

64. ročník Fyzikálnej olympiády

v školskom roku 2022/2023

Katégória D

Domáce kolo – text úloh

1) Stretnutie na polceste

Na demonštráciu pohybu s nulovým trením sa používa dráha so vzduchovým vankúšom. Pomocou malých dýz sa vháňa medzi dráhu a teleso s plochou podstavou vzduch, takže medzi telesom a dráhou je malá vrstvička vzduchu. Tak sa dosahuje nulové trenie medzi telesom a dráhou.

Na vodorovnej dráhe so vzduchovým vankúšom leží tenký homogénny tuhý pásik dĺžky $L = 50$ cm. Hmotnosť pásika označíme M . Z opačných koncov pásika vypustíme po jeho povrchu súčasne oproti sebe dva malé kotúče 1 a 2 s hmotnosťami $m_1 = m$ a $m_2 = 2m$. Na začiatku je pásik v pokoji a kotúčom sú udelené začiatočné rýchlosti $v_{10} = v_0$ a $v_{20} = 2v_0$. Faktory trenia f medzi kotúčmi a pásikom sú rovnako veľké. Pomocou elektro optického snímača zmerali čas pohybu $\tau = 0,24$ s od začiatku pohybu kotúčov do ich zrážky, pričom oba kotúče sa zrazili presne v polovici pásika a tesne pred zrážkou mali nenulové rýchlosti vzhľadom na povrch pásika. Trenie medzi pásikom a dráhou považujte za nulové.

- Vyjadrite rýchlosť v_0 a faktor trenia f ako funkcie veličín L , τ a pomeru $p = m/M$. Určte podmienku pre pomer p , aby sa pohyb uskutočnil uvedeným spôsobom.
- Určte faktor trenia f medzi doskou a kotúčmi a rýchlosť v_0 pre tri rôzne hodnoty pomeru p : $p_1 = 0,25$; $p_2 = 0,75$ a $p_3 = 1,50$.

Pozn.: Kotúče sa pohybujú postupným pohybom bez otáčania a ich rozmery sú voči rozmerom pásika zanedbateľne malé.

2) Cyklista

Cyklista prechádzal po ceste, vedľa ktorej boli stĺpiky s rovnakou vzdialenosťou $d = 20$ m označujúce hranicu cesty. Najprv sa pohyboval rovnomerným pohybom s konštantnou rýchlosťou v_1 . Keď prechádzal okolo prvého stĺpika, šliapol do pedálov a začal zrýchľovať svoj pohyb s konštantným zrýchlením a až po štvrtý stĺpik. Zo záznamu kamery, ktorou snímал svoju trasu, zistil, že od prvého stĺpika k druhému prešiel za čas $t_1 = 4,0$ s a od druhého k tretiemu za čas $t_2 = 3,0$ s.

- Určte rýchlosť v_1 na začiatku zrýchľovania. Výsledok vyjadrite v jednotkách km/h.
- Určte zrýchlenie a pohybu cyklistu medzi prvým a štvrtým stĺpikom.
- Určte dobu t_3 , za ktorú prejde cyklista dráhu medzi tretím a štvrtým stĺpikom.
- Určte rýchlosť v_4 , ktorú dosiahne cyklista medzi prvým a štvrtým stĺpikom.

3) Model rakety

Rakety používali už starí Číňania v prvom tisícročí v súvislosti s vynálezom pušného prachu. Chlapci si kúpili zábavnú raketu a rozhodli sa ju vyskúšať na poli za mestom, aby nikoho neohrozili. Po vypustení sa raketa pohybovala vo zvislom smere nahor. Let si natáčali na video a potom záznam analyzovali. Zistili, že palivo rakety došlo vo výške $h_1 = 90$ m, a túto výšku raketa dosiahla za čas $t_1 = 4,2$ s. Potom sa ešte chvíľu pohybovala nahor a nakoniec sa vrátila na zem.

- Určte zrýchlenie a pohybu počas stúpania pôsobením raketového pohonu reaktívnu silu F raketového pohonu.
- Určte maximálnu výšku h_2 , ktorú raketa dosiahne.
- Určte dobu t_3 letu rakety od štartu až po dopad na zem.

Pre jednoduchosť predpokladajte, že vo všetkých úsekoch sa raketa pohybovala rovnomerne zrýchleným (spomaleným) pohybom, a počas celého pohybu mala konštantnú hmotnosť $m = 300$ g. Odpor vzduchu neuvažujte. Tiažové zrýchlenie $g = 9,8$ m·s⁻².

4) Gule vo vode

Chlapci robili pokus s dvomi guľami vo vode. Obe gule mali rovnaký objem, ale boli z rôznych materiálov. Na dno prázdnej nádoby umiestnili senzor tlakovej sily, ktorej citlivá plocha bola veľmi malá. Po vložení ťažšej gule (1) na senzor na dne nádoby pôsobila guľa na senzor tlakovou silou $F_1 = 250$ mN. Potom do nádoby naliali toľko vody, aby guľa (1) nevyčnievala z vody. Guľa (1) pritom zostala na dne nádoby. Tlaková sila pôsobiaca na senzor klesla o jednu tretinu. Potom do nádoby vložili druhú guľu (2), a tá zostala plávať na hladine vody, pričom nad hladinu vody vyčnievala jednou tretinou svojho objemu. Následne obe gule spojili tenkým vláknom, vložili ich do nádoby a do nádoby doliali ďalšiu vodu, až kým obe gule zostali pod hladinu vody v nádobe, pričom dolná guľa sa dotýkala senzora sily a pôsobila naň silou F_2 .

- Určte hustoty ρ_1 a ρ_2 oboch gúľ.
- Určte silu F_2 , ktorú zaznamenal senzor na dne nádoby.
- Určte silu F_3 , ktorá napínala vlákno.

Hustota vody $\rho = 1,00$ g·cm⁻³.

5) Eskalátor

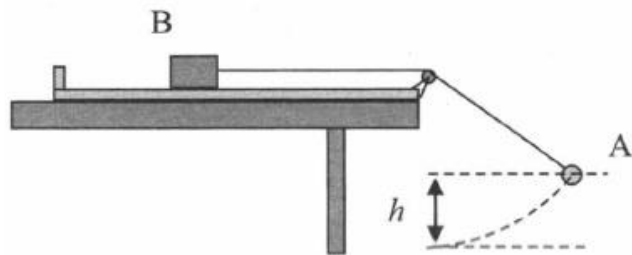
Dvaja kamaráti išli z hlbokého metra po pohyblivých schodoch (eskalátore) smerom nahor. Keď boli v polovici schodov, prehodili svoje tašky na opačný pás, ktorý išiel smerom dole. Obaja sa rozbehli po schodišti, jeden nahor, druhý nadol. Keď dobehli na koniec schodov, prebehli na druhé schody a pokračovali v behu k taškám.

Eskalátor sa pohyboval rýchlosťou u . Na stojacom eskalátore by chlapci bežali smerom nahor rýchlosťou v_1 a smerom nadol rýchlosťou v_2 .

- Nájdite vzťah medzi rýchlosťami v_1 , v_2 a u , aby chlapci dobehli k taškám súčasne, jeden zdola, druhý zhora, skôr ako taška dorazí k dolnému koncu eskalátora.
- Určte vzdialenosť d od dolného konca eskalátora, v ktorej môžu chlapci dosiahnuť tašky, ak sú splnené podmienky podľa časti a). Úlohu riešte všeobecne.
- Riešte časť b) pre hodnoty $L = 30$ m,
 - $v_1 = v_2 = 2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $u = 1,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,
 - $v_1 = v_2 = 2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $u = 1,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,
 - $v_1 = 1,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $v_2 = 2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $u = 0,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,
 - $v_1 = 1,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $v_2 = 1,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $u = 0,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

6) Hranol na stole

Na vodorovnom povrchu stola je položený hranol B s hmotnosťou $M = 250$ g. Cez pevnú kladku je hranol spojený pevným vláknom so závažím A. Časť vlákna medzi kladkou a závažím má dĺžku $L = 50$ cm. Závažie vychýlime zo zvislej polohy do výšky $h = 20$ cm a uvoľníme, obr. D–1.



Obr. D–1

- Prekreslite obr. D–1 so závažím v najvyššej a v najnižšej polohe svojej trajektórie a na obrázku zakreslite sily, ktoré pôsobia na telesá A a B v oboch polohách závažia, ak predpokladáme, že teleso B sa nepohybuje. Jednotlivé sily opíšte.
- Určte maximálnu hodnotu m_{\max} závažia, aby sa pri jeho pohybe na vlákne teleso B na stole neprešmyklo.

Úlohu riešte všeobecne a potom pre dané hodnoty. Faktor trenia medzi telesom B a stolom $f = 0,20$. Kladka je veľmi malá a jej účinok neuvažujte.

7) Meranie hustoty

Jednou z charakteristických hodnôt látky je jej hustota. Existuje viacero metód merania hustoty.

V prípade sypkých materiálov možno hovoriť o dvoch hodnotách, jednak o hustote vlastných zrníkov materiálu, jednak o hustote nasypného materiálu, ktorá sa nazýva objemová hmotnosť.

V prípade tuhého telesa jednoduchého tvaru možno určiť hmotnosť a z rozmerov vypočítať objem. Z hmotnosti a objemu potom určíme hustotu.

V prípade tuhého telesa nepravidelného alebo zložitého tvaru, prípadne malých rozmerov, objem telesa možno zmerať ponorením do kvapaliny v odmernom valci. Ak sa však teleso do odmerného valca nezmestí, možno využiť meranie vztlačkovej sily po ponorení telesa do kvapaliny.

Úlohy:

Overte rôzne metódy merania hustoty rôznych materiálov.

1. Zmerajte objemovú hmotnosť piesku a hustotu jednotlivých zrníkov.
2. Niekoľkými spôsobmi určte hustotu telesa pravidelného tvaru (guľky, valca, kocky).

Metóda merania:

1. V prvom prípade použite suchý piesok. Pre určenie objemovej hmotnosti určte hmotnosť vážením a objem nasypáním do odmerného valca.

Pre určenie hustoty zrníkov piesku prilejte k piesku v odmernom valci toľko vody, aby bol všetok piesok pod hladinou vody, a tá bola tesne nad povrchom piesku. Tým sa vyplnia vzduchové medzery medzi zrnkami vodou. Po opätovnom zvážení určte objem pridanej vody a ten odpočítate od objemu suchého piesku.

2. V druhom prípade zvolte tuhé teleso jednoduchého tvaru a s hustotou väčšou ako hustota vody, z materiálu, ktorý sa vo vode nerozúšťa.

Pri prvej metóde zistíte jeho hmotnosť vážením, potom zmerajte jeho rozmery a vypočítajte objem. Pri druhej metóde určte objem telesa ponorením do vody v odmernom valci.

Pri tretej metóde použite silomer. Teleso zaveste na tenké vlákno. Určte silu F_1 , ktorou pôsobí teleso na silomer, potom teleso zavesené na silomeri ponorte do vody. Určte silu F_2 , ktorou pôsobí ponorené teleso na silomer v tomto prípade. Sila F_2 je zmenšená voči F_1 o vztlačkovú silu kvapaliny, odkiaľ určte objem telesa.

Pozn.: Okrem silomera možno použiť laboratórne váhy so zasením telesa na rameno namiesto misky.

Meranie urobte s viacerými telesami. Na základe výsledkov určte s pomocou fyzikálnych tabuliek, o aký materiál ide. Výsledky získané pre dané teleso rôznymi metódami porovnajte a rozdiely zdôvodnite. Posúďte presnosť jednotlivých metód merania a uveďte, ktoré meranie je najväčším zdrojom chyby.

64. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy domáceho kola kategórie D

Autori návrhov úloh:	Lubomír Konrád (1, 2, 4, 5, 6), Kamil Bystrický (3), Ivo Čáp (7)
Recenzia:	Aba Teleki, Lubomír Mucha
Preklad textu úloh do maďarského jazyka:	Aba Teleki
Redakcia:	Ivo Čáp
Vydal:	Slovenská komisia fyzikálnej olympiády Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2022