

62. ročník Fyzikálnej olympiády

v školskom roku 2020/2021

Kategória G – Archimediáda - domáce kolo

Riešenie úloh

1. Príprava elektrolytu do oloveného akumulátora

a) Pre hustotu elektrolytu máme

$$\rho_e = \frac{m_e}{V_e} = \frac{m_v + m_k}{V_v + V_k} = \frac{m_v + m_k}{\frac{m_v}{\rho_v} + \frac{m_k}{\rho_k}}$$

Po úprave tohto vzťahu dostávame podiel hmotností kyseliny a vody

$$\frac{m_k}{m_v} = \frac{\rho_k}{\rho_v} \cdot \frac{\rho_e - \rho_v}{\rho_k - \rho_e}$$

V našom prípade bude podiel hmotností koncentrovanej kyseliny sírovej a destilovanej vody $\frac{m_k}{m_v} = 0,575$, tzn. že na prípravu elektrolytu s požadovanou hustotou $\rho_e = 1,20 \text{ g/cm}^3$ je potrebné, aby podiel hmotností kyseliny a vody bol 0,575.

Hmotnostná koncentrácia p_m roztoku elektrolytu v tomto prípade je

$$p_m = \frac{m_k}{m_k + m_v} = \frac{1}{1 + \frac{m_v}{m_k}} = \frac{1}{1 + \frac{\rho_v (\rho_k - \rho_e)}{\rho_k (\rho_e - \rho_v)}}, \quad p_m (\%) \approx 36,5 \%. \quad 3b$$

Objemovú koncentráciu roztoku elektrolytu označíme p_V . Teda

$$p_V = \frac{V_k}{V_v + V_k} = \frac{\frac{m_k}{\rho_k}}{\frac{m_k}{\rho_k} + \frac{m_v}{\rho_v}} = \frac{\frac{m_k}{\rho_k}}{\frac{m_k}{\rho_v} + \rho_k} \cdot \rho_v, \quad p_V = 0,238 \quad p_V (\%) = 23,8 \%. \quad 3b$$

b) Na prípravu elektrolytu s objemom $V_e = 0,500 \text{ l}$ je potrebné objem kyseliny $V_k = p_V V_e = 0,238 V_e$ a objem vody $V_v = (1 - p_V) V_e = 0,762 V_e$. Pre $V_e = 500 \text{ ml}$ máme $V_k \approx 119 \text{ ml}$ a $V_v \approx 381 \text{ ml}$. 2b

c) Pri reálnej príprave roztoku kyseliny sírovej je potrebné dodržiavať najvyššie bezpečnostné opatrenia, a to na cvičeniach chémie pod dozorom učiteľa. Kvôli prudkej reakcii koncentrovanej kyseliny sírovej s destilovanou vodou je potrebné veľmi opatrne a v malých dávkach kyselinu pomocou pipety pridávať do destilovanej vody, čím sa kyselina hneď riedi. Pri pridávaní vody do kyseliny sa voda v dôsledku prudkej reakcie zahrieva na voľnej hladine kyseliny a vyparuje, čo spôsobuje nebezpečné vystrekovanie roztoku a agresívneho aerosolu do okolia. Preto nikdy nepridávame vodu do koncentrovanej kyseliny. 2b

Pozn. časť b) úlohy možno vyriešiť aj samostatne, bez výsledkov časti a).

2. Olej, ľad na hladine vody v nádobe

- a) ľad má menšiu hustotu ako voda, preto zostane plávať na hladine vody, pričom časť jeho objemu vyčnieva nad hladinu. Olej sa vo vode nerozpúšťa, a preto zostáva od vody oddelený. Keďže má olej menšiu hustotu ako voda, je vrstva oleja nad hladinou vody. 4b
- b) ľad pláva v kvapaline, pričom hmotnosť ľadu sa rovná hmotnosti vody a oleja vytlačeného ľadom. Hmotnosť vody vytlačenej časťou ľadu ponorenou vo vode je preto menšia ako hmotnosť celého kusu ľadu o hmotnosť oleja s objemom rovným časti ľadu, ktorá sa nachádza v oleji.
ľad prijíma teplo od vody a oleja v nádobe, najprv sa zohreje na teplotu 0 °C, a potom začne meniť skupenstvo na kvapalnú (vodu). Voda vznikajúca roztopením ľadu zostane pod vrstvou oleja a doplní pôvodný obsah vody v nádobe. Po skončení vyrovnávania teploty zostane v nádobe voda a na jej povrchu vrstva oleja.
Keďže hmotnosť vody pod hladinou vody je menšia ako hmotnosť ľadu, ako bolo vysvetlené v časti a), po roztopení ľadu hladina vody v nádobe stúpne.
Po roztopení ľadu vznikne súvislá vrstva oleja, tzn. hrúbka vrstvy oleja sa zmenší.
Objem pôvodnej vody a oleja sa nezmení, len objem ľadu V_L sa nahradí objemom vody V_V vzniknutej roztopením ľadu. Keďže $V_V < V_L$, hladina oleja po roztopení ľadu klesne. 4b
- c) Overenie experimentom. 2b

3. Poznáme fyzikálne jednotky a ich premieňanie

- a) Dĺžka (meter, m), hmotnosť (kilogram, kg), čas (sekunda, s), elektrický prúd (ampér, A), termodynamická teplota (Kelvin, K), svietivosť (kandela, cd), látkové množstvo (mól, mol). 3b

- b) $5 \text{ mg} = 0,005 \text{ g} = m$ (hmotnosť) $3 \text{ min} = 0,05 \text{ h} = t$ (čas)
 $2,1 \text{ m} = 0,0021 \text{ km} = l$ (dĺžka) $24 \text{ h} = 86\,400 \text{ s} = t$ (čas)
 $5,3 \text{ m}^2 = 53\,000 \text{ cm}^2 = S$ (obsah plochy) $5 \frac{\text{cm}}{\text{h}} = 1,2 \frac{\text{m}}{\text{d}} = v$ (rýchlosť)
 $211 \text{ m}^2 = 0,000211 \text{ km}^2 = S$ (obsah plochy) $1 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{1 \text{ m}}{3,6 \text{ s}} \approx 0,278 \frac{\text{m}}{\text{s}} = v$ (rýchlosť)
 $7,5 \text{ ml} = 7,5 \text{ cm}^3 = V$ (objem) $1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1\,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \rho$ (hustota)
 $1,2 \text{ m}^3 = 1\,200 \text{ dm}^3 = V$ (objem) $0,75 \text{ kJ} = 750 \text{ mJ} = W$ (práca), E
(energia)
 $7,2 \text{ cl} = 720 \text{ ml} = V$ (objem) $4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} = 4,2 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} = c$ (hmotnostná
tepelná kapacita)

Za každú správnu odpoveď 0,5 b, spolu za b) 7b.

4. Prechádzka pri rieke

- d) Stretli sa po $\tau_1 = \frac{d}{v_3 + v_4}$, $\tau_1 = 8,57 \text{ s}$. 2b
- e) Áno. Ocko dostihol mamku a deti sa pohybovali stále medzi nimi. 2b
- f) $\tau_2 = \frac{d}{v_2 - v_1} = 60,0 \text{ s}$. 2b
- g) $s_j = v_3 \tau_2$ $s_j = 200 \text{ m}$. 2b
- h) $s_L = v_4 \tau_2$ $s_L = 150 \text{ m}$. 2b

5. Experimentálna úloha

10 b

62. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy domáceho kola kategórie G

Autori návrhov úloh:	Boris Lacsny (4), Daniel Klivanec (1, 2, 3, 5)
Recenzia a úprava úloh a riešení:	Ivo Čáp
Preklad textu úloh do maďarského jazyka:	Aba Teleki
Redakcia:	Daniel Klivanec
Vydal:	Slovenská komisia fyzikálnej olympiády IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2020