

**55. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2013/2014**

Zadania úloh domáceho kola kategórie D

(ďalšie informácie na <http://fo.uniza.sk> a www.olympiady.sk)

1. Predbiehanie kamióna

Vodič osobného auta dostihol na úzkej dvojsmernej suchej asfaltovej ceste kamión s prívesom dlhým $l = 20$ m a po istú dobu išiel za ním s konštantným odstupom $d_0 = 30$ m rýchlosťou $v_0 = 80$ km/h. V určitom okamihu sa rozhodol kamión predbehnúť. Zošliapnutím plynového pedálu zvýšil výkon motora, zrýchlil na maximálnu povolenú rýchlosť $v_1 = 90$ km/h, touto rýchlosťou pokračoval s úmyslom zaradiť sa pred kamión vo vzdialenosti d_0 .

- a) Pri rovnomernom pohybe osobného auta rýchlosťou v_0 po vodorovnej ceste a bezvetří je výkon motora $P_0 = 10$ kW. Po pridaní plynu sa výkon zvýši pri rýchlosti v_0 na hodnotu $P_1 = 30$ kW. Hmotnosť auta $m = 1,5$ t. Určte zrýchlenie a auta po pridaní plynu a vzdialenosť d_1 auta za kamiónom v okamihu, keď dosiahlo rýchlosť v_1 .
- b) Akú dráhu s auto urazí od okamihu začiatku predbiehania až po jeho úspešné dokončenie (dĺžku osobného vozidla neuvažujte)

V okamihu, keď predný okraj auta dosiahol úroveň polovice celkovej dĺžky kamióna s prívesom, objavil sa na ceste druhý kamión, idúci v protismere. Predpokladajme, že obidva kamióny idú rovnakou konštantnou rýchlosťou v_0 .

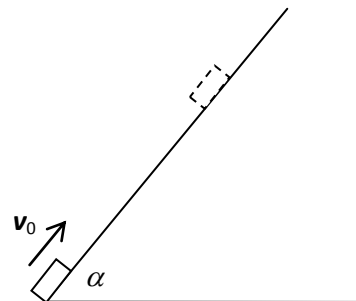
- a) Aká musí byť v uvedenom okamihu vzdialenosť d_2 auta od kamióna prichádzajúceho v protismere, ak chce vodič bezpečne dokončiť predbiehanie tak, ako mal v úmysle?
- b) Aká musí byť vzdialenosť d_3 auta od prichádzajúceho kamióna, aby sa vodič po okamžitom začatí brzdenia stihol bezpečne zaradiť s odstupom $d_4 = 10$ m naspäť za prvý kamión? Koeficient šmykového trenia medzi pneumatikou auta a cestou je $f = 0,70$, veľkosť tiažového zrýchlenia je $g = 9,81$ m·s⁻².

2. Puk na šikmej ploche

Puk vyhodíme smerom nahor na naklonenej rovine s uhlom sklonu α rýchlosťou v_0 . Koeficient šmykového trenia medzi pukom a podložkou je $f_s = 0,75$.

Uvažujte tri rôzne uhly sklonu $\alpha_1 = 60^\circ$, $\alpha_2 = 40^\circ$ a $\alpha_3 = 30^\circ$ a $g = 9,8$ m·s⁻².

- a) Určte celkovú dráhu s , ktorú puk prekoná na naklonenej rovine.
- b) Určte pomer času t_1 výstupu puku do najvyššej polohy a času t_2 jeho pohybu nadol do miesta, z ktorého bol vyhodенý.



Predpokladajte, že smer hodu (v_0) je v rovine naklonenej roviny, a je kolmý na spojnicu vodorovnej roviny a naklonenej roviny. Úlohu riešte všeobecne, potom pre uvedené hodnoty.

3. Zrážka

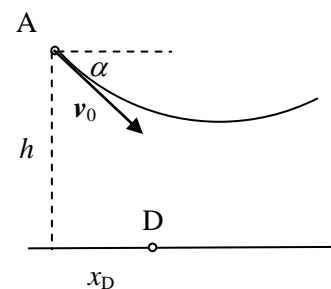
Guľa s hmotnosťou M je upevnená na zvislom vlákne dĺžky l . Guľu vychýlime z rovnovážnej polohy tak, že napnuté vlákno zvierá so zvislým smerom uhol α , a pustíme ju. Keď prechádza rovnovážnou polohou, vnikne do nej strela s hmotnosťou $m \ll M$, ktorá letí vodorovne opačným smerom, ako je v danej chvíli smer pohybu gule. Strela prejde guľou cez jej stred a vyletí z nej na opačnej strane. Guľa pokračuje v pohybe v pôvodnom smere, až kým uhol vlákna so zvislým smerom nedosiahne hodnotu β .

- O akú hodnotu Δv poklesne rýchlosť strely pri zrážke s guľou?
- Aká časť mechanickej energie sústavy sa v priebehu zrážky premení na vnútornú energiu sústavy.

4. Letecký deň

Pri leteckej prehliadke predvádzali piloti rôzne lietadlá a svoje umenie. Jedna z ukážok ukazovala zasiahnutie cieľa na zemi telesom uvoľneným z lietadla.

Lietadlo letiace strmhlavým letom uvoľnilo v bode A vo výške h guľové teleso pripievané k trupu. V bode A malo lietadlo rýchlosť v_0 s uhlom sklonu α vzhľadom na vodorovnú rovinu, pozri obrázok.



- Za aký čas t_D od uvoľnenia dopadne teleso na pozemný cieľ D?
- V akej vodorovnej vzdialenosti x_D od miesta vypustenia dopadne teleso na cieľ D?

Odpor vzduchu neuvažujte.

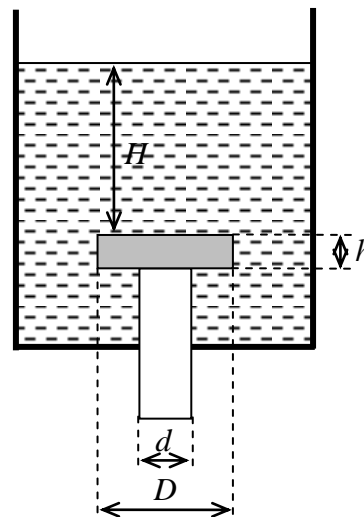
5. Dve družice

Dve družice sa pohybujú rýchlosťami $v_1 = 7,8$ km/s, resp. $v_2 = 7,7$ km/s okolo Zeme po kružnicových trajektóriách ležiacich v jednej rovine. Polomer Zeme $R = 6,4 \times 10^3$ km, tiažové zrýchlenie pri povrchu Zeme $g_0 = 9,8$ m/s².

- V istom okamihu sa družice nachádzajú v najmensej vzájomnej vzdialenosti. Určte túto vzdialenosť.
- Za aký čas t sa družice opäť dostanú do najmensej vzájomnej vzdialenosti.

6. Disk v nádobe s vodou

Dnom valcovej nádoby zaplnenej kvapalinou prechádza rúrka s priemerom d , ku ktorej tesne prilieha disk s priemerom D a hrúbkou h . Horná časť disku sa nachádza vo vzdialenosti H od povrchu vody (pozri obrázok). Hustota kvapaliny je ρ_0 . Aká musí byť minimálna hustota materiálu, z ktorého je disk vyrobený, aby nevyplával na hladinu vody?



7. Meranie hustoty kvapaliny – experimentálna úloha

Pomôcky: dva rovnaké poháre, pravítko, kvapalina (napr. stolový olej), voda.

Postup merania:

1. Jeden pohár naplňte vodou (predpokladáme, že hustota vody je $\rho_0 = 1\,000\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$). Pravítko použite ako rovnoramenné váhy, podoprite ho pod jeho ťažiskom. Na jednu stranu položte pohár s vodou a na druhú stranu prázdny pohár. Posúvaním pohárov nájdite rovnovážnu polohu. Odmerajte vzdialenosť d_1 stredu prázdneho pohára od stredu pravítka a vzdialenosť d_2 pohára s vodou od stredu pravítka.
2. Prázdny pohár naplňte vyšetřovanou kvapalinou tak, aby bol objem kvapalín v oboch pohároch rovnaký. Posúvaním pohárov nájdite novú rovnovážnu polohu. Odmerajte vzdialenosť d_3 pohára s vyšetřovanou kvapalinou od stredu pravítka a vzdialenosť d_4 pohára s vodou od stredu pravítka.

Úlohy:

1. Dokážte, že hustotu vyšetřovanej kvapaliny môžeme určiť zo vzťahu

$$\rho = \rho_0 \frac{d_1 d_4 - d_2 d_3}{(d_1 - d_2) d_3}.$$

2. Na základe merania uvedeného v postupe určte hustotu vyšetřovanej kvapaliny.
3. Meranie opísané v postupe zopakujte 5-krát tak, že budete meniť rozloženie pohárov na pravítku alebo objem kvapalín v pohároch (objemy však musia byť vždy rovnaké).
4. Určte priemernú hodnotu nameranej hustoty a priemernú odchýlku merania.
5. Diskutujte o použitej metóde merania a dosiahnutej presnosti.

55. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy domáceho kola kategórie D

Autori úloh: Milan Grendel (1), Dušan Nemeč (2), Ľubomír Konrád (2, 3–7)
Recenzia: Ivo Čáp, Aba Teleki
Redakcia: Ľubomír Konrád, Ivo Čáp
Slovenská komisia fyzikálnej olympiády
Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2013