

64. ročník Fyzikálnej olympiády

v školskom roku 2022/2023

Katégória D

Krajské kolo – text úloh

Pavlove fyzikálne dobrodružstvá

1) Vodorovný vrh

Pavol sa v škole učil o vodorovnom vrhu. Býval v panelovom dome na sídlisku, a tak sa rozhodol vyskúšať si niektoré súvislosti doma. Býval na 5. poschodí v byte s balkónom, nad terénom, ktorý predstavoval vodorovnú plochu pred domom.

Najprv chcel zistiť výšku, z ktorej chcel vyhadzovať kameň, na terénom.

- a) Kameň pustil z ruky s nulovou začiatočnou rýchlosťou a meral čas dopadu na terén. Zistil čas pádu $t_0 = 1,80$ s. Určte výšku h_0 ruky nad terénom a rýchlosť v_0 dopadu kameňa. Rýchlosť dopadu kameňa vyjadrite v jednotkách km/h.

Potom experimentoval s vodorovným vrhom. Na balkóne si inštaloval kameru, ktorou začiatok vrhu nasnímal. Analýzou videa určoval začiatočnú rýchlosť vrhu.

- b) Pri prvom vrhu zistil, že počas prvých $n = 5$ snímkov videa sa kameň posunul vo vodorovnom smere o $d_0 = 2,4$ m. Kamera sníma obraz s frekvenciou $N = 25$ snímok za sekundu. Určte vodorovnú vzdialenosť d_1 miesta dopadu od steny domu a veľkosť v_1 rýchlosti dopadu kameňa na terén.

Potom menil rýchlosť vrhu a skúmal výsledky.

- c) Pri akej rýchlosti v_{02} vodorovného vrhu doletí kameň do dvojnásobnej vodorovnej vzdialenosti $d_2 = 2 d_1$?
- d) Pri akej rýchlosti v_{03} vodorovného vrhu dopadne kameň na terén dvojnásobnou rýchlosťou $v_3 = 2 v_1$?

Pozn.: Odpor vzduchu neuvažuje, tiažové zrýchlenie $g = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

2) Rozbiehanie vlaku

Pavol bol vypravadiť Janu, ktorá cestovala vlakom. Vlak pozostával z $n = 10$ rovnakých vozňov s dĺžkou $l = 25$ m. Na nástupišti stál na začiatku vozňa s poradovým číslom $k = 3$, počítaným od lokomotívy. Keď sa vlak začal rozbiehať rovnomerne zrýchleným pohybom, Pavol zistil, že vozeň s poradovým číslom $m = 5$ okolo neho prešiel za dobu $\Delta t_m = 2,7$ s.

- a) Určte zrýchlenie a vlaku počas rozbehu.
- b) Určte dobu Δt_k , po ktorú prechádzal okolo Pavla tretí vozeň.
- c) Určte rýchlosť v_{10} , ktorou prechádzal okolo Pavla koniec vlaku a dobu Δt_{10} , po ktorú okolo neho posledný vozeň vlaku prechádzal.

Pozn.: Medzery medzi vagónmi neuvažujte.

3) Explózia modelu rakety

Keď sa v škole učili o štarte rakety a o oddelení prvého stupňa, Pavol sa rozhodol urobiť nasledujúci pokus. Vyrobil si model rakety, ktorý pozostával z dvoch častí, hornej s hmotnosťou $m_1 = 500$ g a dolnej s hmotnosťou $m_2 = 1\,500$ g. Obe časti spojil uvoľňovacím mechanizmom ovládaným rádiom. Medzi obe časti vložil stlačenú pružinu, ktorá po uvoľnení spoja zabezpečila „odstrelenie“ oboch častí od seba. Pomocou katapultu Pavol vystrelil raketu smerom zvislo nahor začiatočnou rýchlosťou $v_0 = 30,0$ m·s⁻¹.

- a) Určte čas t_1 , za ktorý by raketa dosiahla najvyšší bod svojej trajektórie, keby nedošlo k jej rozdeleniu na dve časti.

Po uplynutí $t_2 = 2,50$ s letu od okamihu výstrelu rakety smerom zvislo nahor Pavol uvoľnil pomocou rádia spojovací mechanizmus rakety, ktorá stále bola vo zvislej polohe (horná časť hore, dolná dole). Po uvoľnení spodná časť rakety dopadla nazad do miesta výstrelu $t_3 = 2,10$ s od okamihu oddelenia oboch častí.

- b) Určte výšku h_2 , rýchlosť v_3 a smer pohybu spodnej časti rakety tesne po rozdelení rakety na dve samostatné časti.
c) Za akú dobu t_4 od oddelenia častí rakety dopadla na zem horná časť rakety?
d) Určte energiu E_p stlačenej pružiny, ktorá pri uvoľnení oddelené časti od seba odstrčí.

Odpor vzduchu a hmotnosť pružiny neuvažujte, $g = 9,81$ m·s⁻², čas oddelenia častí rakety je veľmi krátky.

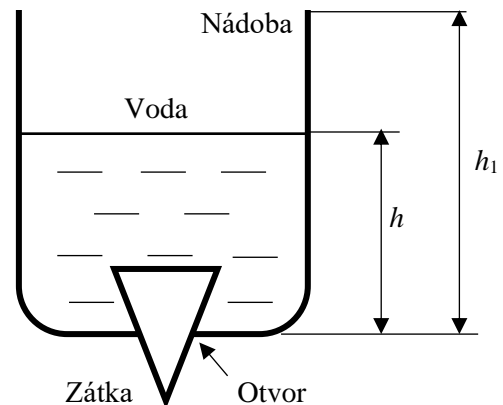
4) Kužeľová zátka

Pavol zobral širokú plastovú nádobu, do stredu dna ktorej urobil kruhový otvor s priemerom $d_o = 30$ mm. Do otvoru voľne vložil zátku, ktorú tvoril drevený kužeľ s hustotou $\rho = 600$ kg·m⁻³, priemerom podstavy $d = 2 d_o$ a výškou $H = 50$ mm, obr. D–1. Po vložení kužeľa do otvoru začal Pavol do nádoby pomaly napúšťať vodu.

- a) Dokážte, že zátka zostane pri napúšťaní vody do nádoby tesná.
b) Nakoniec Pavol napustil vodu až po horný okraj nádoby vo výške $h_1 = 25$ cm nad dnom. Určte veľkosť F sily, ktorou musel zatlačiť na dolný koniec zátky, aby začala medzi zátkou a otvorom presakovať voda.

Predpokladajte, že medzi zátkou a okrajom otvoru nepresakuje voda, ak je zátka pritláčaná k otvoru nenulovou silou. Medzi zátkou a okrajom otvoru nepôsobí trenie a priemer zátky je oveľa menší ako priemer nádoby. Hustota vody $\rho_v = 1,00$ g·cm⁻³, tiažové zrýchlenie $g = 9,81$ m·s⁻².

Pozn.: Objem kužeľa s obsahom podstavy S a výškou H je $V = \frac{1}{3} S H$.



Obr. D–1

64. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy krajského kola kategórie C

Autori návrhov úloh:	Lubomír Konrád (2, 3, 4), Kamil Bystrický (1)
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 2023