31. ročník soutěže

FYZIKÁLNÍ OLYMPIÁDA

ve školním roce 1989 – 1990

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

31. ročníku FO dne ....

Podpis referenta FO
(učitele fyziky)

Založit do materiálů školy.

ISBN 80-04-23625-1

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 1989-1990 již 31. 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 přesvědčeni, že i ve 31. 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 1989

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 Rozhledoch 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 závady,
- 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 (ledna), v kategóriach 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 JSMF.

V druhom kole, na ktoré pozýva príslušný KV FO súťažiacich prostredníctvom riaditeľov škol, 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 se zadávajú štyri úlohy teoretické (včítane úlohy k študijnej téme) a tiež úloha experimentálna. Celoštátne kolo FO v 31. ročníku bude usporiadané na začiatku apríla 1990.

Úspešní riešitelia budú stanovení na základe bodovacieho systému. Najviac dvadsať najlepších riešiteľov tretieho kola bude vyhlásených za víťazov tretieho kola 31. ročníka súťaže FO. Z desiatich najlepších víťazov tretieho kola bude prevedený výber 5 účastníkov medzinárodnej fyzikálnej olympiády, ktorá bude usporiadaná v druhej polovici júna

1990 v Nizozemskom kráľovstve. 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 ÚV FO 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 úhľadne a čitateľne na listy formátu A4. Každú úlohu vypracujte na samostatnom papieri, pomocné obrázky a náčrty vyhotovte ceruzkou. Ak používate kalkulačku, nezabudnite na správne zaokrúhlenie výsledkov.

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

Studijní témata ve 31. ročníku FO:

Kat. A:

Kluvanec, D.: Vláknová optika (vyjde jako článek v Rozhledech matematicko-fyzikálních).

Kat. B:

Lepil, O.: Kmity a vlny. Brožurka Školy mladých fyziků 12, viz s. 7 až 46.

Kat. C:

Ungermann, Z. - Volf, I.: Pohyb tělesa v radiálním gravitačním poli. Brožurka Školy mladých fyziků 17, viz s. 9 až 47.

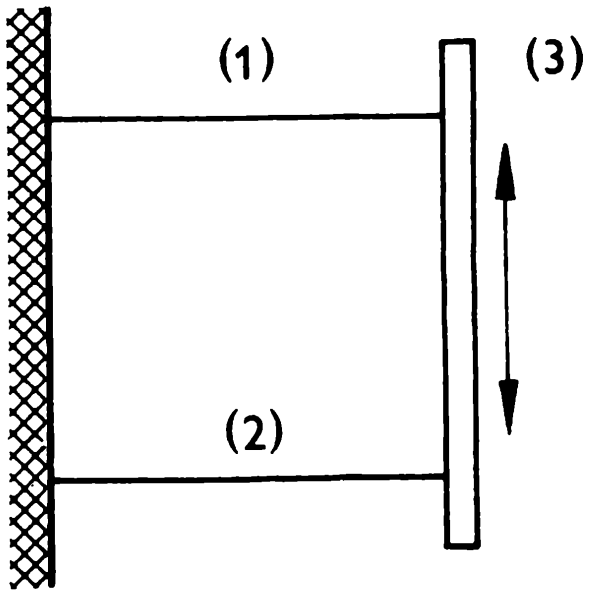
Kat. D:

Baník, R. - Turek, I.: Polopružný ráz těles (bude vydáno ÚVFO).

Úlohy I. kola 31. ročníku FO

Kategorie A

1. Na obr. A-1 je znázorněn model setrvačných vah, jimiž lze určovat hmotnost těles např. v kosmických lodích v beztížném stavu. Ke dvěma stejným plochým pružinám 1, 2 (listová pera) je připevněn můstek 3, který je možné rozkmitat ve vyznačeném směru tak, že jeho pohyb je takřka přímočarý. Prázdný můstek má hmotnost m_0 a volně kmitá s periodou T_0. Připevníme-li k můstku těleso o hmotnosti m, můstek kmitá s periodou $T_1 > T_0$. Jestliže k můstku připevníme těleso o neznámé hmotnosti M, můstek koná kmity s periodou T.



A-1

a) Určete hmotnost M tělesa, jestliže znáte veličiny m, T_1, T_0, T.

b) Popište, jak je možno použít setrvačné váhy k určení hmotnosti těles.

c) Pro hodnoty $m = 10$ kg, $T_0 = 1{,}0$ s, $T_1 = 1{,}5$ s nakreslete graf funkce $M = f(T)$ v intervalu $T \in \langle 1{,}0\ \text{s}; 4{,}0\ \text{s} \rangle$.

Předpokládáme, že hmotnost pružin je malá vzhledem ke hmotnosti můstku, že při měření nebyla překročena mez pružnosti pružin a že výchylka můstku z rovnovážné polohy byla malá.

2. Zářivý tok dopadající na plochu o obsahu právě 1 m^2, postavenou kolmo ke směru slunečních paprsků ve vzdálenosti r_o = 1 AU (přesně) od středu Slunce, určuje solární konstantu I_o = 1 360 $W.m^{-2}$. Družice tvaru koule je zhotovena z materiálu s velmi dobrou tepelnou vodivostí. Určete:
   a) teplotu t_o, kterou bude mít družice s černým povrchem, je-li ve vzdálenosti 1,00 AU od středu Slunce,
   b) teplotu t_1 družice s černým povrchem, je-li její vzdálenost od středu Slunce r_1 = 0,723 AU (r_1 je právě střední vzdálenost Venuše od Slunce),
   c) vzdálenost r_2 družice s černým povrchem od středu Slunce, aby teplota družice byla t_2 = 0 °C,
   d) teplotu t_3, kterou má družice ve vzdálenosti 1,00 AU od středu Slunce, je-li polovina povrchu družice obrácená ke Slunci černá a druhá polovina je lesklá,
   e) teplotu t_4, kterou má družice ve vzdálenosti 1,00 AU od středu Slunce, je-li obrácena tak, že sluneční paprsky jsou rovnoběžné s rovinou hlavní kružnice, oddělující černou část povrchu družice od části lesklé.

   Předpokládejte, že černý povrch družice dokonale pohlcuje záření a lesklý povrch nevyzařuje ani nepohlcuje záření.

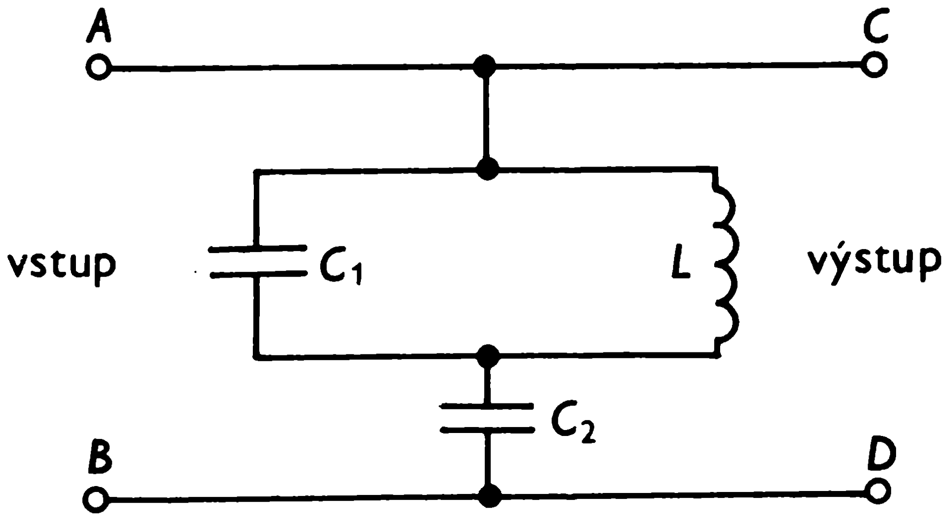
3. V televíznych prijímačoch na oddelenie modulovaného zvukového signálu s frekvenciou f_z od modulovaného obrazového signálu s frekvenciou f_o sa používa filter, ktorého schéma je na obr. A-2. Filter má zabezpečiť, aby zo vstupných svoriek AB na výstupné svorky CD filtra sa dostával bez zmeny modulovaný obrazový signál a čo najviac tlmený modulovaný zvukový signál. Kapacita kondenzátora 2 je C_2.

a) Vysvetlite princíp činnosti filtra.

b) Určte kapacitu C_1 kondenzátora 1.

c) Určte indukčnosť L cievky.

Riešte najskôr všeobecne, potom pre hodnoty: $f_z = 31{,}5$ MHz, $f_o = 38{,}0$ MHz, $C_2 = 15{,}0$ pF.



A-2

4. Na povrchu Mesiaca privrátenom k Zemi pristála kozmická sonda s tvarom kruhového disku s polomerom r. Povrch sondy je natretý čiernou farbou. Miesto pristátia sondy vyfotografujeme zo Zeme teleskopom s priemerom D objektivu. Film umiestime do ohniskovej roviny objektivu teleskopu.

   a) Objavíme na fotografii kozmickú sondu, ak je známe, že k odlíšeniu bodu na fotografii od jeho okolia je potrebný najmenej $k = 5$ % rozdiel osvetlenia? Vysvetlite.

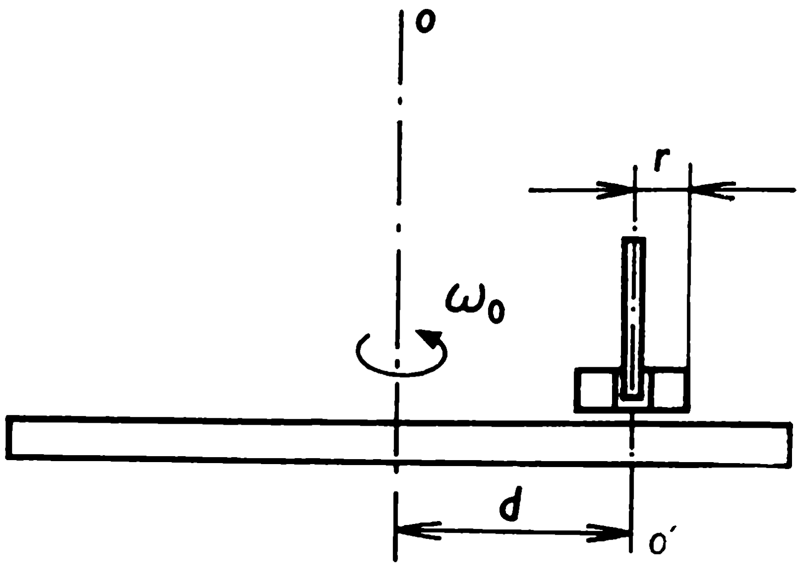
   b) Odhadnite najmenšie rozmery písmen na povrchu Mesiaca, ktoré bysme mohli pomocou uvedeného teleskopu prečítať.

Predpokladajte, že povrch Mesiaca v mieste pristátia sondy úplne odráža dopadajúce svetlo. Emulsia filmu je dostatočne jemná. Vzdialenosť Mesiaca od Zeme $d \doteq 4.10^8$ m, $r = 4$ m, $D = 6$ m, fotografovanie sa uskutečnilo so svetlom s vlnovou dĺžkou $\lambda = 600$ nm.

5. Veľký disk s horizontálnou rovinnou plochou sa otáča pomocou motorčeka rovnomerne s uhlovou rýchlosťou veľkosti ω_o okolo pevnej zvislej osi o. Vo vzdialenosti d od osi o je pevná zvislá hriadeľ s osou o', na ktorej je nasunutý malý disk s polomerom r, $r < d$, a s hmotnosťou m. Osi o, o' sú rovnobežné (obr. A-3). Malý disk uvoľníme. Spodnou plochou sa dotýka veľkého disku a môže sa otáčať okolo hriadeľky.

a) Určte ustálenú uhlovú rýchlosť $\vec{\omega}$ malého disku vzhľadom na os o', ak predpokladáme, že veľký disk si trvale zachová uhlovú rýchlosť $\vec{\omega}_o$.

b) Určte moment $\vec{M}$ síl trenia, ktoré pôsobia v ustálenom stave medzi diskami.

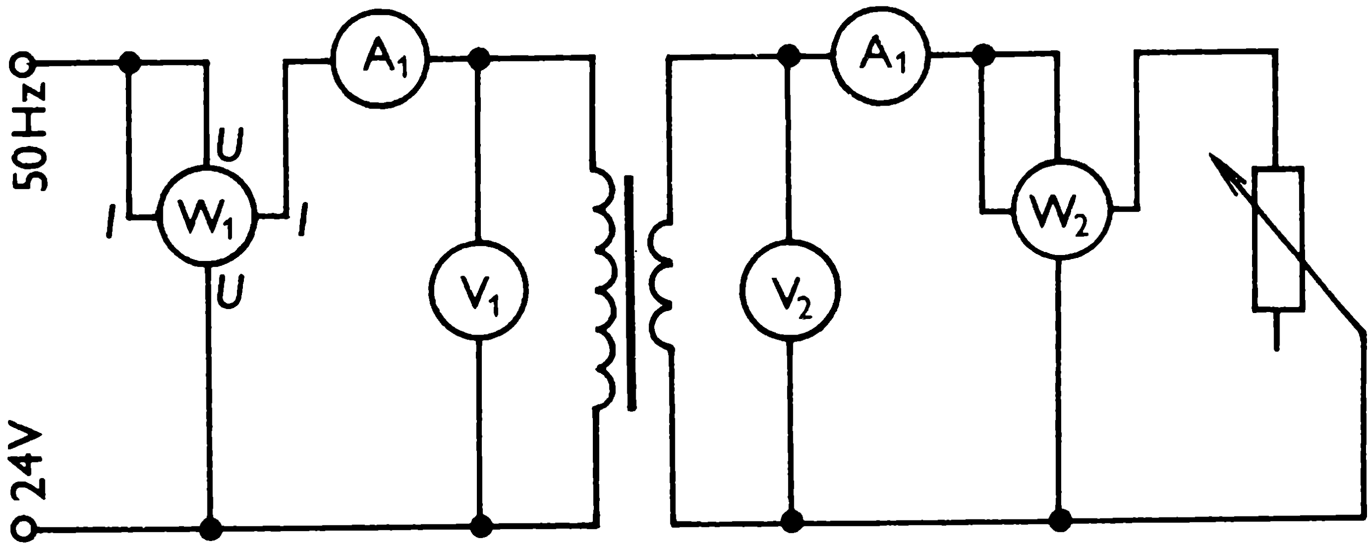


A-3

Predpokladajte, že malý disk je homogénny a že pre polomer R veľkého disku platí $R > r + d$.

6. **Meranie účinnosti transformátora**

Zostavte elektrický obvod podľa schémy na obr. A-4. K meraniu použite školský rozkladný transformátor s cievkami 600 závitov a 300 závitov. Pomocou voltmetrov a ampermetrov merajte napätie U_1, U_2 na svorkách cievok a prúdy I_1, I_2 prechádzajúce cievkami. Pomocou wattmetrov merajte príkon P_1 primárnej cievky a príkon P_2 reostatu (približne 50 Ω, 1 A) v sekundárnoum obvode transformátora. Primárnu cievku pripojte na zdroj harmonického napätia s efektívnou hodnotou 24 V až 30 V a frekvenciou 50 Hz.



A-4

a) Merajte veličiny: U_1, I_1, P_1, U_2, I_2, P_2, pre hodnoty prúdov I_2 = 0,2 A; 0,3 A; ... 0,8 A.

b) Pre každú hodnotu prúdu I_2 ďalej vypočítajte

- fázové posuny φ_1, φ_2 v primárnom a sekundárnom obvode,
- tepelné straty $R_1 I_1^2$, $R_2 I_2^2$ vo vinutiach primárnej

a sekundárnej cievky,

- tepelné straty P_2 v jadre transformátora,
- účinnosť $\eta = P_2 : P_1$ transformátora.

Všetky namerané a vypočítané veličiny zaznamenajte do tabuľky.

c) Zostrojte grafy funkcií $\varphi_1 = f_1(P_2)$, $\eta = f_2(I_2)$.

Pre spracovanie výsledkov meraní použite vhodnú výpočtovú techniku.

7. Optické vlákno s dĺžkou d sa skladá z valcového jadra s polomerom r_1 a indexom lomu n_1. Koaxiálny plášť vlákna má index lomu $n_2 < n_1$. Rýchlosť šírenia svetla vo vákuu je c.

a) Určte maximálny uhol α_m, pod ktorým môže dopadať svetelný lúč do stredu kruhovej základne optického vlákna, aby sa svetlo šírilo vláknom bezstratovo.

b) Určte dobu t potrebnú na prechod svetla optickým vláknom pre lúč dopadajúci do stredu kruhovej základne vlákna pod uhlom α.

c) Určte rozdiel Δt časov medzi najpomalším a najrýchlejším bezstratovým prechodom svetla týmto vláknom.

d) Pod akým uhlom α_v vstupuje lúč z optického vlákna, ak dopadol do stredu kruhovej základne optického vlakna pod uhlom $\alpha < \alpha_m$?

e) Určte ohniskovú vzdialenosť f spojnej šošovky, ktorá má sústrediť rovnobežné svetelné lúče do stredu kruhovej základne optického vlákna tak, aby sa uskutočnil bezstratový prechod svetla vláknom. Predpokladajte, že priemer šošovky je D_1.

Riešte všeobecne a potom pre hodnoty: $d = 1\,000$ m, $n_1 = 1{,}615$, $n_2 = 1{,}600$, $\alpha = 7{,}0°$, $D_1 = 50{,}00$ μm, rýchlosť svetla vo vákuu $c = 3{,}000.10^8$ m.s^{-1}. Pod bezstratovým prechodom svetla rozumieme stav, pri ktorom svetlo neopustí jadro vlákna.

Kategorie B

1. Železničný plošinový vagón s hmotnosťou M, pohybujúci sa po priamej vodorovnej trati rýchlosťou $\vec{v}_0$, narazí na zarážku, umiestnenú na koľajniciach. V dôsledku toho začne naň pôsobiť konštatná brzdiaca sila $\vec{F}$, vyvolaná trením zarážky o koľajnice. V strede plošiny vagóna je uložená debna s hmotnosťou m. Súčiniteľ šmykového trenia debny o plošinu vagóna je f. Vzdialenosť náprav vagóna je l.

   a) Opíšte pohyb vagóna a debny od okamihu nárazu. Urobte diskusiu riešenia vzhľadom na veličinu f.

   b) Graficky znázornite časovú závislosť veľkosti rýchlosti vagóna a debny vzhľadom na vhodne zvolenú inerciálnu sústavu súradníc.

   c) Graficky znázornite časovú závislosť veľkosti rýchlosti debny vzhľadom na vagón.

   d) Zostane po náraze ťažisko nákladu nad spojnicou náprav? Zdôvodnite.

   Riešte najskôr všeobecne, potom pre hodnoty:
   $M = 1{,}0 \cdot 10^4$ kg, $v_0 = 10$ m.s^{-1}, $F = 1{,}0 \cdot 10^5$ N,
   $m = 4{,}0 \cdot 10^3$ kg, $f = 0{,}50$, $l = 18$ m, $g = 9{,}8$ m.s^{-2}.

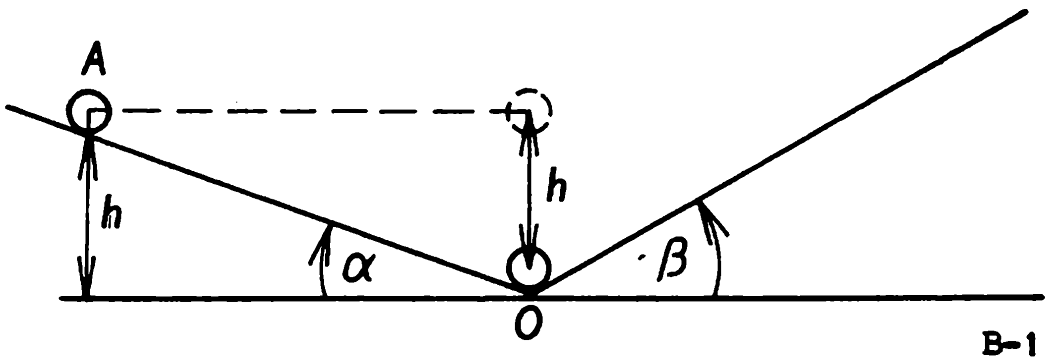
2. Dve naklonené roviny, zvierajúce s vodorovnou rovinou uhly α, β, sú umiestnené oproti sebe (obr. B-1). Guľôčku s hmotnosťou m a s polomerom r umiestime do bodu A, v ktorom je ťažisko guľôčky vo výške h nad ťažiskom guľôčky v jej najnižšej polohe, $h \gg r$. Guľôčka sa bude po naklonených rovinách valiť bez prekĺzavania.

   a) Určte zrýchlenia, s ktorými sa bude pohybovať ťažisko guľôčky počas jednotlivých fáz pohybu.

b) Vypočítajte periódu T pohybu guľôčky.

c) Nájdite závislosť zrýchlenia a rýchlosti ťažiska guľočky od času a znázornite ich graficky pre interval $t \in \langle 0;\ 2T \rangle$. Moment zotrvačnosti plnej gule je $J = \frac{2}{5} m r^2$. Odpor vzduchu a valivý odpor guľôčky zanedbejte. Predpokladajte, že guľôčka prechádza v najnižšom bude plynule, bez nárazu.

Riešte najprv všeobecne pre malé uhly α, β, potom pre hodnoty: $\alpha = 10^\circ$, $\beta = 15^\circ$, $h = 20$ cm, $g \doteq 9{,}8\ m.s^{-2}$.



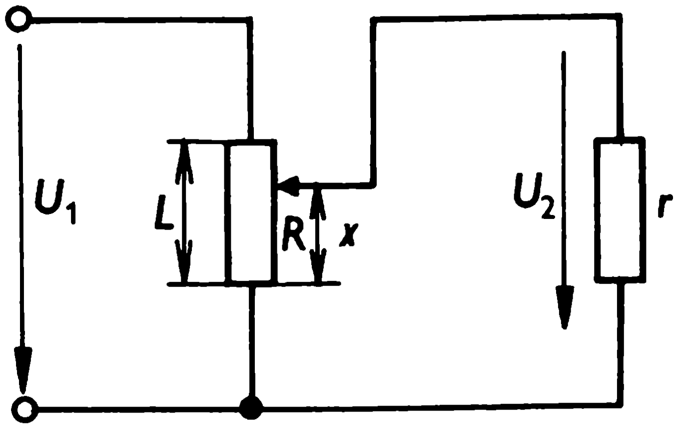
B-1

3. Lineární válcový potenciometr o celkovém odporu R je připojen ke zdroji stálého napětí U_1. Ke svorkám potenciometru je připojen spotřebič o odporu r. Celková délka odporového válce je L, vzdálenost jezdce od konce potenciometru je x (obr. B-2). Určete, jak závisí napěťový přenos $A = U_2 : U_1$ na poměru $\xi = x : L$. Získanou závislost $(A;\ \xi)$ zobrazte ve vhodném měřítku na milimetrový papír pro hodnoty

a) $r = 10\ R$, b) $r = R$, c) $10\ r = R$.

Ve všech případech určete, pro kterou hodnotu ξ je napěťový přenos roven hodnotě 0,5.

Poznámka: Při rýsování volte postupně $\xi = 0{,}1;\ 0{,}2;$ atd.



B-2

4. Obal balónu s príslušenstvom má hmotnosť m, maximálny objem balónu je V_0. Teplota t_0 okolitého vzduchu nezávisí od výšky. Tlak vzduchu pri zemi je p_0. Balón naplníme horúcim vzduchom s teplotou t_1, objemom V_1, a potom balón uzavrieme.

   a) Určte výslednú silu $\vec{F}$, ktorá pôsobí na balón. Poletí balón nahor, alebo nie? Zdôvodnite.

   b) V akej výške balón zastane?

   c) Navrhnite spôsob, ako určiť objem V_{1m} balónu, keď balón dosiahne maximálnu výšku. Určte, aká je tato výška.

Výmenu tepla medzi balónom a okolím zanedbajte. Dej v plyne vo vnútri balóna považujte za adiabatický, pre ktorý platí stavová rovnica plynov a vzťah $p V^{\varkappa}$ = konšt. Atmosférický tlak závisí od výšky podľa vzťahu

$$p = p_0 \exp\left(-\frac{g h M_m}{R T_0}\right).$$

Riešte všeobecne, potom pre hodnoty: $R = 8{,}3 \cdot 10^3\ \mathrm{J\,K^{-1}kmol^{-1}}$, $M_m = 29\ \mathrm{kg.kmol^{-1}}$, $\varkappa = 1{,}4$, $g = 9{,}8\ \mathrm{m.s^{-2}}$, $p_0 = 1{,}0 \cdot 10^5\ \mathrm{Pa}$, $V_0 = 400\ \mathrm{m^3}$, $t_0 = 10\ \mathrm{^\circ C}$, $t_1 = 100\ \mathrm{^\circ C}$, $m = 100\ \mathrm{kg}$,

$V_{11} = 390\ m^3$ a tiež pre hodnotu $V_{12} = 360\ m^3$.

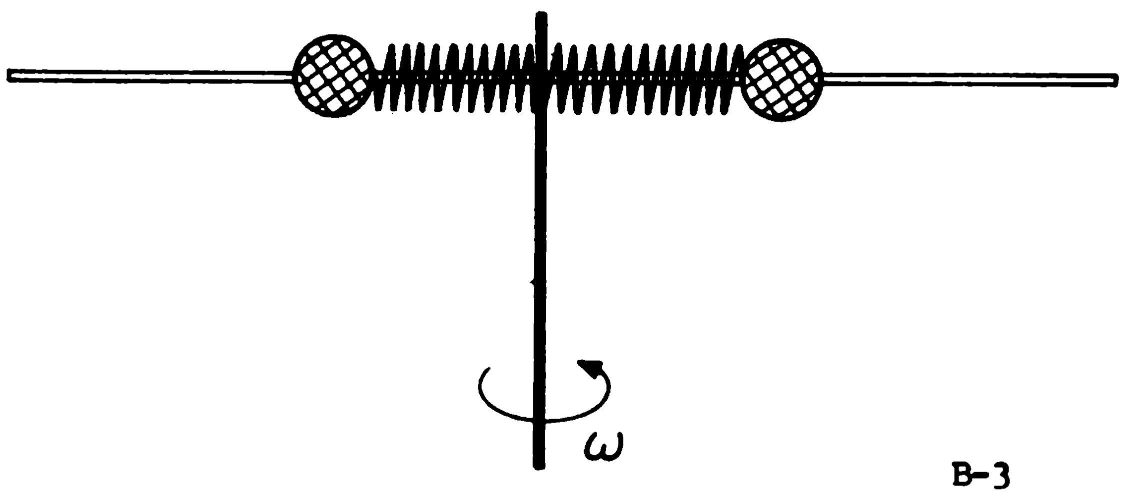
5. Na vodorovnej tyči, ktorá je v strede upevnená na zvislom hriadeli, sú pružinami s rovnakou tuhosťou k pripevnené k stredu tyče dve guľôčky s hmotnosťami m. Guľôčky sa pozdĺž tyče môžu pohybovať bez trenia. Dĺžka nezaťažených pružín je l_o. Zariadenie je uvádzané do rotačného pohybu okolo zvislej osi motorčekom (obr. B-3).

a) Aká bude rovnovážna poloha guľôčiek pri zadanej uhlovej rýchlosti $\vec{\omega}$ sústavy? Znázornite aj graficky.

b) Určte kinetickú energiu E_k sústavy pri uhlovej rýchlosti $\vec{\omega}$.

c) Za akú dobu t_o po zapnutí motorčeka sa vzdialenosť guľôčiek od stredu tyče zdvojnásobí? Aká bude v tomto okamihu uhlová rýchlosť sústavy? Predpokladajte, že výkon motorčeka je konštantný počas rozbiehania a že trenie v ložiskách je zanedbateľné.

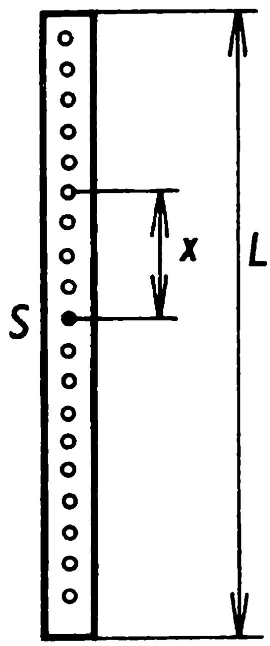
d) Pri ktorej uhlovej rýchlosti $\vec{\omega}_o$ sa otáčanie sústavy ustáli pri zadanom výkone P motorčeka, ak uvážime moment $\vec{M}_t$ trecích síl v ložiskách?



B-3

Hmotnosť tyče a pružín zanedbejte. Riešte najprv všeobecne, potom pre hodnoty: $k = 50\ N.m^{-1}$, $P = 0,3\ W$, $m = 0,5\ kg$, $l_o = 0,10\ m$, $\omega = 5,0\ s^{-1}$.

6. Ověření vztahu pro výpočet doby kmitu tyčového kyvadla



B-4

Teorie: Tenká homogenní tyč má délku L a má konstantní průřez. Provrtáme-li ji ve vzdálenosti x od středu S a navlékneme-li ji na vodorovnou osu, vznikne kyvadlo. Doba kmitu kyvadla při malé amplitudě výchylky se vypočítá podle vztahu

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L^2 + 12\,x^2}{12\,g\,x}}\,. \qquad (1)$$

Jestliže $x = x_m = \dfrac{L}{\sqrt{12}}$ (2)

je doba kmitu minimální a má hodnotu

$$T = T_m = 2\pi\sqrt{\frac{L}{\sqrt{3}\,g}}\,. \qquad (3)$$

Úkol:

a) Odvoďte vztahy (1), (2), (3) pro malé výchylky amplitudy. Zdůvodněte požadavek, že výchylka amplitudy musí být malá.

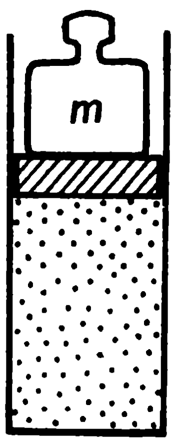
b) Experimentálně ověřte platnost uvedených vztahů.

Provedení: Dřevěnou tyč obdélníkového průřezu dlouhou 1 m provrtejte nejprve v těžišti a potom v pravidelných vzdálenostech řadou otvorů o průměru 6 mm. Vzdálenost středů sousedních otvorů volte 5 cm (obr. B-4). Osu můžete zhotovit z ocelového drátu o průměru 4 až 5 mm, který na jednom konci zabrousíte do tvaru břitu. Takto zhotovenou osu upevníte vodorovně do masívního stojanu. Tyč navlékejte jednotlivými otvory na osu a měřte dobu kmitu při malé amplitudě výchylek. Využijte všech otvorů. Naměřené hodnoty T_e a hodnoty vypočtené T_v podle vztahu (1) zapište do tabulky:

$\frac{x}{m}$					
$\frac{T_e}{s}$					
$\frac{T_v}{s}$					

Získané výsledky zobrazte graficky a posuďte, zda jsou splněny vztahy (1), (2), (3). Případné odchylky naměřených hodnot od vypočtených hodnot vysvětlete. Při určení T_e z naměřených hodnot můžete vhodně využít výpočetní techniky. Výpis, popř. program přiložte k protokolu.

7. U některých dopravních prostředků se používá pneumatické odpružení. Uvažujme jednoduchý model podle obr. B-5.



B-5

Svislý válec naplněný vzduchem je uzavřen pístem se zátěží, přičemž hmotnost pístu se zátěží je m. Jestliže válec rozkmitáme ve svislém směru (např. spojením s nápravou vozidla, které se pohybuje po zvlněné vozovce), přenášejí se tyto kmity na zátěž.

a) Stanovte periodu kmitů válce, při které bude amplituda výchylky zátěže maximální, je-li L_0 daná rovnovážná délka vzduchového sloupce ve válci.

b) Navrhněte průměr a minimální délku válce tak, aby při hmotnosti m pístu se závažím, při požadované rezonanční frekvenci f_r a při předpokládané maximální amplitudě výchylky kmitů pístu kolem rovnovážné polohy A_m nepřekročil tlak plynu ve válci maximální hodnotu p_m.

Úlohu řešte obecně, potom pro hodnoty: L_0 = 30 cm, m = 10 t, f_r = 1,0 Hz, A_m = 10 cm, p_m = 20 MPa. Ostatní hodnoty najděte v tabulkách.

Poznámka: Atmosférický tlak považujte v porovnání s tlakem plynu ve válci za zanedbatelný. Děje v plynech považujte za adiabatické. Dále platí $(1 + x)^n \doteq 1 + n\,x$, je-li $x \ll 1$; tento přibližný vztah je vhodné použít.

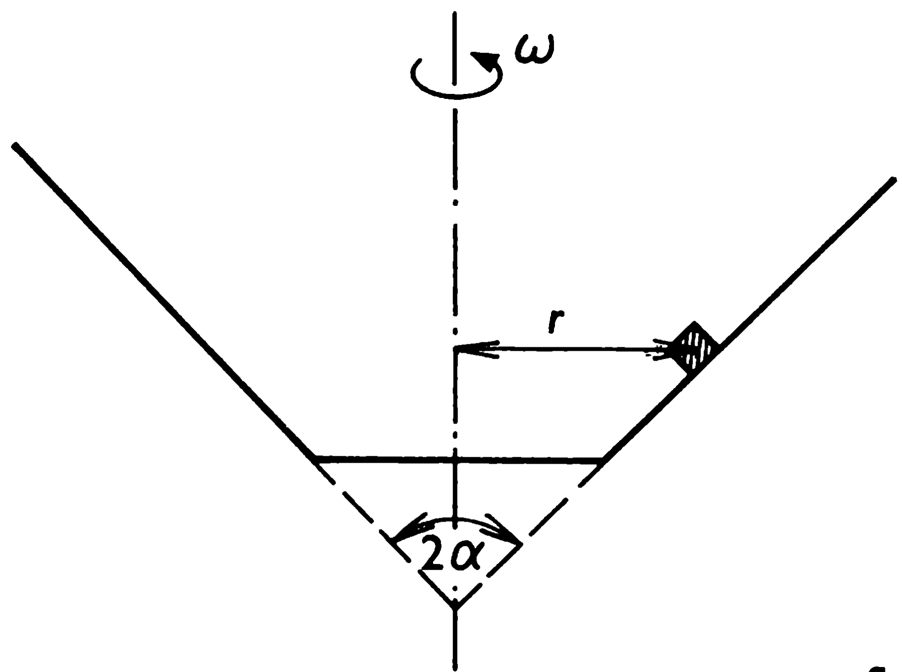
Kategorie C

1. Dvě malé kuličky, každá o hmotnosti m, jsou zavěšeny na hedvábných vláknech délky d a zanedbatelné hmotnosti. Obě vlákna jsou upevněna ve společném bodě. Zelektrujeme-li každou z kuliček stejným nábojem Q, odchýlí se každé z vláken o úhel φ od svislého směru. Kuličky považujte za hmotné body.

   a) Určete náboj Q. Úlohu řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty $m = 5{,}0 \cdot 10^{-6}$ kg, $d = 10$ cm, $\varphi = 30°$.

   b) Pro uvedené hodnoty m, d sestrojte graf závislosti náboje Q na úhlu φ z intervalu $\langle 10°; 80° \rangle$.

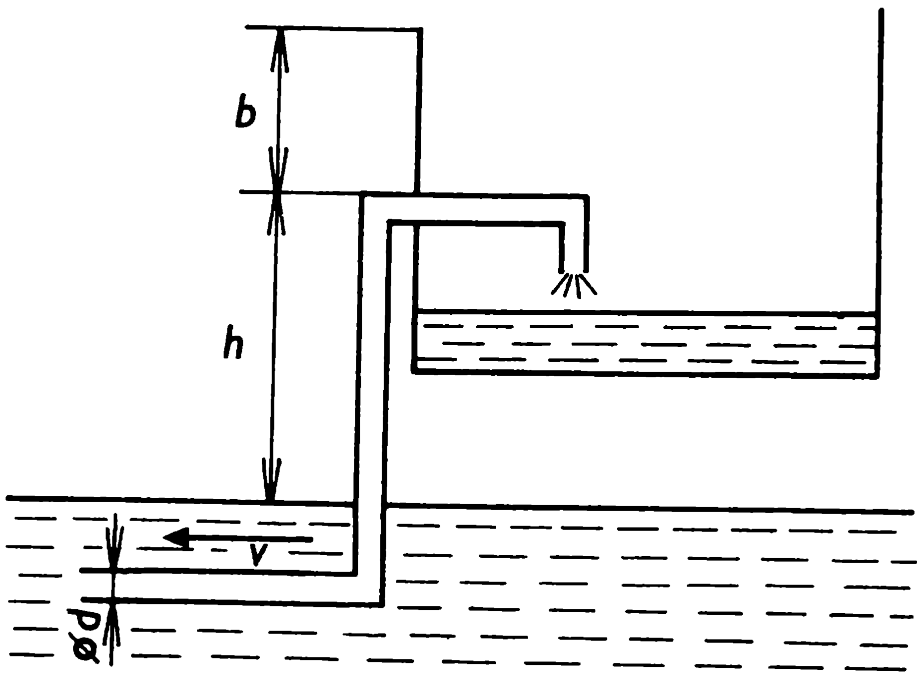
2. Na vnitřní stěně násypky tvaru komolého kužele s vrcholovým úhlem 2α leží krychle velmi malých rozměrů. Vzdálenost jejího těžiště od osy kužele je r. Kužel se otáčí kolem své osy stálou úhlovou rychlostí ω (obr. C-1).



C-1

Určete úhlové rychlosti rotace kuželu, při nichž krychle nemění svou polohu vzhledem k násypce. Součinitel statického tření mezi krychlí a stěnou kužele je f. Při řešení považujte krychli za hmotný bod. Řešte nejprve obecně, potom pro hodnoty: $f = 0,20$, $\alpha = 45^{o}$, $r = 3,0$ cm, $g = 9,8\ m.s^{-2}$.

3. Dříve parní lokomotivy někdy doplňovaly vodu do nádrže bez zastavení, během jízdy. Mezi kolejnicemi byl pro tyto účely postaven dlouhý kanál naplněný klidnou vodou. Do něj se za jízdy spustila z lokomotivy trubice, kterou voda za jízdy natekla do cisterny. Schéma zařízení je na obr. C-2.



C-2

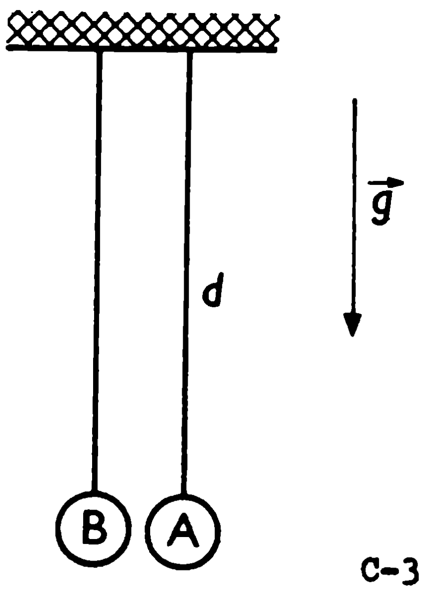
a) Vysvětlete princip činnosti zobrazeného zařízení.

b) Určete rychlost $\vec{v}$ lokomotivy, při které se na dráze s do nádrže lokomotivy načerpá voda o objemu V, pohybuje-li se lokomotiva rovnoměrným přímočarým pohybem a vodu považujeme za ideální kapalinu.

c) Okraj nádrže je ve výšce b nad horní částí potrubí (obr. C-2). Za jaké podmínky může voda přetéci přes okraj nádrže?

Řešte nejprve obecně, potom pro hodnoty: $s = 1{,}0 \cdot 10^3$ m, $V = 3{,}0\ m^3$, $d = 0{,}10$ m, $h = 3{,}5$ m, $b = 0{,}5$ m, $g = 9{,}8\ m.s^{-2}$.

4. Na trámu jsou zavěšena dvě kyvadla A, B. Každé z kyvadel tvoří homogenní dokonale pružná koule, zavěšená na vlákně délky d. Vlákno má zanedbatelnou hmotnost. Obě koule mají stejný poloměr. V rovnovážné poloze jsou vlákna obou kyvadel rovnoběžná a koule se navzájem dotýkají. Kyvadlo A vychýlíme z rovnovážné polohy o úhel α, $\alpha \leqq 90°$, a potom pustíme. Při návratu v dolní rovnovážné poloze kyvadlo A narazí do kyvadla B přímým středovým rázem.



C-3

a) Určete okamžité rychlosti $\vec{v}_A$, $\vec{v}_B$ obou koulí bezprostředně po nárazu, je-li poměr $m_A : m_B$ hmotností koulí roven p.

b) Určete, při jakém poměru hmotností m_A a m_B vystoupí obě koule po nárazu do stejné výšky.

c) Určete, při jakém poměru $m_A : m_B$ se kyvadlo B po nárazu vychýlí o úhel $\beta \leqq 90°$.

d) Určete, při jakém nejmenším poměru $m_A : m_B$ se napnuté vlákno kyvadla B vychýlí o úhel 180°.

e) Řešte úlohu d) za předpokladu, že vlákna kyvadel nahradíme pevnými tyčemi stejné délky d a zanedbatelné hmotnosti.

Tření v závěsech a odpor vzduchu při pohybu kyvadel neuvažujeme. Úlohu řešte nejprve obecně, potom pro úhly $\alpha = 90^\circ$, $\beta = 45^\circ$, $p = 2{,}0$, $d = 1{,}0$ m, $g = 9{,}8$ m.s^{-2}.

5. Kovové těleso o hmotnosti m_1 a o teplotě t_1 bylo vloženo do tepelně izolované nádoby o objemu V_0. Potom byla nádoba pevně uzavřena. Vzduch měl před vložením tělesa do nádoby teplotu t_0 a tlak p_0. Kovové těleso má hustotu ρ, měrnou tepelnou kapacitu c a jeho součinitel teplotní délkové roztažnosti je α. Určete tlak plynu po dosažení tepelné rovnováhy v nádobě. Vzduch považujte za dvouatomový ideální plyn, změnu teploty nádoby zanedbejte. Řešte nejprve obecně, potom pro hodnoty: $m_1 = 1{,}00$ kg, $p_0 = 1{,}00 \cdot 10^5$ Pa, $t_1 = 200$ °C, $t_0 = 0{,}00$ °C, $V_0 = 10{,}0$ dm^3, $c = 383$ J.kg^{-1}K^{-1}, $\alpha = 17{,}0 \cdot 10^{-6}$K^{-1}, $\rho = 8{,}93 \cdot 10^3$ kg.m^{-3}.

Pro dané hodnoty ověřte, zda lze zanedbat při řešení úlohy i změny objemu kovového tělesa.

6. Studium deformace tyče ohybem

Působí-li na kovovou homogenní tyč podepřenou v bodech A, B síla $\vec{F}$ (obr. C-4), potom pro průhyb y způsobený pružnou deformací ohybem tyče platí

$$y = \frac{1}{48\,EJ} F L^3 + \frac{G}{48\,EJ} \left(\frac{5}{8} L^3 - 3 a^2 L\right) \quad \ldots (1),$$

kde E je modul pružnosti v tahu a G je tíha tyče. Veličina J se nazývá moment setrvačnosti průřezu. Pro kruhový průřez o průměru d platí $J = \frac{1}{64} \pi d^4$ ... (2). Význam ostatních veličin ve vztahu (1) je zřejmý z obr.

C-4. Vztah (1) je možno použít k měření modulu pružnosti E tyče. K měření volte ocelovou tyč kruhového průřezu o průměru přibližně 5 mm a délky přibližně 1 m.

a) Navrhněte a sestavte zařízení vhodné k měření (podle obr. C-4). Veličiny a, L, d, G, y, F měřte s přesností alespoň na dvě platné číslice.

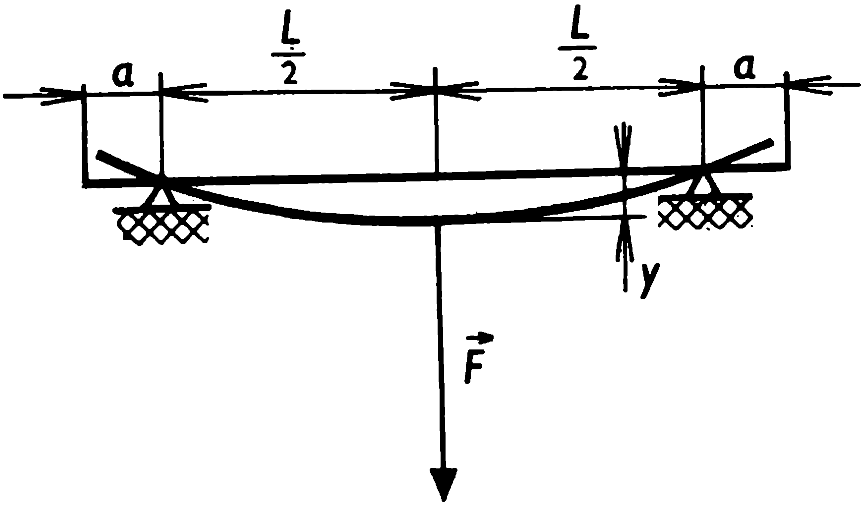
b) Vztah (2) dosaďte do vztahu (1). Známe-li všechny hodnoty veličin popisujících vlastnosti tyče, jakou matematickou funkcí je funkce $y = f(F)$?

c) Svůj závěr z úkolu (b) ověřte měřením. Navrhněte vhodný způsob měření a změřte hodnoty y alespoň pro 10 různých hodnot velikosti síly $\vec{F}$. Při měření tyč postupně zatěžujte (naměřené hodnoty y označte v tabulce symbolem $y\uparrow$) a po dosažení maximální zvolené velikosti síly $\vec{F}$ opět tyč postupně odlehčujte (snižujte hodnoty velikosti síly $\vec{F}$; v tabulce označte odpovídající hodnoty symbolem $y\downarrow$). Vypočítejte střední hodnoty $y_s = \frac{y\uparrow + y\downarrow}{2}$. Z naměřených hodnot sestrojte graf $y_s = f(F)$. Porovnejte tento graf s předpokládaným průběhem funkce $y = f(F)$. Případné odchylky zdůvodněte.

d) Vyjádřete ze vztahů (1), (2) modul pružnosti E materiálu tyče. Pomocí tohoto vztahu vypočítejte E z hodnot y_s, F získaných z lineární části grafu $y_s = f(F)$.

e) Druhý člen na pravé straně vztahu (1) vyjadřuje průhyb tyče způsobený tíhovou silou působící na tyč. Navrhněte postup měření E tak, abychom tento člen nemuseli při výpočtu uvažovat.

Poznámka: Nemůžete-li použít tyč kruhového průřezu, použijte tyč obdélníkového průřezu, pro kterou $J = \frac{1}{12} b h^3$, kde b, h jsou rozměry průřezu tyče; (obr. C-4).



C-4

7. Druhý Jupiterův měsíc Europa obíhá kolem Jupiteru po kružnici o poloměru r_1 se siderickou oběžnou dobou T_1. Třetí Jupiterův měsíc Ganymed má siderickou oběžnou dobu T_2. Střední poloměr Jupiteru je R. Za předpokladu, že hmotnosti i střední poloměry obou měsíců jsou vzhledem k hmotnosti a střednímu poloměru Jupiteru malé, vypočítejte:

a) velikost rychlosti, kterou obíhá Europa kolem Jupiteru,

b) hmotnost Jupiteru,

c) poloměr kružnice, po které se pohybuje Ganymed kolem Jupiteru,

d) zorný úhel, pod kterým vidí Jupiter pozorovatel z povrchu Europy,

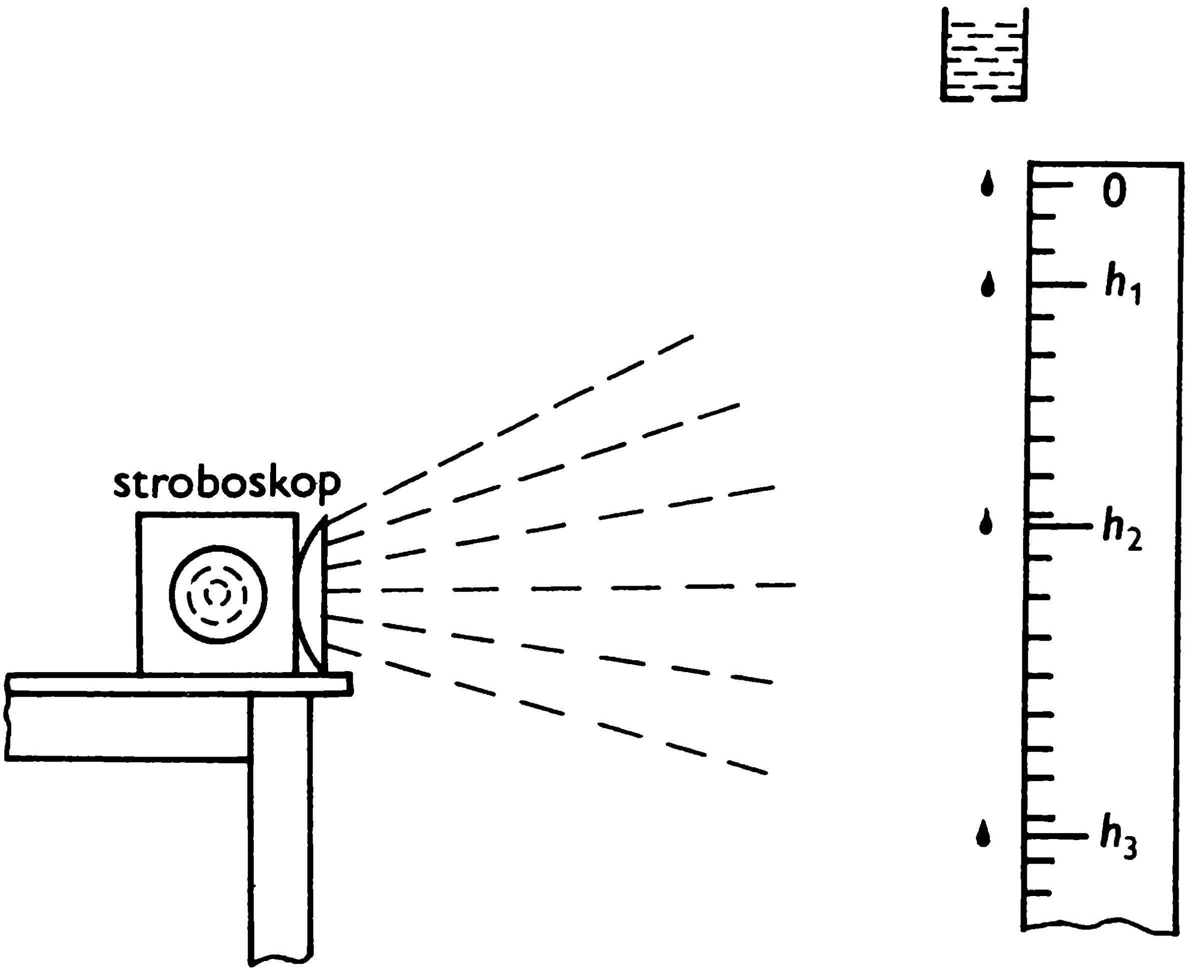
e) nejkratší dobu, za kterou se opakuje taková poloha Jupiteru, Europy a Ganymedu, ve které Europa je právě mezi Jupiterem a Ganymedem a středy všech tří těles leží v téže přímce.

Úlohu řešte nejprve obecně, potom pro hodnoty: $r_1 = 6{,}71 \cdot 10^5$ km, $T_1 = 3{,}55$ d, $T_2 = 7{,}16$ d, $R = 7{,}14 \cdot 10^4$ km.

• K řešení si prostudujte část publikace Volf, I. - Ungermann, Z.: Pohyb tělesa v radiálním grafitačním poli, Edice Škola mladých fyziků. 17, s. 9 - 47.

Kategorie D

1. Z nádobky pravidelne odkvapkávajú kvapky vody a padajú popri zvisle umiestnenom pravítku. Počiatok pravítka sa nachádza na jeho hornej časti vo vzdialenosti h_0 pod otvorom nádobky. Padajúce kvapky osvetľujeme svetlom stroboskopu, ktorého intenzívne záblesky sa pravidelne opakujú s frekvenciou f. Frekvenciu môžeme podľa potreby nastaviť a odčítať na stupnici stroboskopu. Stroboskop nastavíme tak, aby každú kvapku osvetlil práve vtedy, keď prechádza začiatkom pravítka (bod 0), a následujúci raz bodom o úsek h_1 nižšie pod bodom 0 (obr. D-1).



D-1

a) Určte periódu T a frekvenciu f zábleskov stroboskopu.

b) V ktorých ďalších polohách h_k budú padajúce kvapky ešte osvetľované? Vzdialenosti h_1, h_2, ... , h_k sú merané od začiatku pravítka. Určte všeobecný vzťah pre h_k, pričom k môže nadobudnúť hodnoty 0, 1, 2, ...

Úlohu riešte najprv všeobecne, potom pre hodnoty: h_o = 10 cm, g = 9,8 m.s^{-2}, h_1 = 5,0 cm. Odpor vzduchu zanedbávame a kvapky považujeme za hmotné body.

2. Pomocou hydraulického lisu a silomera se zistilo, že na vnikanie klinca do dubovej klady je potrebné pôsobiť silou $\vec{F}$, ktorá je pomerne veľká. Keď chceme vtlačiť klinec do klady holými rukami, zistíme, že se nám to nepodarí. Použitím kladiva takýto klinec do klady vtĺkame pomerne ľahko.

a) Opíšte a bližšie objasnite, ako použitím kladiva vzniká tak veľká sila, ktorá je potrebná na vnikanie klinca do klady. Kladivo s hmotnosťou m uvedieme do pohybu v smere zvislom nadol tak, že narazí na zvisle stojací klinec, ktorý vnikne do klady o úsek s .

b) Určte veľkosť v rýchlosti, s ktorou kladivo narazí na hlavičku klinca.

c) Akú dobu t trvá vnikanie klinca do klady pri uvedenom náraze kladiva?

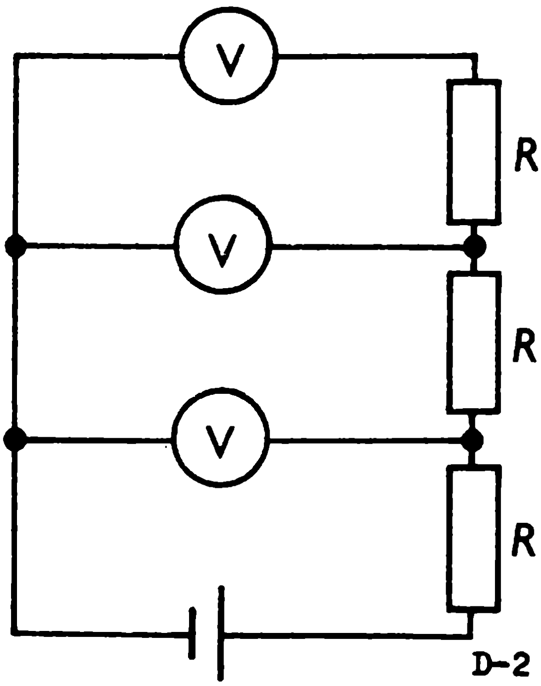
d) Z akej výšky h by sme museli spustiť kladivo na zvislý klinec, aby vnikol do klady o uvedený úsek s ?

Úlohu riešte všeobecne a potom pre hodnoty: F = 10 000 N, s = 2,0 cm, g = 9,8 m.s^{-2}, m = 0,50 kg. Hmotnosť klinca považujeme v porovnaní s hmotnosťou kladiva za zanedbateľne malú. Odpor vzduchu zanedbávame a silu potrebnú na vnikanie klinca do klady považujeme za konštantnú. Ráz považujeme za nepružný.

3. Po naklonenej rovine s dĺžkou d a so sklonom α spúšťame hranolček s hmotnosťou m. Dolný koniec naklonenej roviny je vo výške h_0 nad vodorovnou dlážkou.
   a) Určte veľkosť v rýchlosti hranolčeka na konci naklonenej roviny.
   b) Akú dobu t trvá pohyb hranolčeka od opustenia roviny po jeho dopad na dlážku?
   c) V akej vodorovnej vzdialenosti x od konca naklonenej roviny dopadne hranolček na dlážku?

   Trenie a odpor vzduchu zanedbávame. Hranolček považujeme za hmotný bod.
   Úlohu riešte najprv všeobecne, potom pre hodnoty: $d = 1{,}2$ m, $\alpha = 30^{\circ}$, $m = 0{,}10$ kg, $h_0 = 1{,}0$ m, $g = 9{,}8$ m.s^{-2}.

4. Elektrický obvod, ktorého schéma je na obr. D-2, je zostavený z troch rovnakých rezistorov s odporom R, troch rovnakých voltmetrov s odporom r a zdroja napätia. Voltmetrom V_1 sme namerali napätie $U_1 = 10$ V, voltmetrom V_3 napätie $U_3 = 8{,}0$ V.
   Určte napätie U_2 medzi svorkami voltmetra V_2.
   Odpory spojovacích vodičov sú veľmi malé.



D-2

5. Dve priame rúry s dĺžkou d a s polomerom R sú priložené tesne k sebe, a takto vytvárajú žliabok naklonenej roviny, po ktorej môžeme spúšťať oceľovú guľu s polomerom r. Výška naklonenej roviny je h. Predpokladáme, že guľa sa valí bez kĺzania, tj. predpokladáme veľmi veľké šmykové trenie medzi povrchmi gule a rúry. Odpor vzduchu a valivý odpor sú zanedbateľne malé.
   a) Určte veľkosť v rýchlosti postupného pohybu gule na konci naklonenej roviny.
   b) Určte uhlovú rýchlosť gule na konci naklonenej roviny.
   c) Určte kinetickú energiu E_1 posuvného pohybu gule na konci naklonenej roviny.
   d) Určte kinetickú energiu E_2 rotačného pohybu gule na konci naklonenej roviny.
   e) Určte pomer $k = E_1 : E_2$ podľa bodov c), d).
   f) Závisí pomer k podľa bodu e) od výšky h naklonenej roviny?
   g) Určte frekvenciu f rotácie gule na konci naklonenej roviny.

6. Určovanie hustoty pevných látok
Pomôcky k meraniu: vhodná pružina bez predpätia, nepravidelná nádoba s vodou (napr. miska), pravítko, nitka, lepiaca páska, statívový materiál, skúmané telesá (hliníková súčiastka, oceľová súčiastka, sklenený predmet, kúsok vápenca, feritový magnet).
Úloha: Použitím uvedených pomôcok určte hustotu látky piatich predmetov, ktoré neplávajú na vode. Vychádzajte pritom zo známej hustoty vody, $\rho_0 = 1\ 000\ \mathrm{kg.m^{-3}}$. Navrhnite postup merania. Načrtnite meraciu zostavu a postup merania

tiež vystihnite jednoduchými obrázkami. Každú skúmanú látku merajte desaťkrát a určte priemerné hodnoty hustoty každej meranej látky. Určte odchýlku merania. Získané výsledky porovnajte s údajmi v matematicko-fyzikálnych tabuľkách.

7. Dve gule sa pohybujú v smere osi x a dôjde k ich centrálnemu rázu, pričom gule nie sú dokonale pružné. Prvá guľa s hmotnosťou m_1 sa pohybovala pred rázom rýchlosťou $\vec{v}_1$, druhá guľa s hmotnosťou m_2 rýchlosťou $\vec{v}_2$. Súčiniteľ restitúcie tejto dvojice gúľ je q. Uvedené rýchlosti sa vzťahujú na sústavu spojenú s povrchom Zeme.

   a) Určte rýchlosť $\vec{v}_t$ ťažiska obidvoch gúľ vzhľadom na povrch Zeme.

   b) Určte rýchlosti $\vec{u}_1$, $\vec{u}_2$ gúľ v sústave spojenej s ich spoločným ťažiskom pred rázom.

   c) Určte rýchlosti $\vec{u}_1'$, $\vec{u}_2'$ gúľ po ráze v súradnicovej sústave spojenej s ich spoločným ťažiskom.

   d) Určte rýchlosti $\vec{v}_1'$, $\vec{v}_2'$ gúľ po ráze v sústave spojenej s povrchom Zeme.

   e) Určte úhrnnú kinetickú energiu E_k sústavy pred rázom a energiu E_k' po ráze v sústave spojenej so spoločným ťažiskom gúľ.

   f) Určte úhrnnú kinetickú energiu E_{kZ} pred rázom a energiu E_{kZ}' po ráze v sústave spojenej s povrchom Zeme.

   g) Aká časť celkovej kinetickej energie pred rázom sa pri ráze premenila na iné formy energie v sústave spojenej s povrchom Zeme a v sústave spojenej so spoločným ťažiskom?

Úlohu riešte najprv všeobecne a potom pre hodnoty:

$m_1 = 2{,}0$ kg, $m_2 = 1{,}0$ kg, $\vec{v}_1 = 10\ \vec{i}\ \mathrm{m.s^{-1}}$, $\vec{v}_2 =$
$= -5{,}0\ \vec{i}\ \mathrm{m.s^{-1}}$, $q = 0{,}90$. Rotačné pohyby gúľ, odpor prostredia a trenie neuvažujeme.

31. ročník soutěže

FYZIKÁLNÍ OLYMPIÁDA

Vydalo Státní nakladatelství, n. p., v Praze
roku 1989 jako svou publikaci č. 9-91-13/31
Edice Účelové náklady
Odpovědná redaktorka Jana Nováková
Výtvarná redaktorka Zdeňka Drahokoupilová
Technická redaktorka Lenka Peřinková
Vytiskly Moravské tiskařské závody, n. p., provoz 21, Ostrava 1,
Novinářská 7, Ř 903322
Formát papíru 86 cm × 122 cm
Počet stran 36
AA 1,20 – VA 1,50
Náklad 6 000 výtisků
Tematická skupina a podskupina 03/5
1. vydání

14-614-89

ISBN 80-04-23625-1

31. ročník soutěže

FYZIKÁLNÍ OLYMPIÁDA

ve školním roce 1989–1990

LETÁK PRO KATEGORIE E, F

Státní
pedagogické
nakladatelství
Praha

Letáky FO pro kategorie E a F (archimediáda) došly v počtu ....

kusů na naši školu dne ....

Žáci byli seznámeni se soutěží a se zadanými úlohami 31. ročníku

FO dne ....

Podpis referenta FO
(učitele fyziky)

Založit do materiálů školy.

ISBN 80-04-23577-8

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

31. ročník soutěže ve školním roce 1989/90

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 učiteli fyziky v těchto termínech:

- úlohu první až třetí nejpozději do 30. listopadu 1989,
- úlohu čtvrtou až sedmou nejpozději do 5. ledna 1990.

Řešené úlohy učitel opraví a klasifikuje takto:

- výborně, jestliže je úloha buď vyřešena bez chyb, nebo se v řešení vyskytují 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, vyskytují-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 1990, 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 1990 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. Doporučujeme, aby okresní, popř. krajské výbory FO zajistily opravu úloh II. a III. kola 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 SOUTĚŽÍCÍ

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, vysvětlete použité označení a udělejte stručný zápis. Používejte náčrtky. Řešení úloh pište čitelně a úhledně na listy papíru formátu A4. Každou úlohu vypracujte 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 odpoledne. Úlohy dostává letos 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 31. ročníku FO se tato soutěž rozšířila na všechny základní školy.

Nitra | Ústřední výbor
Hradec Králové leden 1989 | fyzikální olympiády

Úlohy pro I. kolo kategorie E ve 31. ročníku FO

1. Petr s Jirkou cestují vlakem, který jede po přímé trati stálou rychlostí 72 $\frac{km}{h}$. V určitém okamžiku, kdy chlapci míjejí stožár světelného návěstidla, se začne Petr od Jirky vzdalovat podélnou uličkou vagónu rychlostí 1 $\frac{m}{s}$ ve směru jízdy vlaku. Jirka se vzhledem k vagónu nepohybuje.
   a) Jak velkou rychlostí se Petr pohybuje vzhledem ke stožáru?
   b) Jak velkou rychlostí se Petr pohybuje vzhledem ke stojícímu Jirkovi?
   c) V jaké vzdálenosti bude Petr od Jirky za dobu 10 s od okamžiku, kdy ho opustil?
   d) V jaké vzdálenosti bude Petr od stožáru za dobu 10 s od okamžiku, kdy opustil Jirku?

   Všechny části úlohy řešte také pro případ, že se bude Petr pohybovat uličkou vagónu proti směru pohybu vlaku.

2. Chlapci trénovali běh na přímém úseku cesty, na které si vytyčili dráhu 300 m. Adam uběhl danou dráhu za 1 minutu, Bořek vyběhl z tého místa o 10 s později a uběhl ji za 40 s. U obou chlapců předpokládáme rovnoměrný pohyb.
   a) Dostihne Bořek Adama na vytyčené dráze? Za jak dlouho od okamžiku startu se to stane?
   b) V jaké vzdálenosti od startu Bořek předběhne Adama?

   Úlohu řešte výpočtem i graficky. Pro grafické řešení sestrojte na milimetrový papír grafy závislosti dráhy na čase pro pohyb obou chlapců.

3. Před provozní halou továrny svítí lampa ve výšce h nad zemí. Ve vzdálenosti a od místa přesně pod lampou je svislá informační tabule dosahující do výšky v. Tabule vrhá

stín na dveře haly, jejichž vzdálenost od tabule je b.

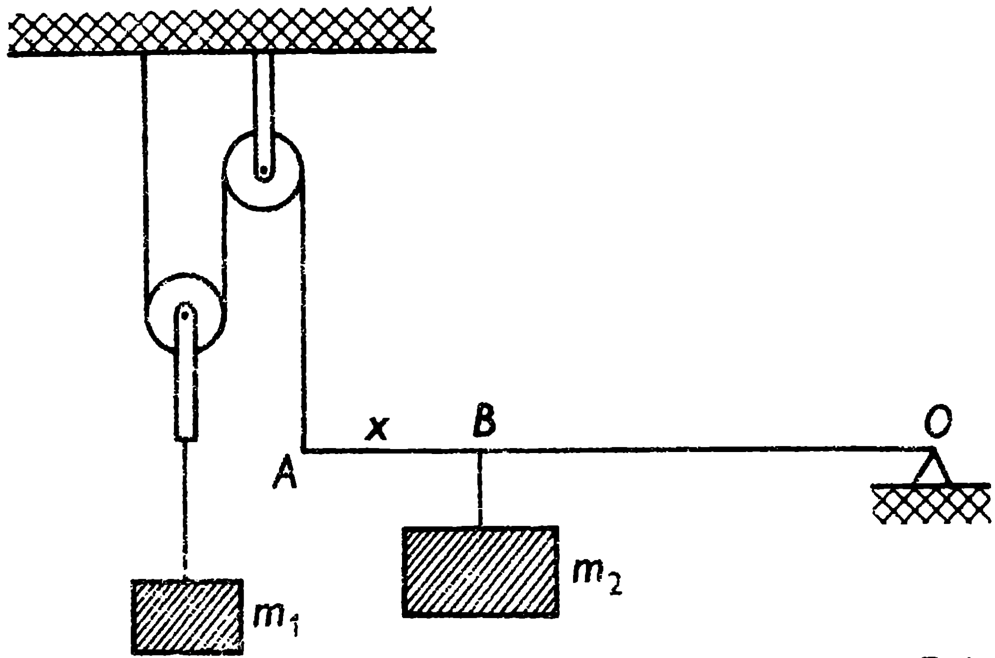
a) Nakresli obrázek popsané situace.

b) Do jaké výšky y sahá stín na dveře haly?

c) Do jaké vzdálenosti dopadá stín na podlahu provozní haly, jsou-li její dveře otevřeny?

Řeš nejprve obecně, potom pro hodnoty: $h = 5{,}0$ m, $v = 3{,}0$ m, $a = 8{,}0$ m, $b = 2{,}0$ m.

4. Soustava těles na obr. E-1 je v rovnovážné poloze. Těleso o hmotnosti m_1 je zavěšeno na volné kladce, těleso o hmotnosti m_2 na páce délce $d = AO$, podepřené v bodě O.



E-1

a) Urči vzdálenost x místa, v němž je na páce zavěšeno těleso o hmotnosti m_2. Vzdálenost x měříme od volného konce páky. Hmotnost kladky, páky a provazu neuvažuj.

b) Urči vzdálenost x' místa, v němž je na páce zavěšeno těleso o hmotnosti m_2. Uvažuj, že hmotnost volné kladky je m_3 a hmotnost stejnorodé páky je m_4. Vzdálenost x' měříme od volného konce páky. Hmotnost provazu je vzhledem k hmotnosti ostatních těles zanedbatelně malá.

Řeš nejprve obecně, potom pro hodnoty: $m_1 = 300$ g, $m_2 = 250$ g, $d = 1,0$ m, $m_3 = 50$ g, $m_4 = 150$ g.

5. Turisté připravovali na vysokohorské chatě vodu na čaj. Nabrali do hrnce sníh o objemu $V = 4$ litry a o teplotě $t_0 = 0\,^{\circ}C$ a zahřívali ho na propanbutanovém vařiči.

   a) Jaká byla hmotnost sněhu?

   b) Jaká byla hmotnost a jaký byl objem vody, kterou ze sněhu získali?

   c) Jaké teplo bylo třeba dodat, aby sníh roztál a získaná voda se zahřála na teplotu $t = 90\,^{\circ}C$?

   d) Jaká byla spotřeba propan-butanu, jestliže účinnost zahřívání byla 20 %?

   Hustota sněhu $\rho = 125\ \frac{kg}{m^3}$, hustota vody $\rho_0 = 1\,000\ \frac{kg}{m^3}$, měrné skupenské teplo tání sněhu $L = 334\ \frac{kJ}{kg}$, měrná tepelná kapacita vody $c = 4,2\ \frac{kJ}{kg.^{\circ}C}$. Při dokonalém spálení 1 kg propan-butanu získáme teplo 50 MJ.

6. Měření v elektrickém obvodu

   Uprav v horní části dvě ploché baterie do kapesní svítilny tak, abys mohl připojovat vodiče (např. pomocí krokosvorky) k jednotlivým článkům baterií. Měřením na voltmetru si ověř, že postupným připojováním článků zvyšujeme elektrické napětí po 1,5 V. Potom sestav elektrický obvod podle obr. E-2, který obsahuje žárovku s údaji 12 V; 0,25 A, ampérmetr a voltmetr.

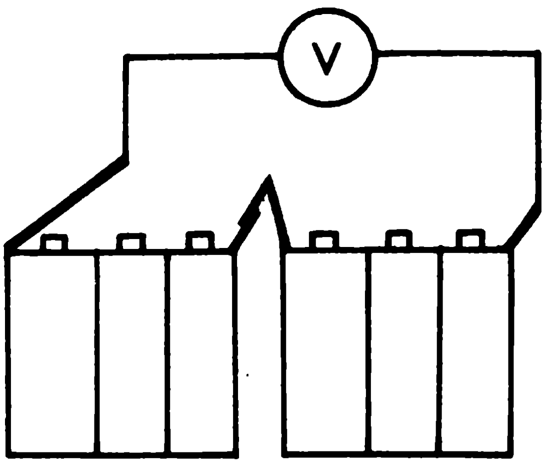
   a) Změř napětí U na žárovce a proud I v obvodu při několika hodnotách napětí mezi svorkami baterie a naměřené hodnoty zapiš do tabulky:

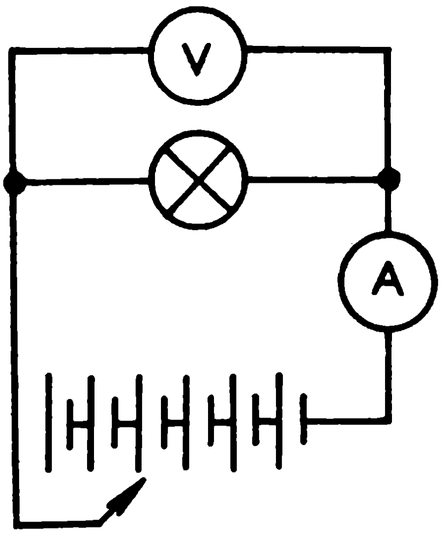
Měření	1.	2.	3.	4.	5.
$\frac{U}{V}$					
$\frac{I}{A}$					
$\frac{R}{\Omega}$					

b) Pro jednotlivá měření vypočítej odpor $R = \frac{U}{I}$ žárovky a vypočítané hodnoty zapiš do tabulky.

c) Sestroj graf závislosti proudů na napětí pro naměřené hodnoty. Na vodorovnou osu grafu nanášej hodnoty napětí, na svislou osu hodnoty proudu.

d) Nakreslený graf porovnej s grafem na s. 96 v učebnici fyziky pro 8. ročník. Napiš, co jsi zjistil.





E-2

7. Milan koupil mladšímu bratrovi hračku - elektrický traktor. Nejprve si ho sám vyzkoušel, přičemž provedl několik měření. Zjistil, že průměr předních kol d_1 = 5,0 cm, průměr zadních

kol d_2 = 9,0 cm. Také zjistil, že při jízdě traktoru vykonají zadní kola n_o = 20 otáček za dobu t_o = 1,0 min. Nakonec nechal traktor jet rovnoměrným pohybem po dráze s = 3,0 m.

a) Jak velkou rychlostí v se traktor pohyboval za předpokladu, že zadní kola neprokluzují a konají uvedený počet n_o otáček?

b) Za jakou dobu t projel traktor dráhu s ?

c) Urči počet n_1 otáček předního kola a počet n_2 otáček zadního kola na dráze s .

d) Urči počet n_3 otáček předního kola za dobu t_o = = 1,0 min.

e) Urči dobu T_1 jedné otáčky předního kola a dobu T_2 jedné otáčky zadního kola.

f) Při jízdě traktoru lze vždy najít na zadním kole bod, který se v daném okamžiku vzhledem k podlaze nepohybuje. Který je to bod?

g) Na zadním kole traktoru jsou však také body, které se v určitém okamžiku pohybují vzhledem k podlaze rychleji než traktor. Najděte bod, který se pohybuje nejrychleji, a určete jeho rychlost.

Poznámka

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

A R C H I M E D I Á D A 1990 - kategorie F fyzikální olympiády

Soutěž ARCHIMEDIÁDA 1990 probíhá ve dvou částech a je určena pro žáky 7. ročníků základních škol. První část 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 řešení opraví, pravděpodobně je s řešiteli prohovoří nebo jim alespoň sdělí správné výsledky a hodnocení řešení. Úlohy je třeba řešit stručně, ale protokol o řešení musí být výstižný, doplněný výpočty, grafy, tabulkami naměřených či jinak získaných hodnot, obrázky a náčrtky. Pokusy lze provádět doma nebo ve šk le, musí být načrtnuta použitá souprava pomůcek.

Druhá část soutěže proběhne koncem měsíce května a bude organizována jako soutěž jednotlivců nebo družstev podle dispozic, které obdrží učitelé fyziky a od nich řešitelé. Úkolem bude řešit různé úlohy, provádět a vysvětlovat pokusy, řešit hádanky a rébusy. Organizátor soutěže může také pověřit některé řešitele, aby si připravili předem referát či jiné vystoupení.

Doufáme, že nejnižší kategorie fyzikální olympiády - ARCHIMEDIÁDA - povzbudí žáky 7. ročníků k dalšímu studiu fyziky. Účastníky soutěže je třeba na závěr upozornit, že projeví-li větší zájem o fyziku, mohou se zúčastnit fyzikální olympiády v další kategorii - v kategorii E. Úlohy přijdou na školu začátkem září.

Úlohy ARCHIMEDIÁDY 1990

1. Autobusy expresní linky Praha-Bratislava urazí vzdálenost 336 km za dobu 4 h 40 min, přičemž je u všech spojů stanovena třicetiminutová bezpečnostní přestávka.
   a) Urči, jaká je průměrná rychlost autobusů při dodržování jízdního řádu.
   b) Jednou projel řidič úsekem, v němž byla mlha. Proto musel jet sníženou rychlostí a první polovinu celkové dráhy projel za dobu 2,4 h. Vypočti průměrnou rychlost autobusu, kterou se pohyboval v první polovině dráhy.
   c) Jakou průměrnou rychlostí musel jet autobus ve druhé polovině dráhy, aby se dostal do koncové stanice přesně podle jízdního řádu? Bezpečnostní přestávku nelze zkrátit.

2. Kosmonaut na povrchu Měsíce určuje hmotnost tělesa měřením na siloměru, který se používá na Zemi. Na siloměru čte hodnotu 34 N a zjišťuje, že se pružina siloměru prodloužila o 1,7 cm. Tíha každého tělesa je na povrchu Měsíce šestkrát menší než na povrchu Země.
   a) Urči hmotnost tělesa.
   b) Jakou tíhu bude mít toto těleso na Zemi?
   c) Jak se prodlouží pružina siloměru při měření na povrchu Země?

3. Při dopravě uhlí se používají říční lodě šířky 10 m, délky 70 m a s ponorem 1,90 m. Ponořenou část lodi budeme považovat za kvádr.
   a) Kolik uhlí odveze loď naložená tak, že hmotnost uhlí představuje 60 % hmotnosti celé lodi i s nákladem?

b) O kolik více uhlí by se dalo lodí přepravit, kdyby bylo možno zvětšit ponor lodi na 2,20 m?

c) Jak dlouhé by musely být vlaky, které by v obou případech nahradily říční loď? Předpokládáme, že jeden vagón o délce 15 m uveze 40 t uhlí.

4. Stejnorodá tyč, která má po celé délce stejný průřez, je zavěšena na háčku siloměru a visí v odměrném válci ve svislé poloze. Tyč je zčásti ponořena v kapalině tak, že její úsek délky x vyčnívá nad hladinou. Siloměr zdviháme svisle vzhůru a do tabulky zaznamenáváme hodnoty délky x a síly F, měřené siloměrem.

$\frac{x}{cm}$	4,0	6,0	8,0	10,0	14,0	16,0	18,0
$\frac{F}{N}$	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,0	2,0

a) Sestroj graf závislosti síly F na délce x úseku, vyčnívajícího nad hladinou.

b) Urči z grafu délku tyče.

c) Rozhodni, zda hustota látky, z níž je zhotovena tyč, je větší, nebo menší než hustota kapaliny. Své rozhodnutí zdůvodni.

d) Ve spolupráci s učitelem fyziky se snaž popsaný pokus provést. Samozřejmě dostaneš jiné hodnoty, než jsou uvedeny v tabulce.

5. Rovinné zrcadlo je zavěšeno ve svislé poloze tak, že se v něm zobrazuje právě celá výška tvé postavy. Urči svislý rozměr zrcadla a jeho umístění na stěně. K řešení si nakresli situační obrázek a úlohu řeš nejprve graficky (např. v měřítku 1:20). Potom si správnost svého závěru ověř pokusem. K pokusu můžeš použít větší zrcadlo a mastnou tužkou na něm udělej příslušné značky.

31. ročník soutěže

FYZIKÁLNÍ OLYMPIÁDA

Leták pro kategorie E, F

Vydalo Státní pedagogické nakladatelství, n. p., v Praze
roku 1989 jako svou publikaci č. 9-91-14/31
Edice Účelové náklady
Odpovědná redaktorka Jana Nováková
Výtvarná redaktorka Zdeňka Drahokoupilová
Technická redaktorka Lenka Peřinková
Vytiskly Moravské tiskařské závody, n. p., provoz 21, Ostrava 1, Novinářská 7,
R 903343
Formát papíru 86 cm × 122 cm
Počet stran 16
AA 0,52 – VA 0,86
Náklad 10000 výtisků
Tematická skupina a podskupina 03/5
1. vydání

14-613-89

ISBN 80-04-23577-8