

**58. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2016/17**

Kategória C – krajské kolo

Text úloh

1. Dvíhanie tyče

Na vodorovnej podložke je postavená kolmo na podložku homogénna tyč. K hornému koncu H tyče je pripevnené tenké vlákno, ktorým sa tyč udržiava v zvislej polohe. Potom začneme veľmi pomaly povoľovať vlákno, aby sa tyč postupne položila do vodorovnej polohy na podložke. Medzi dolným koncom D tyče a podložkou pôsobí trenie.

Uvažujte tri rôzne prípady klesania tyče zo zvislej do vodorovnej polohy:

- stále sa udržiava zvislý smer vlákna,
 - stále sa udržiava vodorovný smer vlákna,
 - stále sa udržiava smer vlákna kolmo na tyč.
- a) Nakreslite obrázky znázorňujúce jednotlivé prípady. V obrázkoch nakreslite vektory všetkých síl, ktoré pôsobia na tyč počas jej klesania, ak sa poloha dolného konca D tyče na podložke nemení. Jednotlivé sily pomenujte.
- b) Pre jednotlivé prípady určte podmienku, ktorú musí spĺňať faktor f statického trenia medzi tyčou a podložkou, aby bolo možné postupným uvoľňovaním vlákna tyč položiť do vodorovnej polohy bez prešmyknutia dolného konca D tyče po podložke.
- c) Vyjadrite vzťah pre kritické uhly $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ v jednotlivých prípadoch, pri ktorých dôjde k prešmyknutiu dolného konca D tyče na vodorovnej podložke počas klesania tyče.

2. Plávajúci pohár

Vo veľkej nádobe sa nachádzala voda s hustotou ρ_0 . Žiaci urobili nasledovný pokus: Do vody naliali olej s hustotou $\rho < \rho_0$, ktorý po ustálení vytvoril nad hladinou vody súvislú vrstvu s hrúbkou d . Do nádoby opatrne vložili prázdny tenkostenný pohár valcového tvaru, ktorý má hmotnosť m a obsah podstavy S . Pohár sa ponoril do oleja tak, že jeho dno zostalo nad hladinou vody. Potom do pohára pomaly nalievali rovnaký olej, až kým sa hladina oleja v pohári nevyrovnala s hladinou oleja v nádobe. Zistili, že v oboch prípadoch sa dno nachádzalo v rovnakej vzdialenosti a od hladiny vody.

- a) Nakreslite obrázok pre obe polohy plávajúceho pohára a vyznačte v ňom príslušné veličiny.
- b) Určte podmienku pre hrúbku vrstvy d , aby mohli nastať situácie podľa zadania pre pohár s daným pomerom $p = m/S$.
- c) Určte hustotu ρ oleja a vzdialenosť a .

Úlohu riešte všeobecne a pre hodnoty veličín: $\rho_0 = 1,0 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, $d = 85 \text{ mm}$, $a = 20 \text{ mm}$, $m = 25 \text{ g}$, $S = 15 \text{ cm}^2$.

Hrúbka steny pohára je veľmi malá.

3. Slnčné kolektory

V dnešnej dobe sledujeme čoraz vyšší dopyt po alternatívnych zdrojoch energie. Často využívaným a efektívnym zdrojom je Slnko, primárny zdroj energie pre celú Slnčnú sústavu. Intenzita slnečného žiarenia dopadajúceho do atmosféry Zeme $H_0 = 1\,360 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ a nazýva sa *slnečná konštanta*. Z tohto žiarenia preniká k povrchu Zeme približne $p_1 = 70\%$ energie žiarenia, zvyšok sa odrazí od atmosféry alebo sa v atmosfére pohltí.

Jednoduchý *slnečný kolektor* obsahuje absorpčnú platňu s rúrkami, ktorými preteká voda, ktorá sa nastavuje kolmo na smer dopadajúceho žiarenia. Vo vnútri platne sú trubičky s tečúcou vodou, ktorá sa absorbovanou energiou zohrieva a získanú energiu tak prenáša z kolektora do miesta spotreby. Týmto systémom možno získať až $p_2 = 60\%$ energie dopadajúcej na kolektor.

Uvažujte kolektor s celkovou plochou $S = 6,0 \text{ m}^2$ umiestnený kolmo na smer dopadajúceho žiarenia. Počas slnečného letného dňa do kolektora prichádza voda s teplotou $t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ a z kolektora vychádza voda s teplotou $t_2 = 50 \text{ }^\circ\text{C}$.

- Určte užitočný výkon P kolektora.
- Určte objemový prietok Q_V vody kolektorom. Výsledok vyjadrite v jednotkách l/h (litre za hodinu).
- Určte čas τ , za ktorý dodá kolektor energiu $E = 10 \text{ kWh}$.

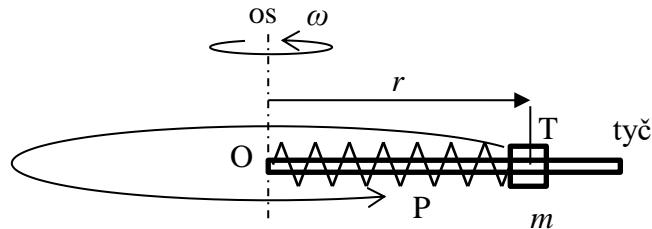
Počas oblačného dňa poklesne intenzita dopadajúceho žiarenia na $p_3 = 50\%$ intenzity za slnečného dňa.

- Určte teplotu t_3 zohriatej vody vystupujúcej z kolektora, ak sa objemový prietok Q_V vody kolektorom nezmení.

Úlohu riešte všeobecne a pre hodnoty: hustota vody $\rho = 1\,000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, hmotnostná tepelná kapacita vody $c = 4\,200 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

4. Teliesko na rotujúcej tyči

Tenká tyč sa môže otáčať vo vodorovnej rovine okolo zvislej osi, ktorá prechádza jej koncovým bodom O. Na tyči je navlečené teliesko T s hmotnosťou m , ktoré sa môže pohybovať pozdĺž tyče. Teliesko s osou otáčania je spojené pružinou P s tuhosťou k . Vzdialenosť ťažiska telieska od osi O označíme r , obr. C-1.



Obr. C-1

Na začiatku je tyč v pokoji a teliesko je tenkou nitkou upevnené vo vzdialenosti r_1 od osi. Vzdialenosť r_1 predstavuje dĺžku nezaťaženej pružiny. Potom pohon začne tyč roztáčať okolo osi O, až kým nedosiahne uhlovú rýchlosťou ω , ktorú naďalej udržiava konštantnú. Pri rovnomernom otáčaní sústavy uhlovou rýchlosťou ω sa nitka uvoľní a teliesko sa začne pohybovať pozdĺž tyče.

- Nakreslite obrázok otáčajúcej sa tyče s telieskom pri pohľade zhora (v smere osi) a v neinerciálnej vzťažnej sústave S spojenej s otáčajúcou sa tyčou vyznačte sily, ktoré pôsobia na teliesko pri otáčaní tyče a posúvaní telieska pozdĺž tyče. Jednotlivé sily pomenujte a vyjadrite ich veľkosť.
- Napište rovnicu pohybu telieska pozdĺž tyče vo vzťažnej sústave S a dokážte, že teliesko bude kmitať okolo bodu A na tyči, ktorý sa nachádza vo vzdialenosti r_0 od osi otáčania. Určte vzdialenosť r_0 , uhlovú frekvenciu ω_k kmitov telieska pozdĺž tyče a amplitúdu x_m kmitov okolo bodu A pre začiatočnú vzdialenosť r_1 .
- Určte uhlové rýchlosti ω_n otáčania tyče, pri ktorých trajektória telieska v inerciálnej vzťažnej sústave predstavuje jednoduchú uzatvorenú krivku.
- Určte prácu W , ktorú vykoná pohon tyče pri prechode telieska zo začiatočnej polohy vo vzdialenosti r_1 do maximálnej vzdialenosti r_2 od osi.

Úlohu riešte všeobecne a pre hodnoty: $m = 100 \text{ g}$, $\omega = 0,628 \text{ s}^{-1}$ ($f = 1,00 \text{ Hz}$), $r_1 = 35 \text{ cm}$, $k = 0,128 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$. Trenie v sústave neuvažujte, teliesko považujte za hmotný bod.