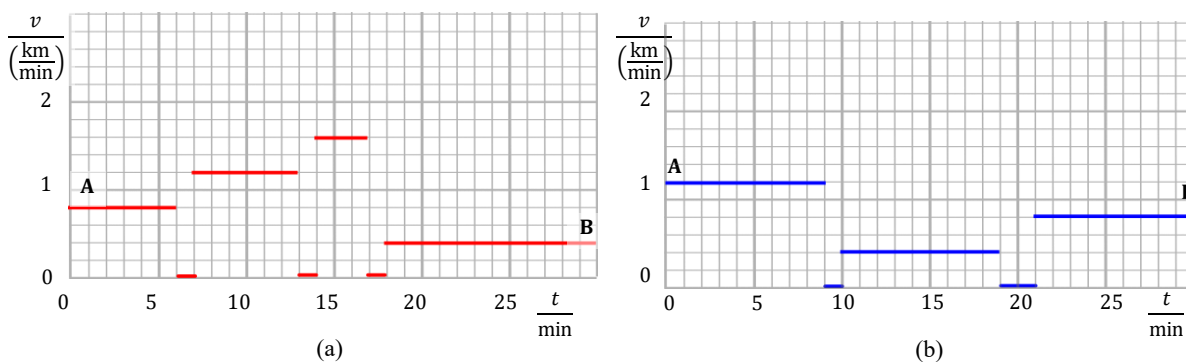


**67. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2025/2026**
Texty úloh domácej prípravy
kategória E

1. Autobusy

Zo zastávky A odchádza autobus linky 1 smerom do zastávky B, a v rovnakom čase odchádza zo zastávky A aj autobus linky 2 do zastávky B. Autobusy idú po tej istej trase, ale majú iné zastávky. Ich rýchlosti sú dané grafmi rýchlostí na obrázku E-1(a) pre linku 1 a (b) pre linku 2.



Obr.E-1

- Aká je vzdialenosť d medzi zastávkami A a B?
- Nakreslite graf rýchlosti linky 2 voči linke 1 (hodnota je kladná, ak je linka 2 rýchlejšia ako 1, v opačnom prípade je hodnota záporná).
- Autobusy odchádzajú zo zastávky A o 10:00 súčasne. O koľkej sa stretnú na svojej trase prvýkrát?
- Aká je priemerná rýchlosť v_1 linky 1 a v_2 linky 2 medzi stanicami A a B?

2. Hodinky

Na obrázku sú hodinky, ktoré majú všetky tri ručičky (hodinovú, minútovú a sekundovú).

- Uveď, nejaký okamih dňa, keď sú všetky tri ručičky v zákryte.
- Koľko času (t_b) uplynie od okamihu, keď minútová a sekundová ručička sú v zákryte, do najbližšieho takého okamihu?
- Koľko času (t_c) uplynie od okamihu, keď hodinová a minútová ručička sú v zákryte, do najbližšieho takého okamihu?
- Koľko času (t_d) uplynie od okamihu, keď všetky tri ručičky sú v zákryte, do najbližšieho takého okamihu?



Obr. E-2

3. Reťaz

Železná reťaz dĺžky $L = 4,00$ m a hmotnosti $m = 24,0$ kg, s teplotou $t_r = 250,0$ °C, visí tesne nad vodou. Voda je v nádrži, má objem $V = 80,0$ L a teplotu $t_0 = 10,0$ °C.

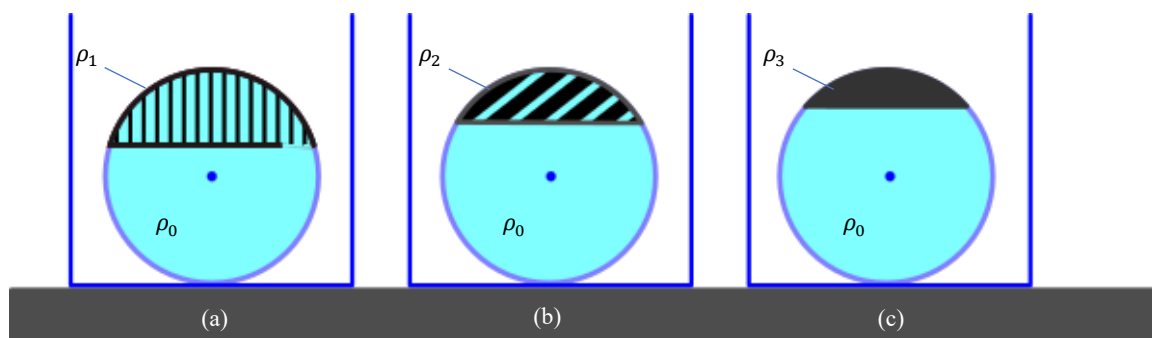
Časť reťaze dĺžky $L_1 = 1,20$ m ponoríme na veľmi krátku dobu do vody. Za túto krátku dobu sa ponorená časť ochladí na teplotu $t_{L1} = 120$ °C, ale teplota ostatnej časti reťaze sa nezmení. Potom sa reťaz rýchlo vytiahne z vody von.

- Aká bude výsledná teplota t_{v1} vody?
- Aká bude výsledná teplota t_{r1} celej reťaze, ak za dostatočne dlhú dobu po vytiahnutí z vody sa vyrovná teplota reťaze v celom jej objeme?
- Na akú teplotu t_{r2} by sa musela reťaz nad vodou zohriať, aby po páde do vody s teplotou $t_0 = 10,0$ °C voda začala vriť (práve dosiahla bod varu)? Neroztopila by sa železná reťaz pri tejto teplote?

Hmotnostná (merná) tepelná kapacita vody $c_v = 4200$ J/(kg · °C), hmotnostná (merná) tepelná kapacita železa $c_r = 450$ J/(kg · °C), hustota vody $\rho = 1000$ kg/m³. Teplotu topenia čistého železa nájdite vo vhodných dostupných zdrojoch. Vplyv odparovania vody na jej teplotu, ako aj výmenu tepla s okolím neuvažuj.

4. Gule

Na stole sú tri rovnaké nádoby, v každej nádobe je voľne položená tenkostenná guľôčka. Každá má vnútrojšok z dvoch materiálov. Guľôčky majú rovnaký objem $V = 10,0$ ml. Objem V_1 hornej časti (obr. E-3) prvej guľôčky je 1/3 objemu celej guľôčky, objem V_2 hornej časti druhej je 1/4 objemu celej guľôčky a objem V_3 hornej časti tretej je 1/5 objemu celej guľôčky. Hustota materiálu horných častí guľôčok je po rade ρ_1 , ρ_2 a ρ_3 . Materiál dolných častí guľôčok je rovnaký a má hustotu ρ_0 . (Na obrázku je vyznačený stred guľôčok.)



Obr. E-3

- Urči najväčšiu hodnotu ρ_{0m} hustoty ρ_0 , aby každá z guľôčok po položení do vody mohla plávať tak, že jej stred je presne na úrovni voľnej hladiny vody (nech je hustota jej hornej časti akákoľvek). Svoje riešenie fyzikálne zdôvodni.

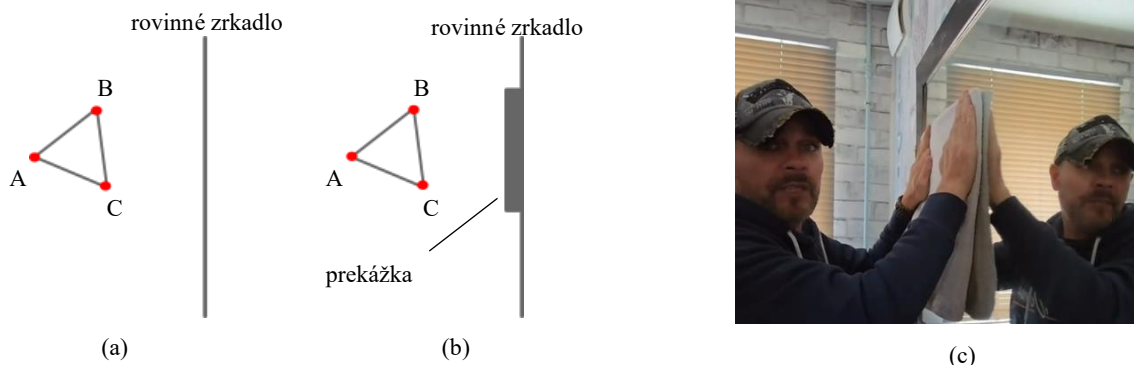
Materiály guľôčok boli zvolené tak, aby časť a) bola splnená pre všetky guľôčky súčasne a $\rho_0 = 0,500$ g/ml.

- Aké sú hustoty ostatných materiálov v guľôčkach?
- Urob náčrtok nádob s guľôčkami v ustálenom stave, keď nádoby sú naplnené vodou. Svoje nákresy fyzikálne zdôvodni.

Poznámka: Hustota vody $\rho_v = 1,000$ g/cm³, gravitačnú konštantu považuj rovnú $g = 10$ N/kg. Hmotnosť steny guľôčok neuvažuj.

5. Zrkadlo

Na obrázku E–4 (a) je pred rovinným zrkadlom trojica bodov ABC vytvárajúci trojuholník s myslennými čiarami spájajúcimi vrcholy trojuholníka.



Obr.E-4

- Prekresli obrázok E–4(a) do svojho riešenia, a zostroj obraz trojuholníka, ktorý sa vytvorí v rovinnom zrkadle.
- Ilustratívna fotografia na obr. E–4(c) ukazuje situáciu, ktorá je schematicky znázornená na obr. E–4(b), keď medzi predmetom a rovinným zrkadlom je prekážka. Vysvetli, ako je možné, že obraz v zrkadle sa vytvorí na tom istom mieste, ako v časti úlohy (a).
- Prekresli obrázok E–4(b) do svojho riešenia a vyznač v nej oblasť, z ktorej je možné urobiť fotografiu podobnú tej, aká je na ilustračnej fotografii, t.j. že trojuholník bude vidieť celý v zrkadle. Fyzikálne zdôvodni.

6. Jednoduchý prílivový generátor

Nedaleko Liverpoolu, žiaci základnej školy zostavili jednoduchý malý prílivový generátor. Časťou generátora je vzduchotesná nádoba (plavák) so železnými stenami v tvare hranola s vonkajšími rozmermi: šírka $a = 2,0$ m, dĺžka $b = 1,0$ m a výška $c = 0,8$ m. Tento plavák pláva (s vodorovným dnom) na hladine pokojného mora a jeho ponor do vody je $d = 20,0$ cm. Prílív zdvihne voľný plavák o $h = 10,0$ m. Plavák je cez reťaz a prevody napojený na rotor generátora elektrického prúdu.

Na začiatku, v čase odlivu (najnižšej hladiny), je plavák pripútaný reťazou ku dnu. Keď prílív dosiahne maximálnu výšku (najvyššiu hladinu) plavák sa uvoľní, takže začne rovnomerne stúpať ku hladine. Pomocou reťaze pritom otáča hriadeľom generátora, ktorý vyrába elektrický prúd.

- Aká je hmotnosť M_p plaváku?
- Akú prácu približne vykoná voda prílivu pri dvíhnutí plaváku?
- Koľko elektrickej energie generátor vyrobí za jeden deň, ak mechanickú prácu premieňa na elektrickú energiu s účinnosťou $\eta = 80\%$, a príliv je dvakrát za deň?
- Aký je priemerný výkon generátora za deň vyjadrený v jednotkách watt?

Hustota morskej vody $\rho = 1025$ kg/m³, gravitačná konštanta $g = 10$ N/kg. V časti (b) uvažuj tak, že po stúpaní o h je plavák ešte celý ponorený a hmotnosť reťaze je zanedbateľne malá.

7. Praskajúca bublina – experimentálna úloha

Zmerajte rýchlosť praskania bubliny s priemerom cca 10 cm.

Zmerajte, koľko trvá prasknutie mydlovej bubliny s priemerom cca 10 cm, od okamihu začiatku procesu až po úplný zánik bubliny.

Pomôcky: hladký umelohmotný alebo porcelánový tanierik, slamka s väčším priemerom, mydlová voda (napr. z bublifuku), mobilný telefón s možnosťou nahrávania videa, aplikácia na prezeranie videí po jednotlivých záberoch (napr. Frameskip), tmavý materiál pre pozadie.

Pre inšpiráciu pozrite napr. <https://youtu.be/blNe2Ae5a2c>

Postup: Na tanierik nalejte používaný roztok pre bubliny (navlhčíte celý povrch tanierika). Nafúknite na tanieriku mydlovú bublinu približne s priemerom 10 cm – polguľu (môžete zvoliť iný priemer, napr. 20 cm, ale potom pracujte s týmto priemerom). Snímanie robte na silnom slnečnom svetle a v pozadí majte tmavú látku, aby proces praskania bubliny bol dobre vidieť.

- 1) Nastavte najväčšiu možnú rýchlosť nahrávania v aplikácii vášho mobilného telefónu (dnešné mobilné telefóny dovoľujú 120 záberov za sekundu, resp. aj 240 záberov – tieto režimy sa tiež nazývajú „slow“, resp. „superslow“.).
- 2) Zapnite videonahrávanie a dotknite sa suchým prstom bubliny, aby praskla, skončíte videonahrávanie. Prípadne požiadajte o pomoc s ovládaním nahrávania alebo praskaním bubliny.
- 3) Bod 1 zopakujte 10-krát. Pokiaľ Váš mobilný telefón nahráva len v bežnej rýchlosti (30 záberov za sekundu), je možné že budete potrebovať viac pokusov, než 10.
- 4) Otvorte video v aplikácii Frameskip (alebo v inej desktopovej aplikácii, ako VLC player a podobne) a nájdite posledný záber, kde bublina je neporušená a tiež posledný záber, kde ešte je vidieť časť praskajúcej bubliny.
- 5) Urobte náčrt (pomocou kružidla) a zakreslite fázu praskania aj s časom (čas je nulový, keď praskanie bubliny začína – budete musieť odhadnúť zo záberov). Spracujte údaje aj z ostatných záberov a odhadnite, koľko trvá úplné rozrušenie bubliny.
- 6) Odhadnite, akou rýchlosťou sa šíri rozrušenie povrchu bubliny na povrchu bubliny.
- 7) Napíšte, ako by ste odhadli rýchlosť šírenia rozrušenia povrchu bubliny, ak je proces príliš rýchly a video zachytí proces len jedným záberom, alebo vôbec? Predpokladajte, že rýchlosť, ktorou sa narušenie šíri po povrchu bubliny je konštantná.

Poznámka k časti 7): Súťažiaci nech sa zamyslí nad nasledujúcou otázkou: Hľadá sa príbeh v knihe, ktorá má 100 strán. Samotný príbeh je popísaný na 5-tich stranách. Aká je pravdepodobnosť, že pri náhodnom otvorení knihy sa kniha otvorí práve niekde kde je opísaný príbeh?

Fyzikálna olympiáda – 67. ročník – úlohy domácej prípravy kat. E

Autori úloh:	Aba Teleki (2,5-7), Boris Lacsny (1,3,4)
Recenzia úloh:	Ivo Čáp
Redakcia:	Ivo Čáp
Úlohy preložil:	Aba Teleki ©2025
Vydalo:	Slovenská komisia fyzikálnej olympiády Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2025