

Fyzikálna olympiáda

50. ročník

školský rok 2008/09

Kategória D

Úlohy domáceho kola

Informácie o FO nájdete na <http://fpv.uniza.sk/fo> a www.olympiady.sk

V rámci prípravy odporúčame riešiteľom FO súčasne riešiť
aj Fyzikálny korešpondenčný seminár FKS www.fks.sk

1. Zvukové signály vlaku

Janko a Marienka išli počas prechádzky po ceste kolmej na železničnú trať. Keď spozorovali blížiaci sa vlak, zastal Janko na priecestí tesne pri trati a Marienka zostala stáť vo vzdialenosti $h = 500$ m od priecestia. Po priamej trati sa k priecestiu približoval vlak, ktorý sa pohyboval stálou rýchlosťou $v = 72$ km.h⁻¹. V okamihu, keď sa vlak nachádzal vo vzdialenosti $d = 1,0$ km od priecestia, vyslal rušňovodič zvukový signál, ktorý trval $t_0 = 5,0$ s.

- Akú dĺžku t_1 mal signál, ktorý počul Janko?
- Akú dĺžku t_2 mal signál, ktorý počula Marienka?

Úlohu riešte všeobecne a potom pre dané hodnoty. Rýchlosť zvuku vo vzduchu je $c = 340$ m·s⁻¹.

2. Hod kameňom

Janko stál na okraji vysokej hrádze jazera vo výške $H = 10$ m kolmo nad hladinou vody v jazere. Nazbieral si malé kamienky a hádzal ich rôznym spôsobom do vody. Posledný kamienok, ktorý vyhodil takmer zvislo nahor rýchlosťou $v_0 = 15$ m·s⁻¹, padal nazad tesne okolo neho a popri hrádzi do vody.

- V akej maximálnej výške h_m nad hladinou vody sa nachádzal kamienok počas svojho pohybu?
- Aký čas t_p sa kamienok pohyboval vo vzduchu?
- Akou rýchlosťou v_d dopadol kamienok na hladinu vody?

Pri riešení častí a) až c) odpor vzduchu neuvažujte.

V skutočnosti pôsobí na guľôčku aerodynamický odpor, ktorý možno opísať Newtonovým vzťahom, podľa ktorého je odporová sila priamo úmerná druhej mocnine rýchlosti.

- Určte pomer p_d veľkosti odporovej sily a tiažovej sily pre vypočítanú hodnotu rýchlosti dopadu v_d z časti c) pre teleso tvaru gule s priemerom d a priemernou hustotou ρ .
- Určte priemernú hustotu ρ_1 telesa s priemerom $d_1 = 4,0$ cm (priemer stolnotenisovej loptičky), pre ktorú dosahuje pomer p_d odporovej a tiažovej sily hodnotu $p_{d1} = 1,0$ %. Akému materiálu táto hustota zodpovedá? Možno zanedbať odporovú silu, ak ide o kameň s hustotou $\rho_{1k} = 2,8 \cdot 10^3$ kg·m⁻³?
- Aký pomer p_{d2} by sme dostali pre stolnotenisovú loptičku s priemerom d_1 a hmotnosťou $m = 2,5$ g? Akú maximálnu rýchlosť v_{m1} by loptička dosiahla pri páde s dostatočne veľkej výšky?

Úlohu riešte všeobecne a potom pre dané hodnoty. Tiažové zrýchlenie $g = 9,8$ m·s⁻², koeficient aerodynamického odporu gule $c_x = 0,47$.

3. Jazda smrti

Atrakciou v niektorých cirkusoch bola v minulosti tzv. jazda smrti, pri ktorej kaskadér na motorke prechádza po kruhovej trajektórii vo zvislej rovine. Kaskadér sa rozbehol po vodorovnej trati a prešiel na kruhovú trajektóriu v jej najnižšom bode. Za kritický sa považoval prechod hornou polohou, kedy jazdec bol dolu hlavou.

Uvážme zjednodušený model pohybu kaskadéra. Vo výpočtoch jazdca a motorkou nahradíme bodom A s hmotnosťou m , ktorý sa nachádza v ťažisku. Pri pohybe motorky po kruhovej trajektórii s polomerom R neuvažujeme ani trenie ani pohon motorky (hmotný bod sa pohybuje iba pod účinkom tiažovej sily). V najnižšom bode trajektórie sa motorka pohybuje rýchlosťou v_1 .

- Odvoďte vzťah pre rýchlosť v_2 , ktorou sa pohybuje motorka v najvyššom bode kruhovej trajektórie, ak úspešne prejde celú kruhovú trajektóriu.
- Odvoďte vzťah pre tlakové sily F_1 a F_2 , ktorými pôsobia motorka na podložku v najnižšom a v najvyššom bode kruhovej trajektórie.
- Určte minimálnu rýchlosť v_m , ktorou musí motorka prejsť najvyšším bodom kruhovej trajektórie, aby sa kaskadér nezrútil. Aká hodnota v_{1m} rýchlosti v_1 tomu zodpovedá?
- Označme α uhol, ktorý zvierajú spojnice ťažiska motorky a stredu kruhovej trajektórie so zvislým smerom (najnižšiemu bodu zodpovedá $\alpha = 0$). Nájdite závislosť okamžitej rýchlosti v motorky od veľkosti uhla α pre rýchlosť v v najvyššom bode rovnú v_m podľa časti c). Závislosť znázornite pomocou grafu.

Úlohu riešte všeobecne a potom pre hodnoty: $m = 150 \text{ kg}$, $g = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$, $R = 3,5 \text{ m}$.

4. Gulôčka v pohári

Do pohára stojaceho na vodorovnej podložke sme vložili malú drevenú gulôčku a do vrchu sme naliali vodu. Potom sme pohár uzavreli viečkom. O koľko percent sa zmení tlaková sila gulôčky na viečko, ak sa pohár začne pohybovať smerom nahor s konštantným zrýchlením veľkosti $a = 2,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$? Tiažové zrýchlenie $g = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

5. Chlapec na kryhe

Chlapec sa ocitol v jazere na veľkej plávajúcej kryhe. Keď bol v strede kryhy, bol jej povrch vodorovný, keď sa však začal pohybovať k jej okraju, začala sa nebezpečne nakláňať.

Pre odhad situácie uvažujte nasledujúci model. Kryha je homogénna ľadová doska s podstavou tvaru štvorca s dĺžkou strany $a = 4,0 \text{ m}$. Keď stojí chlapec s hmotnosťou $m = 60 \text{ kg}$ v strede dosky, je výška časti kryhy vyčnievajúcej nad hladinu vody $h = 2,2 \text{ cm}$.

- Určte hrúbku d kryhy.

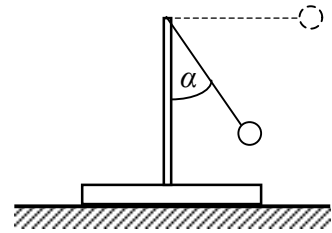
Keď sa chlapec posúval od stredu kryhy kolmo na jej hranu, jeden koniec kryhy postupne klesal do vody a opačný sa vynáral.

- Pri akom posunutí x chlapca od stredu dosky sa okraj povrchu kryhy dotkne hladiny?

Úlohu riešte všeobecne a potom pre dané hodnoty. Hustota vody je $\rho_v = 1,00 \cdot 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, hustota ľadu $\rho_L = 920 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

6. Zaujímavé kyvadlo

Na vodorovnej podložke sa nachádza doska, ku ktorej je pripevnená zvislá tyč (obr. D-1). Celková hmotnosť tohto telesa je M . Na hornom konci tyče je na pevnej niti zavesená guľa s hmotnosťou m . Niť s guľou sme vychýlili z rovnovážnej polohy o uhol 90° a pustili s nulovou začiatočnou rýchlosťou. Pri pozorovaní tohto deja sme zistili, že v okamihu, keď niť zvierala so zvislým smerom uhol α_0 , začala sa celá doska kĺzať po vodorovnej podložke.



Obr. D-1

- Akou veľkou silou bola napínaná niť v okamihu, keď zvierala so zvislým smerom uhol α_0 ?
- Určte koeficient trenia medzi doskou a podložkou, ak uhol vychýlenia gule, pri ktorom sa doska začala pohybovať, α_0 .

7. Hustota dreva - experimentálna úloha

Úloha: Určte priemernú hustotu dreva.

Pomôcky: rôzne druhy dreva (tenké drevené paličky z rôzneho dreva – môžu to byť aj nové nezastrúhané ceruzky), tenká skúmavka alebo odmerný valec, pravítko.

Postup:

- Odmerajte celkovú dĺžku paličky d_1 .
- Paličku vložte do skúmavky alebo odmerného valca s vodou tak, aby plávala v približne zvislej polohe a nedotýkala sa dna.
- Odmerajte dĺžku d_2 tej časti paličky, ktorá sa nachádza pod hladinou vody.
- Z nameraných hodnôt vypočítajte hustotu paličky podľa vzťahu

$$\rho = \rho_v \frac{d_2}{d_1},$$

kde ρ_v je hustota vody.

Otázky a úlohy:

- Odvoďte vzťah pre výpočet hustoty paličky.
- Prečo je dôležité, aby palička plávala vo zvislej polohe alebo iba s malým sklonom?
- Vykonajte 10 meraní pre každú paličku a určte strednú hodnotu nameranej veličiny.
- Určte chybu merania a diskutujte o presnosti merania.