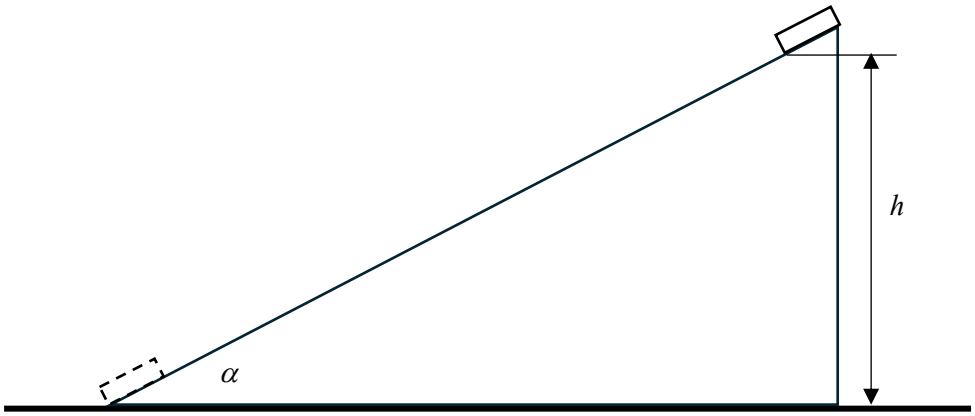
Fyzikálna olympiáda
68. ročník
2026/27
Kategória C

Úlohy domácej prípravy

1. úloha - Teliesko na kline

Na vodorovnej hladkej podložke na povrchu stola sa nachádza teleso tvaru klinu s hmotnosťou $M = 200$ g a uhlom sklonu $\alpha = 30°$. Na horný koniec klina vo výške $h = 30$ cm položíme malé teliesko s hmotnosťou $m = 50$ g a necháme ho pohybovať sa nadol po naklonenej stene klinu. Predpokladajme, že trenie medzi klinom a podložkou a klinom a telieskom je zanedbateľne malé.

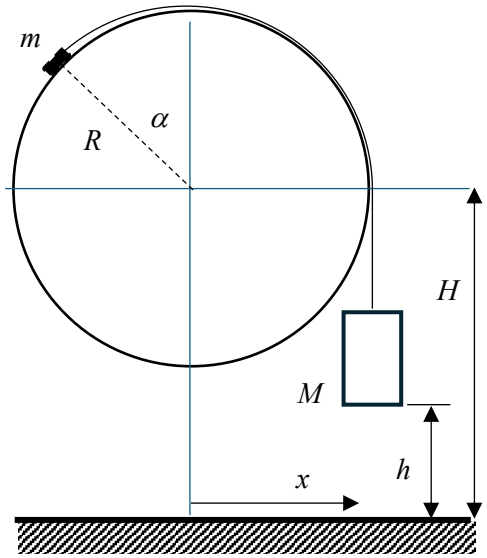


a) Nakreslite obrázok a vyznačte v ňom sily, ktoré pôsobia na teliesko v sústave spojenej s klinom, a ktoré pôsobia na klin vo vzťažnej sústave spojenej so stolom (pre odlíšenie čiarkovane), počas pohybu telieska po povrchu klinu.
b) Určte zrýchlenie a_k klinu.
c) Určte čas t_0, za ktorý teliesko dosiahne dolný okraj klinu.
d) Určte výslednú rýchlosť v_{k0} klinu vzhľadom na stôl a rýchlosť v'_{t0} telieska, ktorou sa kĺže po povrchu klinu na jeho dolnom konci.

Počas pohybu zostáva klin v kontakte s podložkou i s telieskom. Tiažové zrýchlenie $g = 9{,}81$ m·s^{-2}. Rozmery telieska neuvažujte.

2. úloha - Sústava s vláknom

Na obrázku je znázornená mechanická sústava, ktorá pozostáva z nepohyblivého vodorovného valca, cez ktorý je položené tenké vlákno. Na jednom jeho konci je pripevnené teliesko s hmotnosťou m a na druhom konci je zavesené závažie s hmotnosťou $M > m$ vo výške h nad vodorovnou podložkou. Výška osi valca nad podložkou je H. Sprievodič telieska je vedený kolmo od osi valca a so zvislým smerom zviera uhol α.



Na začiatku je sústava udržiavaná v pokoji, pričom sprievodič telieska zviera so zvislým smerom začiatočný uhol α_0. Pre každú hodnotu α_0 je nastavená začiatočná výška závažia nad vodorovnou podložkou $h_0 = R\ \alpha_0$.

a) Odvoďte rovnicu pre uhol α_{01}, aby teliesko stratilo kontakt s valcom v najvyššom bode valca. V akej vzdialenosti x_1 teliesko dopadne na podložku?

b) Určte uhol α_s straty kontaktu telieska s valcom, ak začiatočný uhol $\alpha_{02} < \alpha_{01}$.

Úlohu riešte všeobecne a potom pre hodnoty: $R = 20$ cm, $H = 40$ cm, $M = 200$ g, $m = 25$ g, $\alpha_{02} = 25°$, $g = 9{,}8\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}$.

Pre určenie uhla α_{01} použite vhodnú numerickú metódu.

Vplyv hmotnosti vlákna a trenia medzi vláknom a valcom považujte za zanedbateľne malé.

3. úloha - Kolotoč

Na kolotoči práve neboli žiadni záujemci, tak sa chlapec obsluhujúci kolotoč rozhodol trocha si zaexperimentovať a vyskúšať si v praxi, čo sa učil v škole na hodinách fyziky. Na svoj experiment použil tenisové loptičky. Cieľom pokusu bolo vyhodiť loptičku zo svojho sedadla na kolotoči tak, aby preletela nad stredom kolotoča a na druhej strane mu padla do ruky. Podľa toho, čo sa učili v škole, si všetko vopred vypočítal, a potom si chcel výsledky overiť.

Najprv si zmeral vzdialenosť sedadiel od zvislej osi kolotoča $R = 5{,}2$ m a dobu jedného otočenia kolotoča pri normálnej prevádzke $T = 6{,}0$ s. Na obvode kolotoča bolo $N = 10$ sedadiel. Okolo kolotoča bola plošina pre nastupovanie vo výške sedadiel. Chlapec si sadol na sedačku zatiaľ stojaceho kolotoča.

a) Akou rýchlosťou v_1 a pod akým uhlom α_1 mal loptičku vyhodiť, aby preletela nad stredom kolotoča a dopadla na sedadlo na opačnej strane stojaceho kolotoča za dobu $T/2$, ktorá je rovná jednej polovici otáčky? Akú výšku h_m loptička dosiahne?

Potom kolotoč pustil, sadol si na sedadlo a pokračoval v hádzaní.

b) Najprv zopakoval hod podľa časti a) na otáčajúcom sa kolotoči. Loptičku hodil rýchlosťou v_1 pod uhlom α_1 smerom k osi. Kam loptička dopadla?

c) Akou rýchlosťou v_3 a akým smerom má loptičku vyhodiť, aby preletela nad stredom kolotoča a dopadla mu do ruky?

Úlohu riešte všeobecne a potom pre dané hodnoty veličín. Tiažové zrýchlenie $g = 9{,}81\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}$, odpor vzduchu neuvažujte, predpokladajte hod aj dopad loptičky v jednej vodorovnej rovine.

4. úloha - Ako vzniká hmla

V jeseni pozorujeme zrána husté hmly, najmä v blízkosti riek a potokov. Je zrejmé, že to súvisí s vlhkosťou vzduchu a s nízkymi rannými teplotami. Keď sa počas dňa teplota zvýši, hmla sa rozplynie. Podobne pri mrazivom počasí pozorujeme, že vydychujeme paru, ktorá sa však vzápätí rozplynie.
Predstavme si nasledujúci laboratórny experiment.
Vo veľkej banke s objemom $V_b = 2$ L (litre) je vzduch s teplotou $t_1 = 20$ °C a relatívnou vlhkosťou $\varphi_1 = 40$ %, rovnakou ako ukazuje vlhkomer v miestnosti. Najprv zvýšime relatívnu vlhkosť vzduchu v banke tak, že do banky pridáme vodu, banku uzatvoríme a počkáme, pokým sa voda odparí.

a) Určte hmotnosť Δm_1 vody, ktorú musíme do banky pridať, aby sa po jej odparení zvýšila relatívna vlhkosť vzduchu v banke pri teplote t_1 na hodnotu $\varphi_2 = 80$ %.

Potom banku so vzduchom s vlhkosťou φ_2 vložíme do chladničky, ktorá je nastavená na teplotu $t_2 = 5$ °C, a necháme ju pomaly chladnúť. Predpokladajme, že pri pomalom chladení je teplota vzduchu v celom objeme banky rovnaká ako teplota banky.

b) Pri akej teplote t_3 začne para kondenzovať na vodu na stenách banky?
c) Keď teplota klesne až na teplotu t_2 v chladničke, bude v banke určité množstvo skondenzovanej vody. Určte jej hmotnosť Δm_2. Akú relatívnu vlhkosť φ_3 bude mať vzduch v banke?

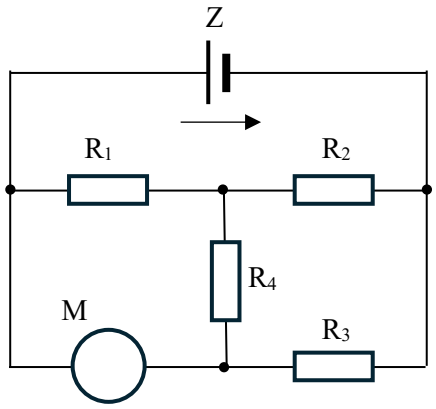
Napadne nás aj otázka, či sa vo vzduchu s relatívnou vlhkosťou 100 % dá ešte dýchať. Na účinnosť dýchania má podstatný vplyv parciálny tlak kyslíka vo vzduchu.

d) Porovnajte parciálny tlak kyslíka pri teplote 20 °C v suchom vzduchu a vo vzduchu s relatívnou vlhkosťou 100 % pri atmosférickom tlaku vzduchu $p_0 = 101{,}3$ kPa. Bude sa pri tejto vlhkosti ťažšie dýchať? Porovnajte to so znížením parciálneho tlaku kyslíka na horách vo výške 1000 m (údaj vyhľadajte na internete).
e) Pri vyššej teplote okolo 40 °C sa človek lepšie cíti v suchom vzduchu na Sahare ako vo veľmi vlhkom vzduchu v dažďovom pralese. Čím je to spôsobené? Súvisí to s nižším parciálnym tlakom kyslíka vo vlhkom vzduchu? Mohla by byť v parnom kúpeli pri teplote 100 °C vlhkosť 100 %? A môže byť teplota vzduchu 100 °C v suchej saune?

Pozn. 1: Na internete môžete zistiť, aký tlak má vodná para v rovnovážnom stave s vodou, nad ktorou sa nachádza, pri rôznych teplotách.
Pozn. 2: Vodnú paru považujte za ideálny plyn.

5. úloha - Elektrický obvod

Na obrázku je schéma elektrického obvodu, ktorý obsahuje zdroj Z s konštantným napätím U, štyri rezistormi s odpormi R_1, R_2, R_3, R_4, a merací prístroj M.



a) Určte prúdy I_1 až I_4 prechádzajúce rezistormi a výkon P_1 zdroja, ak je meracím prístrojom ideálny ampérmeter. Aký prúd I_A ukazuje ampérmeter?

b) Určte prúdy I_1 až I_4 prechádzajúce rezistormi a výkon P_2 zdroja, ak je meracím prístrojom ideálny voltmeter. Aké napätie U_V ukazuje voltmeter?

c) Určte prúdy I_1 až I_4 prechádzajúce rezistormi a výkon P_3 zdroja, ak je meracím prístrojom voltmeter s odporom R_V. Aké napätie U_V ukazuje merací prístroj?

Úlohu riešte všeobecne a potom pre dané hodnoty veličín: $R_1 = 100\ \Omega$, $R_2 = 200\ \Omega$, $R_3 = 500\ \Omega$, $R_4 = 300\ \Omega$, $U = 12$ V, $R_v = 1{,}0$ kΩ.

Odporúčanie 1: Pre každý z prípadov si obvod vhodne prekreslite.

Odporúčanie 2: Preštudujte si transformáciu elektrického zapojenia rezistorov v tvare trojuholníka na zapojenie v tvare hviezdy a opačne. Taktiež sa oboznámte s Théveninovou vetou.

6. úloha - Účinnosť elektrického prenosu

Na elektrické vedenia sa používajú ako vodiče medené alebo hliníkové drôty. Z bezpečnostného hľadiska musí mať vodič dostatočný priemer. Dôvodom je zvýšenie teploty spôsobené prechádzajúcim prúdom. Pre jednoduchosť uvažujme priamy vodič s kruhovým prierezom, ktorý sa nachádza v nehybnom vzduchu.

a) Uvažujme medený vodič s priemerom $d = 1{,}0$ mm, ktorým prechádza elektrický prúd $I = 10$ A. Aký výkon by sa uvoľňoval vo vodiči na $\ell = 1{,}0$ m dĺžky, ak by sa teplota vodiča $t_1 = 20$ °C rovnala teplote okolia vodiča? Aký by bol uvoľnený výkon, keby išlo o hliníkový vodič?

b) V skutočnosti sa vodič uvoľneným teplom zohrieva, čím rastie aj rezistivita vodiča. Narastanie teploty sa zastaví, ak sa tepelný výkon odvedený prestupom z povrchu vodiča vyrovná s tepelným výkonom generovaným vo vodiči. Zistite teplotu medeného aj hliníkového vodiča pre dané hodnoty, a či je dodržaná bezpečná teplota 70 °C.

c) Určitou nevýhodou elektrickej energie je to, že zdroje (elektrárne) sú pomerne ďaleko od spotrebiteľa, a pri prenose vedením dochádza k veľkým stratám. Predpokladajte, že prúd $I_1 = 10$ A prenáša medeným dvojvodičovým vedením elektrickú energiu zo zdroja s napätím $U_1 = 3{,}0$ kV do vzdialenosti $L = 1{,}0$ km. Určite účinnosť η_1 prenosu. Aká by bola účinnosť η_2, keby sa rovnaký výkon prenášal zo zdroja s napätím $U_2 = 30$ kV?

d) Opíšte spôsoby, ako sa dá účinnosť prenosu zvyšovať.

Pri výpočtoch použite hodnoty: rezistivita pri teplote 20 °C medi $\rho_{Cu} = 1{,}69\times10^{-8}\ \Omega\cdot$m a hliníka $\rho_{Al} = 2{,}75\times10^{-8}\ \Omega\cdot$m, teplotný súčiniteľ odporu je prakticky rovnaký pre meď i hliník $\alpha_R = 4{,}0\times10^{-3}\ \mathrm{K}^{-1}$. Predpokladajte, že koeficient prestupu tepla medzi povrchom vodiča a nehybným vzduchom v okolí vodiča je $\alpha_p = 20\ \mathrm{W\cdot m^{-2}\cdot K^{-1}}$.

Pozn.: Tepelný tok rozhraním dvoch prostredí s rôznymi teplotami (výkon jednotkovou plochou rozhrania) je daný vzťahom $P/S = \alpha_p\,(t_2 - t_1)$, *kde* α_p *je koeficient prestupu tepla.*

7. úloha - Pokusy s odporovým drôtom – *experimentálna úloha*

Odporové drôty majú široké využitie, ako sú drôtové rezistory, vykurovacie telesá, napr. ponorné variče alebo elektrické podlahové kúrenie, odporové teplomery a pod.
V rámci experimentálnej úlohy urobte jednoduchý výskum vlastností odporového drôtu.
Na meranie si zadovážte jeden až dva metre drôtu s dĺžkovým odporom okolo 20 Ω/m. Bohatá ponuka je v špecializovaných obchodoch alebo na internete, napr. GM Electronic - https://www.gme.sk/v/1495454/elchemco-odp-iso01-1m-odporovy-drot. Použite elektronický zdroj konštantného napätia a dva multimetre.

a) Určte rezistivitu drôtu

- zmerajte čo najpresnejšie rozmery drôtu, priemer mikrometrom a dĺžku dĺžkovým meradlom
- drôt pripojte cez multimeter k zdroju a multimeter prepnite na meranie prúdu
- paralelne k drôtu pripojte druhý multimeter prepnutý na meranie napätia
- odčítajte napätie a prúd na multimetroch
- určte odpor drôtu a rezistivitu materiálu
- jeden z multimetrov prepojte na meranie odporu a zmerajte odpor drôtu; údaj porovnajte s hodnotou určenou z merania napätia a prúdu
- určte relatívnu nepresnosť získanej hodnoty

b) Overte tepelné účinky elektrického prúdu

- z drôtu urobte cievku (skrutkovicu) s priemerom okolo 5 cm tak, aby sa jednotlivé závity nedotýkali; o tom sa presvedčte tak, že odpor cievky je rovnaký ako pôvodný odpor drôtu
- do tepelne izolovanej nádoby dajte destilovanú vodu; veľkosť nádoby zvoľte tak, aby sa do nej zmestila cievka; možno použiť termosku alebo väčšiu fľašu obalenú izolačnou vrstvou tkaniny
- zmerajte hmotnosť vody v nádobe; prípadne ju určte z objemu vody
- teplotu vody v nádobe merajte laboratórnym teplomerom
- cievku pripojte ku zdroju a multimetrom zmerajte napätie na cievke (z hľadiska bezpečnosti použite **napätie zdroja maximálne 12 V** – **odporúčame požiadať o asistenciu učiteľa**)
- zaznamenávajte čas a teplotu vody v nádobe a zaznamenávajte údaje do tabuľky
- vypočítajte príkon cievky a dodané teplo zaznamenajte do tabuľky
- zo zmeny teploty určte vodou prijaté teplo
- do spoločného grafu zaznamenajte teplo dodané cievkou a teplo prijaté vodou
- posúďte súhlas oboch grafov alebo zdôvodnite rozdiel.

Pozn.: V danom teplotnom rozsahu považujte odpor drôtu za nezávislý od teploty.

Fyzikálna olympiáda – 68. ročník – úlohy domácej prípravy kat. C
Návrh a spracovanie úloh: Ľubomír Konrád (1, 2, 3, 5), Ivo Čáp (4, 6, 7)
Recenzia úloh: Ľubomír Mucha, Slavomír Tuleja
Redakcia: Ivo Čáp
Úlohy preložil: Aba Teleki
Vydalo: Slovenská komisia fyzikálnej olympiády
Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2026