúcim sa vo vodiacom žlabce. Bod A piestu sa pohybuje po priamke p rýchlosťou $\vec{v}_A$, $v_A = 0,40 \text{ m.s}^{-1}$. Bod C je v strede tyče AB .

Pre polohu mechanizmu, ktorá je znázornená na obr. A-5 určte

- a) veľkosti v_B , v_C rýchlostí

bodov B , C ,

- b) veľkosti ω_1 , ω_2 uhlových rýchlostí bodu B a tyče AB ,



A-5

- c) veľkosť a_B zrýchlenia bodu B,
- d) veľkosť α uhlového zrýchlenia tyče AB,
- e) veľkosť a_C zrýchlenia bodu C.

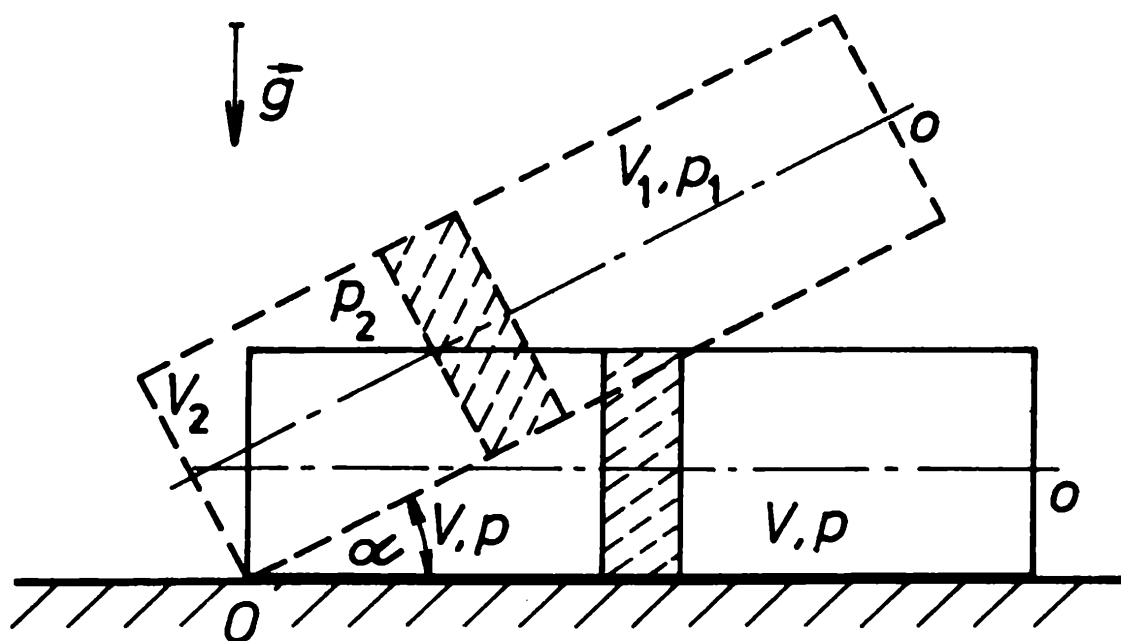
Kategorie B

1. Kuličku o hmotnosti $m = 0,15 \text{ kg}$ zavěšenou na vlákně délky $b = 30 \text{ cm}$ vychýlíme z rovnovážné polohy o úhel α , $\alpha = 60^\circ$, a potom uvolníme. Určete sílu, kterou vlákno působí na kuličku, a výslednou sílu, která působí na kuličku:
 - a) v okamžiku uvolnění kuličky,
 - b) při průchodu kuličky rovnovážnou polohou,
 - c) v okamžiku, kdy se odchylka vlákna od svislého směru zmenšila na úhel β , $\beta = 30^\circ$.

Úlohu řešte výpočtem i graficky. Situaci narýsujte na milimetrový papír. Délku vlákna zobrazte v měřítku 1:2, při zobrazení sil volte $1 \text{ N} \hat{=} 5,0 \text{ cm}$. Kuličku považujte za hmotný bod, odpor vzduchu, hmotnost i deformaci vlákna zanedbejte. Pro velikost tíhového zrychlení užíjte hodnotu $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.
2. Na pružině o tuhosti k je zavěšena miska hmotnosti m_1 . Na misce leží závaží o hmotnosti m_2 . Hmotnost pružiny je zanedbatelně malá v porovnání s hmotnostmi m_1 , m_2 . Soustava koná volné netlumené harmonické kmity.
 - a) Určete periodu těchto kmitů za předpokladu, že závaží stále spočívá na misce.
 - b) Určete amplitudu A kmitů, jestliže tíha závaží v dolní krajní poloze je právě n -krát větší než tíha závaží v horní krajní poloze.

Řešte nejprve obecně, potom pro hodnoty: $m_1 = 0,10 \text{ kg}$, $m_2 = 0,50 \text{ kg}$, $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$, $n = 5$, $k = 20 \text{ N.m}^{-1}$.
3. V uzavřeném válci, naplněném plynem, je uprostřed umístěn píst o hmotnosti m . Obsah kolmého řezu válce je S , tlak plynu je p , objem každé z částí válce je V . Počáteční

rovnovážný stav ukazuje obr. B-1.



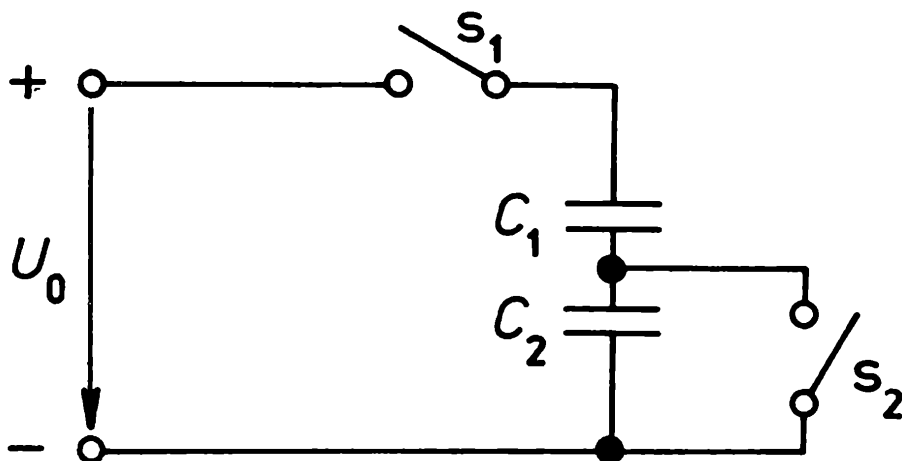
B-1

Určete poměr $V_1 : V_2$ objemů částí válce, oddělených pístem, jestliže válec pomalu otočíme kolem bodu O o úhel α ($0 \leq \alpha \leq 90^\circ$) tak, aby osa válce byla stále ve svislé rovině. Počkáme, až se teplota plynu vyrovná s teplotou okolí. Plyn považujte za ideální, teplotu v okolí válce považujte za konstantní. Píst ve válci se pohybuje bez tření, a přitom dokonale těsní. Hmotnost plynu lze zanedbat vzhledem k hmotnosti pístu.

Řešte nejprve obecně, potom pro hodnoty: $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$, $m = 2,0 \text{ kg}$, $p = 1,0 \cdot 10^3 \text{ Pa}$, $S = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$, $\alpha = 30^\circ$.

4. Ze zdroje o konstantním napětí U_0 , dvou stejných kondenzátorů s kapacitou C a dvou spínačů s_1 , s_2 je sestaven obvod podle obr. B-2. V počátečním stavu jsou kondenzátory bez náboje, oba spínače jsou rozpojeny. Nyní provedeme postupně tyto úkony:

- sepneme spínač s_1 ,
- rozpojíme spínač s_1 ,
- sepneme spínač s_2 ,



B-2

d) rozpojíme spínač s_2 ,

e) sepneme spínač s_1 .

Určete napětí U_1 , U_2 i náboje Q_1 , Q_2 na kondenzátorech po každém úkonu.

Porovnejte celkovou energii kondenzátorů v případě a) s celkovou energií kondenzátorů v případě e). Získaný výsledek zdůvodněte.

5. Kanálek kapilární trubice délky b má tvar komolého kužele obr. B-3. Na koncích trubice jsou poloměry kanálku r_1 , r_2 , $b \gg r_2 > r_1$.

Do jaké výšky nad hladinu vystoupí voda v kanálku kapilární trubice, jestliže ji ve svislé poloze ponoříme do nádoby s vodou. Předpokládejte, že je ponořen konec trubice, v němž poloměr kanálku je r_2 . Při výpočtu předpokládejte, že ponořený konec se právě dotýká vodní hladiny a že voda dokonale smáčí kanálek kapiláry. Kapilární síla působí prakticky ve svislém směru.

Úlohu řešte obecně, potom určete výsledek pro tyto hodnoty:

$$r_1 = 0,50 \text{ mm}, r_2 = 1,0 \text{ mm}, b = 10 \text{ cm}, \sigma = 73 \cdot 10^{-3} \text{ N.m}^{-1}$$

$$\rho = 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^{-3}, g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}.$$

KNHOVNA V

Určete alespoň kvalitativně, jak se změní výsledek úlohy, je-li ponořen konec trubice, v němž je poloměr kanálku r_1 .

6. Určení závislosti napětí mezi svorkami usměrňovací diody, zapojené v propustném směru, na teplotě a na proudu.

Příprava: Při dostatečně malých proudových hustotách a teplotách v intervalu 250 K až 350 K je závislost napětí přechodu PN diody, zapojené v propustném směru, na teplotě a na proudu vyjádřena dosti přesně vztahem

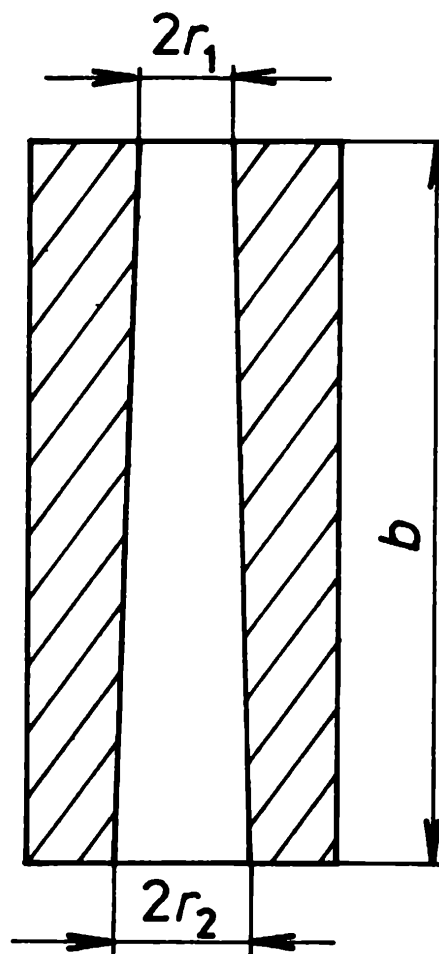
$$U = U_0 - A T + B T \ln \{I\}, \quad (1)$$

kde U_0 , A , B jsou konstanty dané materiálem a provedením přechodu PN, $\{I\}$ je číselná hodnota proudu a T je absolutní teplota. Je-li proud konstantní, napětí s rostoucí teplotou lineárně klesá.

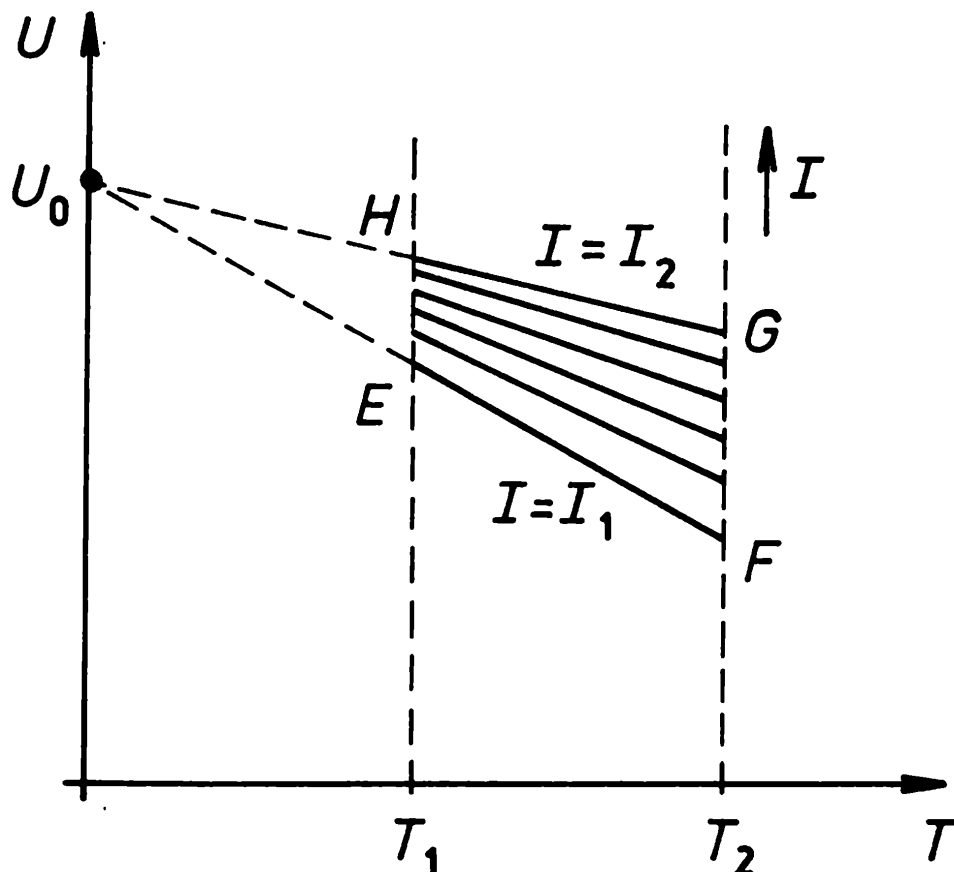
Zobrazíme-li závislost napětí na teplotě v nějakém intervalu $\langle T_1, T_2 \rangle$ při různých hodnotách konstantního proudu volených v intervalu $\langle I_1, I_2 \rangle$, dostaneme soustavu lineárních grafů, omezených čtyřúhelníkem EFGH (obr. B-4).

Konstanty U_0 , A , B ve vztahu (1) můžeme určit, známe-li hodnoty veličin I a T odpovídající bodům E, F, G.

Dostaneme soustavu lineárních rovnic



B-3



B-4

$$U_0 - A T_1 + B T_1 \ln \{I_1\} = U_E$$

$$U_0 - A T_2 + B T_2 \ln \{I_1\} = U_F \quad (2)$$

$$U_0 - A T_2 + B T_2 \ln \{I_2\} = U_G.$$

Její řešení dostáváme

$$B = \frac{U_G - U_F}{T_2 (\ln \{I_2\} - \ln \{I_1\})} = \frac{U_G - U_F}{T_2 \ln \frac{\{I_2\}}{\{I_1\}}} \quad (3)$$

$$A = \frac{U_E - U_F}{T_2 - T_1} + B \ln \{I_1\} \quad (4)$$

$$U_0 = U_E + A T_1 - B T_1 \ln \{I_1\} \quad (5)$$

Úkol: a) Řešením soustavy (2) odvoďte vztahy (3), (4), (5).

b) Určete závislost napětí mezi svorkami usměrňovací diody KY 708 (případně jiné diody obdobného typu) na teplotě z intervalu $t_1 = 0^\circ\text{C}$ až $t_2 = 70^\circ\text{C}$ (zvolte pět teplot) při čtyřech

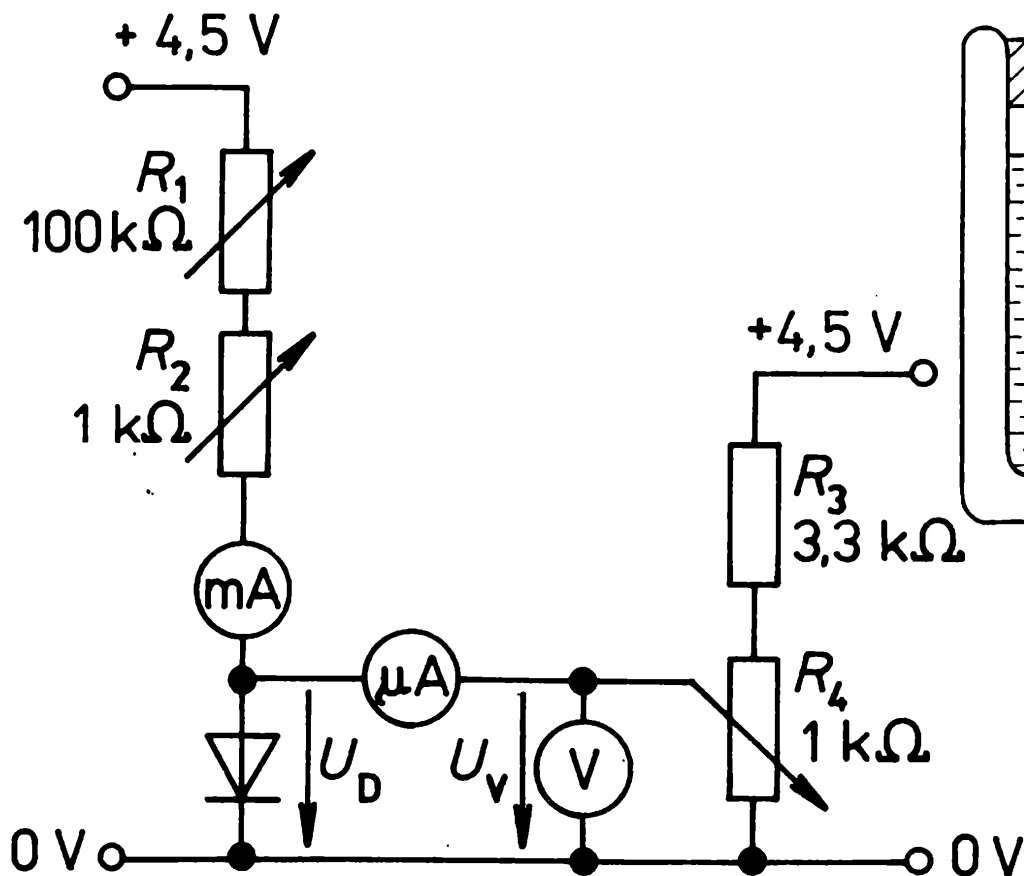
různých hodnotách konstantního proudu v intervalu $I_1 = 10 \mu\text{A}$ až $I_2 = 10 \text{mA}$. Získané výsledky zobrazte graficky podle obr. B-4.

c) Z naměřených hodnot stanovte konstanty A , B , U_0 ve vztahu (1).

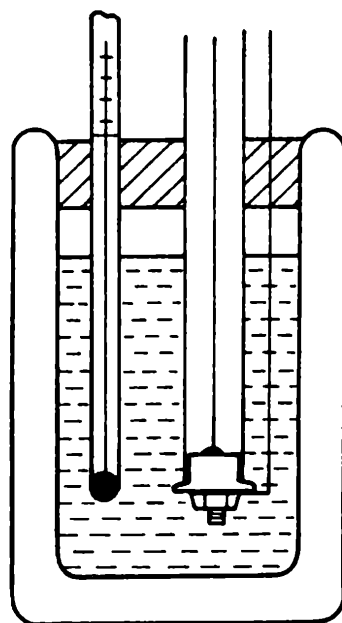
d) Dosazením hodnot $T = T_1$, $I = I_1$ do vztahu (1) vypočtete napětí, odpovídající bodu H v obr. B-4 a vypočtenou hodnotu porovnejte s hodnotou změřenou.

Pomůcky: dioda XY 708, termoska, teploměr, voltmetr, ampérmetr, mikroampérmetr, potenciometry.

Provedení úlohy: Diodu KY 708 vložíme a zalepíme do izolační trubičky (bužírky, gumové hadičky, středoobsahové kuličkové psací vložky 4444) a společně s teploměrem zasuneme do termosky s vodou nebo směsí vody a ledu (obr. B-5).



B-6



B-5

Napětí na diodě měříme kompenzační metodou v zapojení podle obr. B-6, abychom odstranili vliv voltmetru na měřený obvod. Naměřené hodnoty zapisujeme do tabulky:

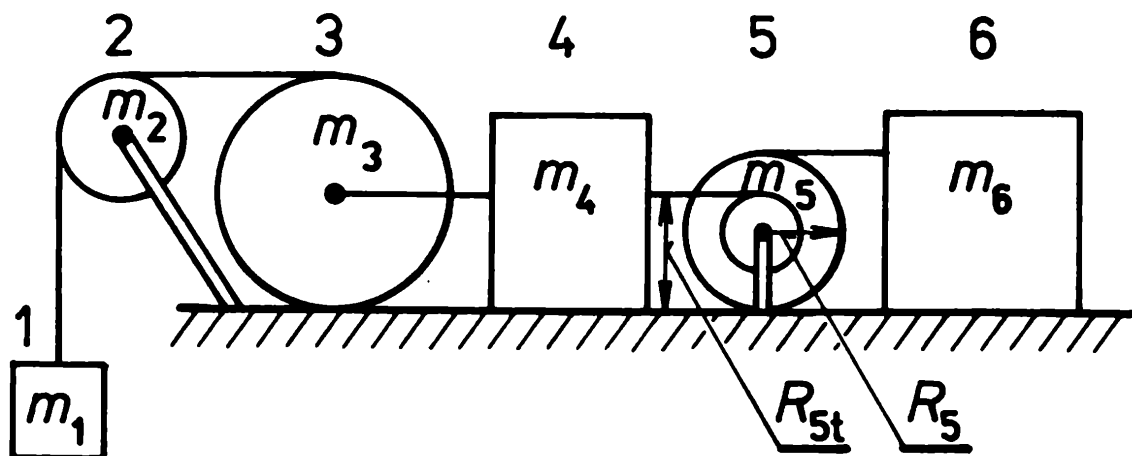
		$\frac{t}{^{\circ}\text{C}}$						
$\frac{I}{\text{mA}}$							$\frac{U}{\text{V}}$	
		$\frac{T}{\text{K}}$						

Postupujeme po sloupcích, měříme tedy vždy při konstantní teplotě, dokud neprojdeme všechny zvolené hodnoty proudu. Do termosky dáme nejprve směs ledu a vody (0°C), další měření provedeme ve vodě teploty asi 70°C . Pak teplotu postupně snižujeme o 15°C až 20°C odléváním teplé a současně doléváním studené vody. Proud procházející diodou nastavíme pomocí reostatů s odpory R_1 , R_2 a potenciometrem s odporem R_4 nastavíme takové napětí U_V , aby proud procházející mikroampérmetrem byl nulový. Tím dosáhneme, že napětí mezi svorkami voltmetru je stejné jako napětí mezi svorkami diody, aniž bychom obvod s diodou zatěžovali proudem procházejícím voltmetrem. Jako voltmetru a ampérmetru použijeme vhodné univerzální měřicí přístroje. Velmi vhodný je číslicový voltmetr, např. školní voltmetr DV 01. Mikroampérmetr by měl mít rozsah asi $100\ \mu\text{A}$ a měl by mít nulu uprostřed stupnice. I zde však postačí vhodný univerzální měřicí přístroj s nulou na počátku stupnice. Jako

zdroje môžeme použiť napr. dve ploché baterie.

Poznámka: V prípade, že máte k dispozícii elektronický voltmetr s veľkým vnútorným odporom, môžete napätie medzi svorkami diody mieriť priamo, bez použitia kompenzačných obvodů.

7. Na obr. B-7 je model sústavy šiestich telies 1 až 6 spojených vláknami, ktoré sú dokonale ohybné a neroztiahnuteľné, ich hmotnosti sú malé. Valivý odpor valcov je malý, ich šmykové trenie dostatočné na to, aby valce pri pohybe nepreklzovali. Šmykové trenie hranolov je malé.

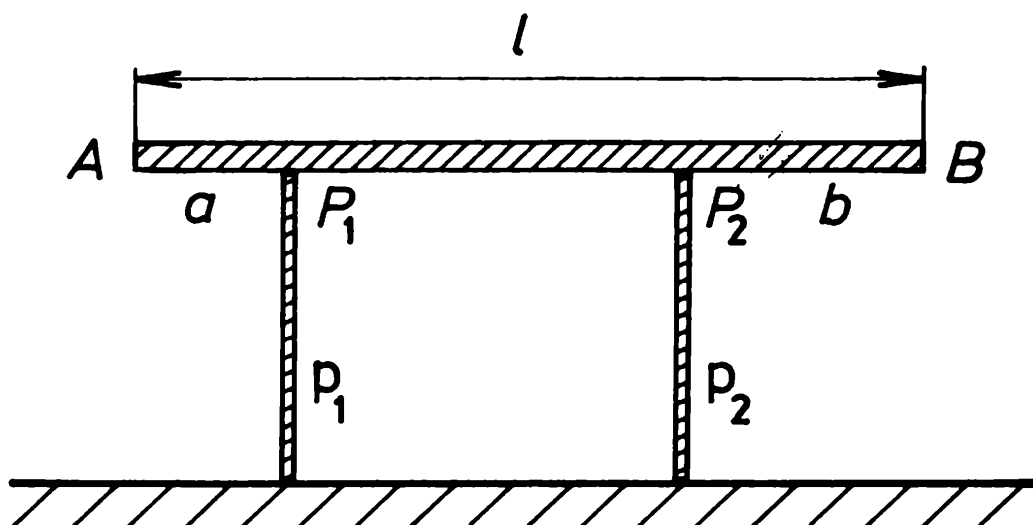


B-7

Určte pre túto sústavu:

- veľkosť a_1 zrýchlenia pohybu 1. telesa,
- veľkosť a_4 zrýchlenia pohybu 4. telesa,
- veľkosť a_{5p} posuvného pohybu 5. telesa,
- veľkosť F_6 sily, ktorá pri pohybe sústavy napína vlákno medzi 5. a 6. telesom.

Riešte najskôr všeobecne, potom pre hodnoty: $m_1 = 5,0 \text{ kg}$, $m_2 = 2,0 \text{ kg}$, $m_3 = 2,7 \text{ kg}$, $m_4 = 4,0 \text{ kg}$, $m_5 = 6,0 \text{ kg}$, $m_6 = 2,25 \text{ kg}$, $R_{5t} = \frac{3}{2} R_5$.

Kategorie C

C-1

1. Vodorovná tuhá homogenní deska AB všude téhož obsahu kolmého řezu, délky l a hmotnosti m leží v klidu na svislých podpěrách p_1, p_2 . Podpěry se dotýkají desky v bodech P_1, P_2 , které mají od konců desky vzdálenosti $AP_1 = a$, $BP_2 = b$. Z bodu A do bodu B kráčí po desce stálou rychlostí $\vec{v}_1$ chodec o hmotnosti m_1 . Chodec při pohybu nepůsobí otočení desky kolem některé z podpěr.

- Určete síly $\vec{F}_1, \vec{F}_2$, kterými za pohybu chodce působí deska na podpěry p_1, p_2 .
- Sestrojte graf závislosti velikosti síly, jíž působí při pohybu chodce deska na podpěru p_1 , resp. p_2 , na vzdálenosti chodce od bodu A.
- V jaké vzdálenosti od bodu A se nachází chodec v okamžiku, kdy na obě podpěry působí stejně velké síly? Úlohu řešte výpočtem i graficky, oba výsledky navzájem porovnejte.
- Jakou podmínku musí splňovat hmotnost chodce, nemá-li chodec při pohybu způsobit otočení desky kolem některé

z podpěr p_1, p_2 ?

Chodce při působení na desku považujte za hmotný bod, tření v místě dotyku chodce s podložkou neuvažujte.

Řešte nejprve obecně, potom pro hodnoty: $m_1 = 15 \text{ kg}$,

$l = 4,0 \text{ m}$, $n = 0,50 \text{ m}$, $m = 16 \text{ kg}$, $g = 30 \text{ m.s}^{-2}$, $b = 1,0 \text{ m}$.

2. Jedna z družic Jupitera – Ganyméd – má siderickou dobu oběhu kolem Jupitera 7 d 03 h 40 min. Hlavní poloosa eliptické trajektorie Ganyméda vzhledem k Jupiteru je rovna patnáctinásobku poloměru Jupitera. Siderická doba oběhu Měsíce kolem Země je 27 d 07 h 40 min. Hlavní poloosa eliptické trajektorie Měsíce vzhledem k Zemi je rovna šedesátinásobku poloměru Země.

Určete poměr hustot Země a Jupitera.

Úlohu řešte nejprve obecně, potom pro dané hodnoty. Návod najdete v publikaci Školy mladých fyziků "Pohyb umělých družic".

3. Gymnastka cvičí s míčem na vodorovném gymnastickém koberci.

V čase $t = 0 \text{ s}$ ve stoji vyhodí míč pod elevačním úhlem α vzhůru počáteční rychlostí $\vec{v}_p$. Míč vypustí z ruky ve výšce h_0 nad podložkou. Potom v přímočarém pohybu vykoná akrobatický cvik a doskočí do vzdálenosti d od místa, v němž vyhodila míč.

a) Popište pohyb míče vzhledem ke koberci.

b) Jakou počáteční rychlostí $\vec{v}_p$ musí míč vyhodit, aby jej chytila těsně nad kobercem, aniž by se míč od koberce odrazil.

c) Do jaké výšky nad koberec míč vystoupí?

Změnu hybnosti gymnastky při odhození míče a odpor vzduchu zanedbejte, míč považujte za hmotný bod. Řešte nejprve o-

becně, potom pro hodnoty: $\alpha = 75^\circ$, $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$, $d = 6,0 \text{ m}$, $h_0 = 1,5 \text{ m}$.

4. Dutá železná koule o vnitřním poloměru r_1 je naplněna dusíkem o látkovém množství n . Soustava je v rovnovážném stavu s okolím a má teplotu t_1 . Teplota okolního prostředí se izobaricky změnila na hodnotu t_2 .
- a) Určete tlak plynu v nádobě po ustavení rovnovážného stavu při teplotě t_2 . Dusík považujte za ideální plyn.
- b) Pro jaký interval teplot $\langle t_1, t_2 \rangle$ můžeme při řešení úlohy zanedbat změny objemu nádoby? Uvažte použití známých pravidel o zaokrouhlování číselných hodnot fyzikálních veličin. Zanedbejte deformace koule způsobené rozdíly tlaku uvnitř a vně koule.

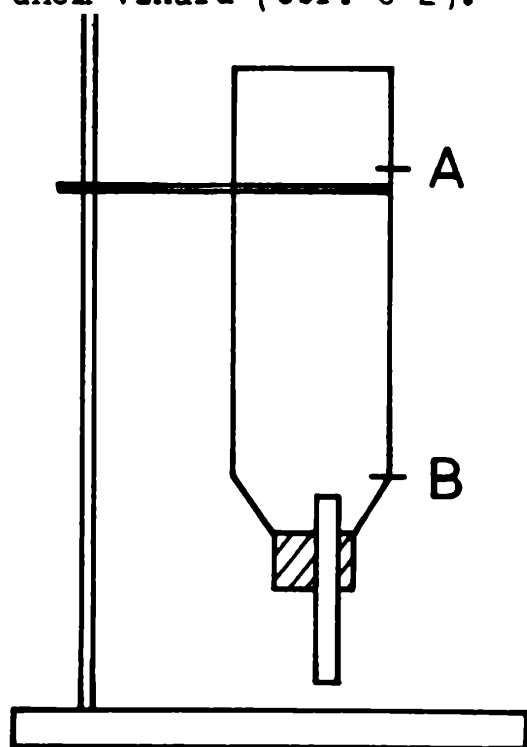
Řešte nejprve obecně, potom pro hodnoty: $\alpha_{\text{Fe}} = 0,012 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, $r_1 = 0,500 \text{ m}$, $t_1 = 20,0 \text{ }^\circ\text{C}$, $n = 2,0 \text{ mol}$, $t_2 = 80,0 \text{ }^\circ\text{C}$.

5. Válcová nádoba je těsně uzavřena pohyblivým pístem. Plošný obsah podstavy je S . Nádoba je naplněna vzduchem, který obsahuje vodní páru. Vzduch i vodní páru považujte za ideální inertní plyny. Celkové látkové množství vzduchu i s vodní parou je n , celkový tlak obou plynů je p , rovnovážná teplota je t . Relativní vlhkost vzduchu je φ .
- a) Určete počáteční vzdálenost d pístu ode dna nádoby.
- b) Plyn je pohybem pístu izotermicky stlačován. Určete minimální vzdálenost d_m pístu ode dna nádoby, při které ještě nedojde ke kondenzaci vodní páry.
- c) Určete, kolik vodní páry zkondenzuje, zmenší-li se vzdálenost pístu ode dna nádoby na $\frac{d_m}{2}$.

Řešte obecně, potom pro hodnoty: $n = 1,0 \text{ mol}$, $p = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $t = 22 \text{ }^\circ\text{C}$, $S = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$, $\varphi = 20 \%$.
Při řešení použijte MFCH tabulek.

6. Stanovení doby výtoku kapaliny z nádoby.

Příprava: K měření použijte průhlednou nebo alespoň průsvitnou láhev (např. od čisticího prostředku "Okena"). Do dna nádoby udělejte otvor vhodný pro nalévání kapaliny do láhve a do hrdla láhve upevněte zátku s trubičkou délky asi 3 cm. Trubičku lze zhotovit např. z plastické slámky, která se užívá při pití nápojů. Na stěně láhve pomocí papírového měřítka vyznačte značky A, B, vzdálené od sebe alespoň 10 cm. Mezi značkami budeme sledovat polohu volného povrchu kapaliny při výtoku z láhve. Láhev upevněte do stojanu dnem vzhůru (obr. C-2).



C-2

Označíme-li obsah kolmého řezu láhve S_1 , řezu trubičky S_2 , počáteční výšku volného povrchu kapaliny nad ústím trubičky h_0 , koncovou výšku h_1 , potom pro dobu výtoku ideální kapaliny trubičkou platí:

$$t_1 = \frac{S_1}{S_2} \sqrt{\frac{2}{g}} \left(\sqrt{h_0} - \sqrt{h_0 - h_1} \right) \quad (1)$$

Úkol a provedení:

- a) U připraveného experimentálního zařízení změřte hodnoty h_0 , h_1 , S_1 , S_2 . Na základě podmínek měření zvažte, které veličiny je nutné určovat z několika opakovaných měření.

- b) Pomocí vztahu (1) a změřených hodnot h_0 , h_1 , S_1 , S_2 určete dobu t_1 výtoku ideální kapaliny z dané soupravy.
- c) Porovnejte dobu t_1 určenou z naměřených hodnot s dobou t_1' , která uplyne, jestliže z láhve vyteče stejnou trubičkou stejný objem kapaliny jako v úloze b), ale za předpokladu, že výška volného povrchu kapaliny v láhvi se nemění (tj. kapalina do láhve neustále přitéká).
- d) Trubičku uzavřete a láhev naplňte vodou po značku A. Změřte teplotu vody a určete dobu t_r výtoku vody, odpovídající poklesu volného povrchu vody z polohy A do polohy B. Měření proveďte celkem 5krát, z naměřených hodnot vypočtete průměrnou hodnotu t_{rp} . Při měření dbejte na to, aby změna teploty nepřekročila 1°C .
- e) Vypočtete tzv. výtokový součinitel $\mu = \frac{t_1}{t_{rp}}$.
- f) Navrhněte způsob, jak stanovit, zda volný povrch vody v láhvi klesá v úseku A,B rovnoměrným pohybem vzhledem k láhvi?
- g) Jakým pohybem vzhledem k láhvi by klesal volný povrch ideální kapaliny?
- h) Změřte, jak závisí doba t_1 výtoku vodného roztoku latexové barvy na koncentraci p roztoku. Koncentraci zakoupené, dobře rozmíchané barvy v plechovce položte rovnu $p = 100\%$, koncentraci měňte po 10% . Pro každou koncentraci proveďte 5 měření a potom sestrojte graf funkce $t_{1p} = f(p)$.
- i) Sestavte protokol o měření, získané výsledky komentujte.

7. Tyč o délce 3 y je tvořena třemi stejně dlouhými úseky A, B, C stejného obsahu kolmého řezu, avšak z různých materiálů o hustotách ρ_A , ρ_B , ρ_C , modulech pružnosti E_A , E_B , E_C .

Tyč zavěsíme ve svislé poloze tak, že jednou je dole úsek A, podruhé úsek C.

- a) Určete prodloužení jednotlivých úseků tyče i celkové prodloužení tyče v obou případech.
- b) Určete modul pružnosti homogenní tyče o délce $3 y$ a stejné celkové hmotnosti jako má popsaná nehomogenní tyč, jestliže se tato tyč prodlouží o stejnou délku jako nehomogenní tyč v úloze a). Řešte pro oba popsané způsoby zavěšení tyče.

Úlohu řešte obecně, potom pro hodnoty: $\rho_A =$

$$= 7,80 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^{-3}, \quad \rho_B = 8,60 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^{-3},$$

$$\rho_C = 8,90 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^{-3}, \quad E_A = 2,00 \cdot 10^5 \text{ MPa},$$

$$E_B = 1,10 \cdot 10^5 \text{ MPa}, \quad E_C = 1,30 \cdot 10^5 \text{ MPa}, \quad 3 y = 3,00 \text{ m}.$$

Kategorie D

1. Motorový čln, ktorého motor vždy pracuje s rovnakým výkonom, by sa v kľudnej vode pohyboval rýchlosťou $\vec{v}$. Sledujeme pohyb tohto člna v rieke, v ktorej prúdi voda rýchlosťou $\vec{v}_0$. Najkratšia možná doba, za ktorú čln prepláva na druhý breh, je t_1 .

a) Určte šírku d rieky.

b) Určte hodnotu v_1 priemernej rýchlosti člna vzhľadom na breh.

c) Akú dráhu s vykoná čln?

d) Za akú dobu t_2 by prešiel čln na druhý breh, ak má pritom vykonať čo najkratšiu dráhu? Určte tiež hodnotu v_2 rýchlosti člna vzhľadom na breh.

Úlohu riešte najprv všeobecne, potom pre hodnoty:

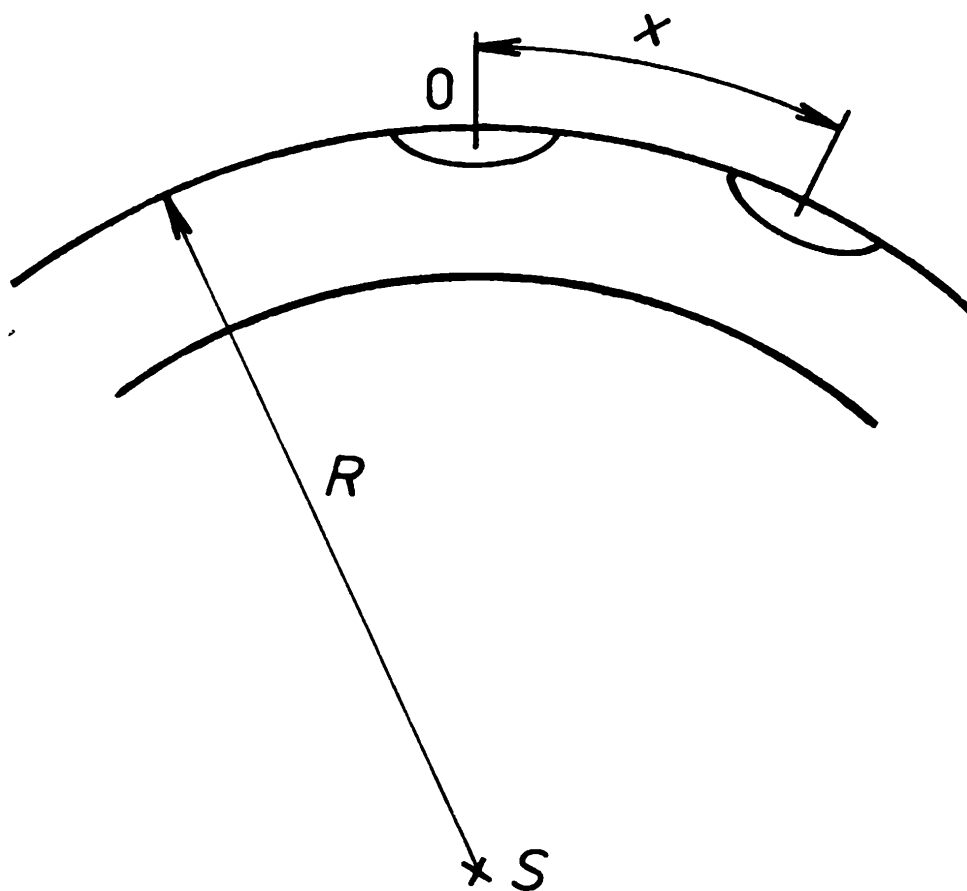
$$v = 7,2 \text{ km.h}^{-1}, v_0 = 1,4 \text{ m.s}^{-1}, t_1 = 28 \text{ s.}$$

2. Vo vagóne metra premávajúceho po priamej vodorovnej trati je na vodorovnom stolíku v smere jazdy položená rúrková libela. Vonkajší polomer krivosti rúrky libely je R (obr. D-1). Pri rozbiehaní vlaku metra, ktoré trvalo dobu t_1 , sa malá bublina libely posunula z kľudovej polohy o úsek dĺžky x_1 . Potom sa bublina vrátila do pôvodnej polohy, a v tejto polohe zotrvala po dobu t_2 . Pri zastavovaní vlaku metra sa bublina vychýlila o úsek dĺžky x_3 . Rozbeh i zastavovanie vlaku považujte za rovnomerne zrýchlený pohyb.

a) Ktorým smerom vzhľadom na smer jazdy vlaku metra sa bublina vychýli z kľudovej polohy pri rozbiehaní a pri zastavovaní vlaku? Odpoveď zdôvodnite.

b) Určte veľkosť a_1 zrýchlenia vlaku metra pri rozbiehaní.

c) Určte maximálnu hodnotu v rýchlosti vlaku metra.



D-1

- d) Určte hodnotu zrýchlenia vlaku pri zastavovaní.
- e) Určte dobu t_3 , po ktorú vlak metra zastavoval.
- f) Určte vzdialenosť d susedných staníc metra.
- g) Určte priemernú rýchlosť v_p vlaku metra v sledovanom úseku trate. Úlohu riešte najskôr všeobecne, potom pre hodnoty: $R = 6,0 \text{ cm}$, $t_1 = 12 \text{ s}$, $x_1 = 12 \text{ mm}$, $t_2 = 50 \text{ s}$, $x_3 = 15 \text{ mm}$. V obr. D-1 bod 0 vyznačuje vodorovnú kludovú polohu bubliny libely.
3. Petr sjíždí na sáňkách o hmotnosti m ze svahu, jehož úhel sklonu vzhľadom k vodorovné rovině je α . Hmotnost Petra je m_1 . Součinitel smykového tření mezi sáňkami a sněhem je f .
- a) Určete velikost a zrychlení, s nímž se pohybují sáňky s Petrem.
- b) Určete velikost v rychlosti, které dosáhnou sáňky

s Petrem, kým urazí dráhu s , jestliže pohyb začínal v klidu.

- c) Určete složku F_t síly rovnoběžné s nakloněnou rovinou a složku F_n síly kolmou k nakloněné rovině, jimiž působí Petr na sánky během jízdy po svahu.
- d) Určete velikost celkové síly F , kterou působí během jízdy Petr na sánky.

Odpor vzduchu zanedbejte. Úlohu řešte nejprve obecně, potom pro hodnoty: $\alpha = 22,6^\circ$, $m_1 = 26 \text{ kg}$, $m = 10 \text{ kg}$, $f = 0,070$, $s = 30 \text{ m}$, $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.

4. Na vodorovnom kruhovom stole obieha hranolček s hmotnosťou m , uchytený na konci nite, prechádzajúcej otvorom v strede stola. Hranolček obieha rýchlosťou veľkosti v_0 po kružnicovej trajektórii s polomerom R_0 .

- a) Určte veľkosť F_0 sily, ktorou pôsobíme na niť.
- b) Určte veľkosť b_0 momentu hybnosti hranolčeka.
- c) Určte kinetickú energiu E_0 hranolčeka.

Niž rukou potiahneme zvisle dolu. Polomer kružnicovej trajektórie sa zmenší o s , $s < R_0$. Po tejto zmene určte:

- d) veľkosť v rýchlosti hranolčeka,
- e) veľkosť F sily, ktorou je napínaná niť,
- f) kinetickú energiu E hranolčeka,
- g) prácu W , ktorú sme vykonali pri potiahnutí nite,
- h) strednú hodnotu F_p sily, ktorou sme pôsobili na niť počas zmeny polomeru trajektórie hranolčeka.

Trenie pri pohybu hranolčeka i nite neuvažujte. Hranolček považujte za hmotný bod. Hmotnosť nite je malá, niť je neroztiahnuteľná.

Úlohu riešte najskor všeobecne, potom pre hodnoty:

$$R_0 = 1,0 \text{ m}, m = 0,10 \text{ kg}, s = 20 \text{ cm}, v_0 = 5,0 \text{ m.s}^{-1}.$$

5. Před koncem druhé světové války svrhli nacisté na dno Černého jezera na Šumavě několik vodotěsných kovových beden. V bednách byly ukryty tajné dokumenty. V r. 1964 byly bedny nalezeny a vyloveny z vody. Každá z beden měla tvar kvádru, jehož výška byla h , obsah podstavy S , hmotnost bedny m . Určete práci W , kterou vykonali potápěči při vyzvednutí jedné z beden. Bedna byla zvedána pomalým rovnoměrným pohybem z výchozí polohy, v níž byla horní podstava bedny v hloubce h_1 pod hladinou vody. Po vyzdvižení do koncové polohy byla dolní podstava ve výšce h_2 nad hladinou. Úlohu řešte nejprve obecně, potom pro hodnoty: $S = 0,25 \text{ m}^2$, $h = 40 \text{ cm}$, $m = 150 \text{ kg}$, $h_1 = 3,6 \text{ m}$, $h_2 = 0,80 \text{ m}$, $\rho = 1\,000 \text{ kg.m}^{-3}$, $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$. Odpor vody a vzduchu při pohybu a vztlakovou aerostatickou sílu zanedbejte.

6. Studium matematického kyvadla

Matematické kyvadlo je hmotný bod (v praxi malá kulička) o hmotnosti m , zavěšený na vlákně zanedbatelné hmotnosti, které má délku d . Doba T kmitu kyvadla (perioda T) je doba, která uplyne od okamžiku vypuštění kyvadla z některé krajní polohy do okamžiku návratu kyvadla do téže polohy.

Úloha: Sledujte experimentálně závislost doby T kmitu kyvadla na hmotnosti m hmotného bodu a na délce d závěsu; $T = f(m, d)$.

Pomůcky: nit, lepicí lékařská páska "spofa", silný feritový magnet, stopky, délkové měřidlo 2 m, dvě různé ocelové (nebo jiné) kuličky s průměrem 10 mm až 20 mm, váhy se sadou závaží (nebo automatické), milimetrový papír, ocelová zárubeň dveří.

Postup:

1. K jednomu konci nitě (délky asi 2 m) upevníme ocelovou

kuličku použitím lékařské lepicí pásky "spofa". Druhý konec připevníme k horní části ocelové zárubně dveří pomocí feritového magnetu (nebo jakýmkoli jiným způsobem).

2. Z ustálené rovnovážné polohy vychýlíme kuličku asi o 3 cm až 4 cm a necháme ji volně kmitat. Dobu kmitu označíme T_1 , změříme dobu 10 kmitů, tj. $10 T_1$. Zkracujeme postupně délku závěsu a měříme doby T_2 až T_{20} . Provedeme celkem 20 měření. Výsledky zapíšeme do tabulky podle následujícího vzoru; v záhlaví je uvedena hmotnost kuličky. Délku měříme od bodu upevnění vlákna na zárubni dveří ke středu kmitající kuličky.

$$m_1 = \quad \text{kg}$$

č.	$\frac{d}{\text{m}}$	$\frac{10 T}{\text{s}}$	$\frac{T}{\text{s}}$	$\frac{\sqrt{d}}{\text{m}^{1/2}}$	$\frac{T^2}{\text{s}^2}$

3. Stejnou tabulku sestavíme pro jinou kuličku o hmotnosti m_2 , $m_2 \neq m_1$.
4. Sestrojíme grafy funkcí $T = f(d)$, $T = f_1(\sqrt{d})$, $T^2 = f_2(d)$ pro obě kyvadla. Z grafů usoudíme, jak doba kmitu T kyvadla závisí na hmotnosti m kyvadla a na délce d jeho závěsu.
- Musíme si uvědomit, že drobné nesrovnalosti vznikly tím, že jsme zanedbali hmotnost závěsu a že určení délky matematického kyvadla jako vzdálenosti středu kmitající kuličky od bodu závěsu není zcela přesné.
5. Vyslovíme závěr - na čem závisí doba kmitu matematického kyvadla.

Poznámka: Doba malých kmitů matematického kyvadla je podle teorie, s níž se seznámíte ve III. ročníku gymnázia,

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{d}{g}}, \text{ kde } g \text{ je tíhové zrychlení. Jak souhlasí vý-}$$

sledky, ktoré jsme zjistili experimentálně, s tímto teoretickým předpokladem? Pokuste se o vysvětlení případných závažnějších odlišností.

7. Dve pružné loptičky, nachádzajúce sa v malej vzdialenosti nad sebou, boli súčasne spustené z pomerne veľkej výšky h na pružnú vodorovnú podložku. Dolná loptička má hmotnosť m_1 , horná m_2 . Začiatočná vzdialenosť loptičiek je vzhľadom na výšku h veľmi malá.

- Opíšte pohyb oboch loptičiek po ich spustení z výšky h .
- Určte, v akom pomere $k = \frac{m_1}{m_2}$ sú hmotnosti loptičiek, ak po dopade vyskočila horná loptička do výšky h_2 a dolná loptička do výšky h_1 .
- Pri akom pomere $k_1 = \frac{m_1}{m_2}$ hmotností by obidve loptičky vyskočili do rovnakej výšky?
- Pri akom pomere $k_2 = \frac{m_1}{m_2}$ hmotností loptičiek by vyletela horná loptička najvyššie?
- Určte najväčšiu výšku h_m , do akej môže vyskočiť horná loptička.

Predpokladajte, že loptičky i podložka sú dokonale pružné. Odpor vzduchu zanedbávame. Trvanie každej zrážky považujeme za nekonečne krátke. Pri výpočtu považujeme loptičky za hmotné body.

30. ročník soutěže

FYZIKÁLNÍ OLYMPIÁDA

Leták pro kategorie A, B, C, D

Vydalo Státní pedagogické nakladatelství, n. p., v Praze
roku 1988 jako svou publikaci č. 9-91-13/30

Edice: Účelové náklady

Odpovědná redaktorka: Jaroslava Šarbochová

Výtvarná redaktorka: Zdeňka Drahokoupilová

Technický redaktor: Darius Bernard

Vytiskly: Moravské tiskařské závody, n. p., provoz 31, Gottwaldov

Formát papíru 86 × 122

AA 1,52 - VA 1,77

Náklad 6 000 výtisků

Tematická skupina a podskupina 03/5

1. vydání

14-577-88

30. ročník soutěže

FYZIKÁLNÍ OLYMPIÁDA

ve školním roce 1988–1989

LETÁK
PRO
KATEGORII
E

Státní
pedagogické
nakladatelství

30. ročník soutěže

FYZIKÁLNÍ OLYMPIÁDA

ve školním roce 1988–1989

LETÁK
PRO
KATEGORII
E

Státní
pedagogické
nakladatelství
Praha

kusů na naši školu dne

Žáci byli seznámeni se soutěží a se zadanými úlohami 30. ročníku FO dne

Podpis referenta FO
(učitele fyziky)

Založit do materiálů školy.

F Y Z I K Á L N Í O L Y M P I Á D A
L E T Á K P R O K A T E G O R I I E

30. ročník soutěže ve školním roce 1988/89

Žákům základních škol

Od školního roku 1959/60 probíhá v Československu soutěž fyzikální olympiáda (FO), kterou organizují ministerstva školství ČSR a SSR společně s Jednotou československých matematiků a fyziků, Jednotou slovenských matematiků a fyziků a Socialistickým svazem mládeže. Od školního roku 1963/64 byla soutěž rozšířena o kategorii E, určenou pro žáky devátých ročníků základních devítiletých škol. Od 25. ročníku FO je kategorie E určena pro žáky osmých ročníků základních škol, ale mohou se jí zúčastnit i mladší žáci s hlubším zájmem o fyziku.

Soutěž je dobrovolná a probíhá na území ČSSR jednotně ve třech kolech. V prvním kole mají soutěžící za úkol vyřešit sedm úloh. Řešení odevzdají učitelé fyziky v těchto termínech:

- úlohu první až třetí nejpozději do 30. listopadu 1988,
- úlohu čtvrtou až sedmou nejpozději do 4. ledna 1989.

Řešené úlohy učitel opraví a klasifikuje takto:

- výborně, jestliže je úloha buď vyřešena bez chyb, nebo se v řešení vyskytnou pouze formální chyby nebo jen menší závada v odborném zpracování;
- dobře, jestliže řešení vystihuje úkol, ale má větší nedostatky po odborné stránce; dobře je hodnoceno i správné řešení, vyskytnou-li se v něm závažné formální nedostatky;
- nevyhovující, jestliže nedostatky odborného rázu jsou závažné nebo je řešení z větší části neúplné; řešení je také nevyhovující, chybí-li slovní výklad nebo je neúplný, takže

z něho nelze vyvodit myšlenkový postup podaného řešení.

Kladné hodnocení předpokládá, že protokol o řešení obsahuje fyzikální vysvětlení, z něhož jasně vyplývá myšlenkový postup při řešení daného problému. K hodnocení obdrží učitel fyziky od ÚVFO tzv. instruktážní řešení s návrhem klasifikace.

Řešené úlohy prvního kola opraví učitel fyziky společně s referentem FO na škole. Po ukončení prvního kola navrhne referent FO na škole úspěšné řešitele k postupu do druhého kola a odešle opravené úlohy všech, tj. i neúspěšných řešitelů společně s návrhem postupujících příslušnému okresnímu výboru fyzikální olympiády (OVFO). O zařazení do druhého kola soutěže rozhodne po kontrole opravených úloh OVFO. Vzhledem k organizaci soutěže je vhodné, aby si OVFO dal předložit první část opravených řešení již v první polovině prosince.

Za úspěšného řešitele v prvním kole je považován ten, kdo vyřešil úspěšně (tedy s klasifikací výborně nebo dobře) alespoň pět úloh.

Pozvání do druhého kola soutěže dostane úspěšný řešitel FO od příslušného OVFO prostřednictvím školy.

Druhé kolo soutěže se uskuteční v místě určeném OVFO počátkem února 1989, a to v celé ČSSR v touž dobu. Ve druhém kole je úkolem řešitele vyřešit čtyři úlohy; zasílá je ÚVFO prostřednictvím KVFO. Úspěšným řešitelem druhého kola je účastník, který vyřešil alespoň dvě úlohy s bodovým hodnocením alespoň 5 a dosáhl nejnižšího počtu bodů 14. OVFO opraví řešení úloh nejlépe ještě v den soutěže a sestaví pořadí úspěšných řešitelů. Všichni úspěšní řešitelé dostanou pochvalná uznání, nejlepší soutěžící budou odměněni. Nejlepší soutěžící v okresním kole mají možnost studovat v matematických třídách gymnázií.

Krajské výbory fyzikální olympiády uspořádají v jarních

měsících 1989 třetí kolo soutěže v kategorii E, zpravidla v krajském městě. Do třetího kola jsou vybráni nejlepší účastníci druhého kola podle statutu matematické a fyzikální olympiády; o jejich zařazení rozhoduje KVFO. Žáci jsou pozváni prostřednictvím své školy. Všichni úspěšní řešitelé třetího kola obdrží pochvalné uznání a nejlepší soutěžící budou odměněni.

Po ukončení každého kola soutěže jsou soutěžící seznámeni se správným řešením úloh, jež připravuje a rozmnožuje ÚVFO (alespoň jeden exemplář na každou školu). První tři úlohy soutěže jsou publikovány v časopise Matematika a fyzika ve škole, všechny úlohy v některém dětském časopise, např. v ABC, Zenit. Doporučujeme, aby okresní, popř. krajské výbory FO zajistily opravu úloh co nejdříve, nejlépe ještě v den soutěže, a velmi brzy informovaly účastníky soutěže a jejich školy o dosažených výsledcích. Doporučujeme také, aby učitelé fyziky, popř. referenti FO na školách, provedli společně s řešiteli analýzu podaných řešení.

POKYNY PRO SOUTĚŽÍČÍ

Na první list každé úlohy napište záhlaví podle vzoru:

Jméno a příjmení:	Kategorie E
Třída:	Školní rok:
Škola:	I. kolo
Vyučující fyziky:	Posudek:
Okres:	Posuzovali:

Úloha č.

Stručný záznam textu úlohy, vysvětlení označení veličin:

Podrobný protokol o řešení úlohy (nezapomeňte uvést myšlenkový postup).

Na každý další list napište své jméno, příjmení, školu a číslo řešené úlohy, stránku protokolu o řešení.

Texty úloh neopisujte, vysvětlíte použité označení a zapište stručný zápis. Používejte náčrtky. Řešení úloh pište čitelně a úhledně na listy papíru formátu A4. Každou úlohu začnete pracovat na nový list papíru, pomocné obrázky nebo náčrtky schémat dělejte tužkou. Řešení úloh doprovázejte vždy slovním výkladem, aby každý, kdo si vaše řešení přečte, porozuměl vašemu postupu řešení. Připomínáme ještě jednou, že úloha bez výkladu je hodnocena jako nevyhovující. K označení veličin používejte obvyklé značky, které používáte ve výuce fyziky.

Úlohy řešte pokud možno nejprve obecně, potom proveďte číselné řešení. Nezapomínejte na to, že fyzikální veličiny jsou doprovázeny jednotkami. U zlomků pište vodorovnou zlomkovou čáru (např. $\frac{2}{3}$, $\frac{m}{s}$, $v = \frac{s}{t}$).

Při řešení úloh se opírejte především o učebnice fyziky. Váš učitel fyziky vám doporučí i jiné vhodné studijní pomůcky.

Souběžně s fyzikální olympiádou zavádíme od školního roku 1986/87 novou kategorii FO pro zájemce o fyziku - archimediádu, která je určena pro žáky sedmých ročníků základní školy. V prvním kole má soutěžící za úkol vyřešit doma pět úloh: dvě výpočtové, dvě úvahové a jednu experimentální. Úspěšní řešitelé postoupí do druhého kola, které je uspořádáno ve škole jako fyzikální odpověď. Úlohy dostává letos poprvé každá škola jako součást letáku E a budou otištěny v dětských časopisech (v Sedmičce pionýrů).

Přejeme vám, abyste při řešení úloh fyzikální olympiády strávili pěkné chvíle, aby vás úlohy zaujaly, a tím aby se prohloubil váš dobrý vztah k fyzice. Fyzika je teoretickým základem techniky, která je pro současnou společnost zcela nepostradatelná. Proto žádáme vyučující fyziky, aby ve 30. ročníku FO se tato soutěž rozšířila na všechny základní školy.

Nitra

Hradec Králové leden 1988

Ústřední výbor

fyzikální olympiády

Úlohy pro 1. kolo kategorie E ve 30. ročníku FO

1. Délka železniční tratě mezi dvěma městy je $d = 60$ km.

Rychlík, který vyjel z jednoho města, jel nejprve po úseku trati $d_1 = 10$ km průměrnou rychlostí $v_1 = 40 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

a) Jakou rychlostí v_2 jel rychlík po zbývající části trati, kterou urazil za dobu $t_2 = 0,5$ h?

b) Za jakou dobu t projel celou trať?

c) Jaká byla jeho průměrná rychlost v na celé trati?

2. Automobil se rozjíždí po přímé silnici tak, že po dobu 10 s stále zvyšuje svou rychlost, koná pohyb zrychlený. Po dosažení určité rychlosti na konci desáté sekundy se jeho rychlost již nemění, automobil se pohybuje rovnoměrně.

Rychlost automobilu $v \frac{\text{km}}{\text{h}}$ na konci první až páté sekundy je uvedena v tabulce:

$\frac{t}{\text{s}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$\frac{v}{\frac{\text{km}}{\text{h}}}$	0	5	10	15	20	25										
$\frac{\Delta v}{\frac{\text{km}}{\text{h}}}$																

a) Doplně do druhého řádku tabulky hodnoty pro rychlost automobilu na konci šesté až patnácté sekundy za předpokladu, že při zrychleném pohybu zvětšuje automobil rychlost za každou sekundu o stejnou hodnotu. Jaké největší rychlosti automobil dosáhl?

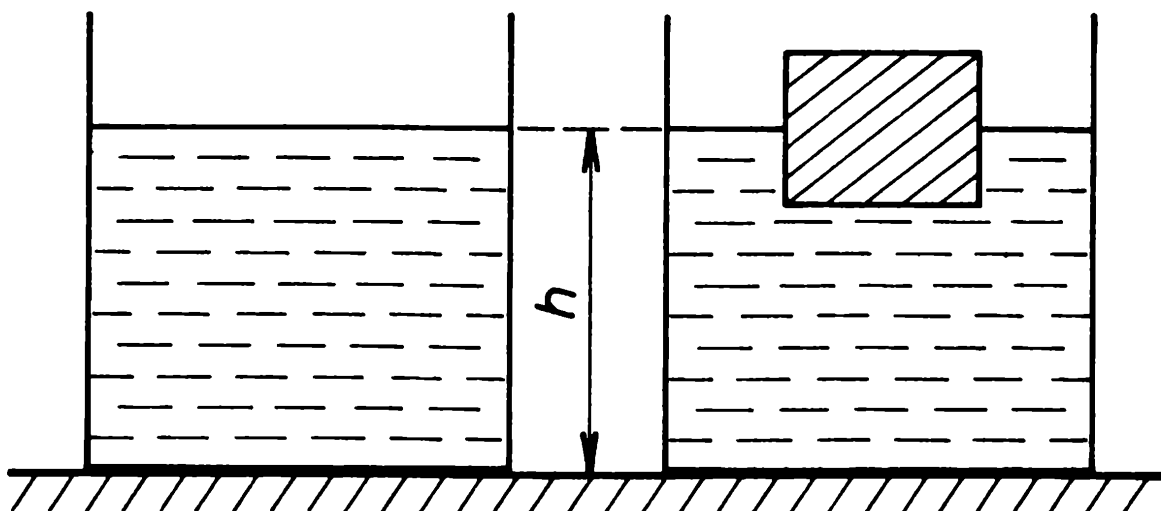
b) Doplně do třetího řádku tabulky hodnoty, které vyjadřují změny rychlosti automobilu za jednotlivé sekundy při jeho pohybu. Změna rychlosti je v tabulce označena Δv . O jakou hodnotu se mění rychlost pohybu automobilu za

každou sekundu při jeho zrychleném pohybu a při jeho pohybu rovnoměrném?

- c) Nakreslí na milimetrový papír graf rychlosti v automobilu v závislosti na změnách času. Z grafu určí rychlosti automobilu v časech $t_1 = 4,2 \text{ s}$, $t_2 = 8,6 \text{ s}$, $t_3 = 12,5 \text{ s}$.

3. Dvě stejné nádoby jsou naplněny vodou do stejné výšky h .

Ve druhé nádobě plove dřevěný špalík obr. E-1 .



E-1

- a) Ve které nádobě je větší objem vody? Odpověď zdůvodní.
 - b) Která nádoba i se svou náplní má větší hmotnost? Odpověď zdůvodní.
 - c) Jak se změní odpověď úlohy b), jestliže přemístíme špalík do první nádoby, a do druhé nádoby nalejeme tolik vody, aby volný povrch vody v této nádobě dosahoval opět do původní výšky h ? Nakreslí obrázek a odpověď zdůvodní.
4. Stejnorodá tyč hmotnosti m a délky d je podepřena ve vzdálenosti a od jednoho konce.
- a) Nakreslí obrázek. Určí hmotnosti levé a pravé části tyče, na něž je tyč rozdělena bodem podepření.
 - b) Na jeden konec tyče zavěsí závaží o hmotnosti m_0

tak, aby tyč byla v rovnovážné poloze. Na který konec tyče musíme závaží zavěsit? Urči hmotnost m_0 závaží. Řešte nejprve obecně, potom pro hodnoty: $m = 200 \text{ g}$, $d = 50 \text{ cm}$, $a = 30 \text{ cm}$.

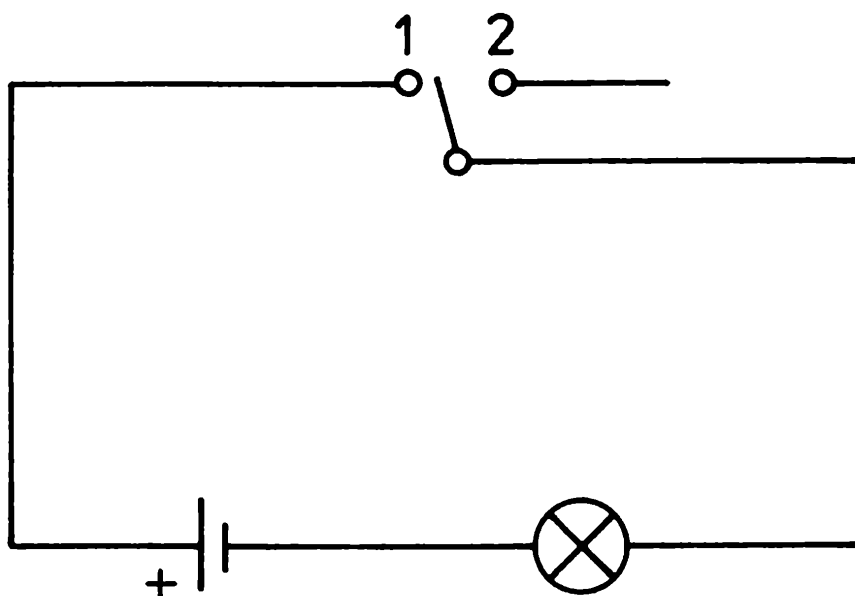
5. V nádobě je voda o hmotnosti $m = 2,5 \text{ kg}$ a teplotě $t_1 = 20^\circ\text{C}$. Vložíme do ní ponorný elektrický vařič o příkonu $P = 400 \text{ W}$. Zahříváme-li vodu po dobu $t = 10 \text{ min}$, zvýší se její teplota na hodnotu $t_2 = 40^\circ\text{C}$.

- Jakou práci vykonal elektrický proud procházející vařičem?
- Jaké teplo se využilo na ohřátí vody?
- Jaká je účinnost vařiče?
- Na jakou teplotu by se za uvedenou dobu ohřála voda v případě, že by se všechno teplo využilo k ohřátí vody?

Měrná tepelná kapacita vody je $4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$. Vypařování vody neuvažujte. Účinnost vařiče označujeme η , a je dána podílem tepla využitého k ohřátí vody a práce elektrického proudu.

6. Na obr. E-2 je schéma elektrického obvodu s dvoupólovým přepínačem. Je-li přepínač v poloze 1, žárovka svítí, je-li v poloze 2, žárovka nesvítí.

- Nakresli schéma elektrického obvodu, v němž je dvoupólový přepínač zapojen tak, aby žárovka svítila jak v poloze 1, tak v poloze 2.
- Nakresli schéma elektrického obvodu, v němž jsou dva dvoupólové přepínače zapojeny tak, aby žárovka svítila jen tehdy, jsou-li oba přepínače současně buď v poloze 1 nebo oba v poloze 2. Je-li jeden přepínač v poloze 1 a druhý přepínač v poloze 2, žárovka nesvítí.



E-2

- c) Řeš úlohu b) pro případ tří dvoupólových přepínačů; žárovka má svítit jen tehdy, jsou-li všechny tři přepínače buď v poloze 1 nebo všechny tři v poloze 2, jinak žárovka nesvítí.

Poznámka: Ve všech zapojeních smíte použít pouze běžných vodičů, přičemž při žádném zapojení nesmí dojít ke zkratu. Řešení si ověřte pod dozorem učitele fyziky ve škole.

7. Mírek vyměňoval vodu v akváriu, jehož podstava má tvar obdélníka o rozměrech $a = 60 \text{ cm}$, $b = 30 \text{ cm}$. Nejprve naplnil akvárium čerstvou vodou o teplotě $t_1 = 10^\circ \text{C}$ do výšky $h = 25 \text{ cm}$. Protože voda byla pro rybky příliš studená, odebral z akvária část vody hrnkem, který postavil na vařič. Jakmile se voda uvedla do varu, opatrně ji vylil zpět, takže voda v akváriu měla pak požadovanou teplotu $t_2 = 25^\circ \text{C}$.

- a) Urči objem V_1 vody, kterou Mírek odebral z akvária.
b) Urči výslednou teplotu vody v akváriu, jestliže Mírek

měl k dispozici nádobu objemu ($V_1 : 2$) a uvedený postup zahřívání musel zopakovat dvakrát. Výchozí teplota vody v akváriu byla $t_1 = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Poznámka

Všechny připomínky k úlohám FO i celkově k této soutěži adresujte ÚVFO, sekretariát, Leninovo nám. 301, 501 91 Hradec Králové.

ARCHIMEDIÁDA 1989kategorie F fyzikální olympiády

Soutěž ARCHIMEDIÁDA 1989 probíhá dvoukolově a je určena pro žáky 7. ročníků základních škol. 1. kolo - domácí - se uskuteční v únoru až dubnu. Soutěžící dostanou 5 úloh, jejichž řešení vyžaduje schopnost fyzikálně uvažovat a používat výpočty nebo grafy. Některé úlohy dokonce předpokládají provést jednoduchý pokus. Řešení úloh zapisují řešitelé na papíry formátu A5 (malý sešit), každou úlohu na zvláštní papír, a odevzdají je nejpozději v posledním týdnu v dubnu svému učiteli fyziky.

U všech úloh popište své úvahy při řešení. Učitel fyziky vaše řešení opraví, pravděpodobně je s vámi prohovorí, nebo vám alespoň sdělí výsledky a hodnocení vašeho řešení. Úlohy řešte pokud možno stručně, ale protokol o řešení musí být výstižný, doplněný o výpočty, grafy, tabulky, u pokusu nezapoměňte načrtnout použitou soupravu pomůcek.

Druhé kolo soutěže proběhne během měsíce května a bude organizováno jako soutěž jednotlivců nebo družstev podle dispozic, které dostanete. Budete řešit různé úlohy, provádět a vysvětlovat pokusy, řešit hádanky a rébusy. Můžete být také pověřeni organizátorem soutěže, abyste si předem připravili referát či jiné vystoupení.

Doufáme, že vás naše soutěž - ARCHIMEDIÁDA - zaujme a vzbudí ve vás větší zájem o fyziku než školní vyučování.

Chceme vás také upozornit, že pro ty, kdo projeví svůj zájem o fyziku, jsme do 8. ročníku připravili soutěž, jejíž úlohy publikujeme v tomto letáku - FYZIKÁLNÍ OLYMPIÁDU v kategorii E.

Úlohy ARCHIMEDIÁDY 1989:

1. Do dvoulitrové nádoby dopadá každé čtyři sekundy kapka vody ze špatně utěsněného ventilu vodovodu. Nádoba se naplní za 7,5 hodiny. Popiš postup, jak určíš hmotnost jedné kapky. V případě, že vám doma kape voda z vodovodu, zjistí, k jaké ztrátě vody dojde za 1 měsíc, když vodovod neopravíte.
2. Těleso, o němž předpokládáme, že je ze zlata, má tvar kvádru s délkami hran 100 mm, 50 mm, 20 mm. Hmotnost tělesa byla zjištěna na váhách a činí 1 200 g. Je předpoklad správný? Získaný výsledek zdůvodni.
3. Vezmi si dvě zcela stejné použité žiletky a misku nebo talíř s vodou.
 - a) Jednu ze žiletek opatrně polož na volný povrch vody. Pozorovaný jev popiš a pokus se vysvětlit.
 - b) První žiletku vyjmi z vody a druhou žiletku potřís 15-20krát magnetem, polož ji na volný povrch vody. Popiš a vysvětlí pozorovaný jev. Liší se nějak výsledky úloh a), b)?
 - c) Kdybys dostal dvě stejné žiletky, jednu zmagnetizovanou a druhou nezmagnetizovanou, jak zjistíš jen pomocí misky s vodou, která z nich je zmagnetizovaná?
 - d) Jak od sebe rozlišíš obě žiletky, jestliže máš kromě misky s vodou k dispozici ještě magnet?
 - e) Ponech obě žiletky v misce alespoň 5 h (nebo přes noc). Podaří se ti potom je od sebe odlišit? Vysvětlí.

Všechny pokusy prováděj opatrně, aby ses neporanil.
4. Traktor se pohybuje rovnoměrně rychlostí $30 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Za 20 min

po jeho odjezdu za ním vyslali z téhož místa po stejné trase osobní automobil, který ho dohonil po čtvrt hodinové jízdě.

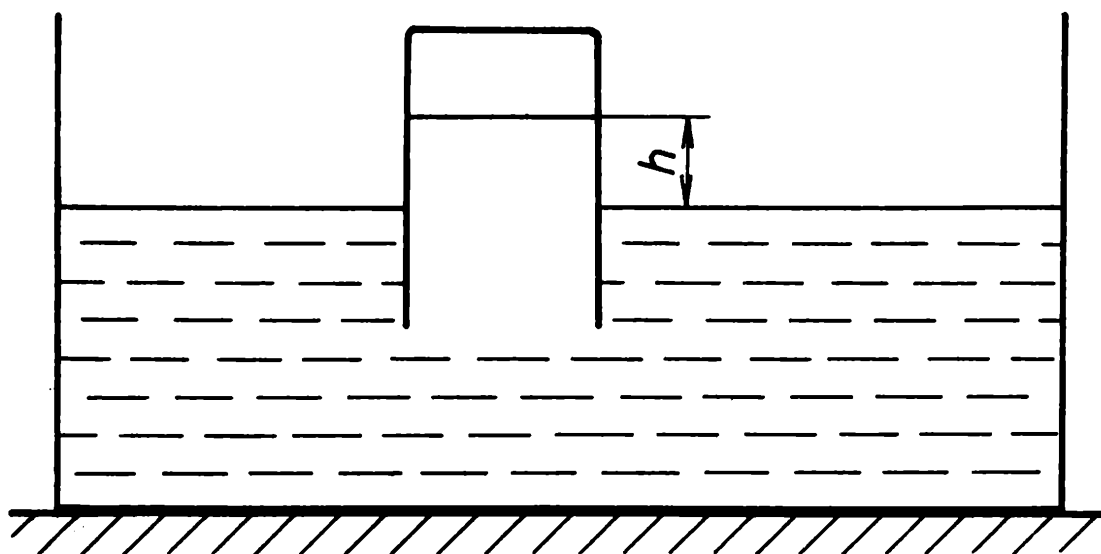
a) Urči průměrnou rychlost automobilu.

b) Urči dráhu, kterou ujel traktor do místa setkání.

5. Pohár obrať dnem vzhůru a částečně ho ponoř pod volný povrch vody v umyvadle nebo ve dřezu. Mezi volným povrchem vody v poháru a v umyvadle je rozdíl výšek h .

a) Proveď pokus a vysvětli.

b) Urči tlak vzduchu v poháru, je-li tlak okolního vzduchu $p_a = 100 \text{ kPa}$, rozdíl výšek volných povrchů $h = 80 \text{ mm}$.



30. ročník soutěže

FYZIKÁLNÍ OLYMPIÁDA

Leták pro kategorii E

Vydalo Státní pedagogické nakladatelství, n. p., v Praze
roku 1988 jako svou publikaci č. 9-91-14/30

Edice: Účelové náklady

Odpovědná redaktorka: Jaroslava Šarbochová

Výtvarná redaktorka: Zdeňka Drahokoupilová

Technický redaktor: Darius Bernard

Vytiskly: Moravské tiskařské závody, n. p., provoz 31, Gottwaldov

Formát papíru 86×122

AA 0,51 - VA 0,85

Náklad 10 000 výtisků

Tematická skupina a podskupina 03/5

1. vydání

14-578-88

SPN 9-91-14/30

14-578-88
03/5