

64. ročník Fyzikálnej olympiády

v školskom roku 2022/2023

Kategória D

Domáce kolo – text úloh (prvá časť)

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 doskou 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 $g = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

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 $\rho = 1,00 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$.

64. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy domáceho kola kategórie D (prvá časť)

Autori návrhov úloh:

Lubomír Konrád (1, 2, 4), Kamil Bystrický (3)

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