

Metodické a realizačné poznámky k laboratórnemu cvičeniu: **Závislosť objemu vody od teploty**

	Obsah	Metóda	Poznámka
1	Teoretický úvod – zopakovať a zhrnúť základné poznatky o závislosti objemu, resp. hustoty kvapalín od teploty, – matematická formulácia závislosti, – upozorniť na anomáliu vody	Výklad učiteľa	Keďže bolo učivo už prebraté na predchádzajúcich vyučovacích hodinách, učiteľ sa snaží vhodnými otázkami čo najviac zapájať žiakov do výkladu a diskusie.
2	Ktoré veľičiny budeme merať a akým spôsobom, predstavenie aparatury a meracieho zariadenia	Výklad učiteľa	Učiteľ vysvetlí, ako bude prebiehať meranie teploty a objemu vody v systéme Coach.
3	Samotné meranie • Odmeranie hmotnosti vody v banke. • Zostavenie experimentu. • Predpoveď o priebehu sledovanej závislosti $h = f(t)$. • Meranie závislosti $h = f(t)$. • Nahratie výsledkov merania.	Samostatná práca žiakov riadená učiteľom	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Použiť destilovanú vodu, najlepšie prevarenú, aby boli odstránené chyby merania vznikajúce v dôsledku existencie rôznych plynov vo vode. ▪ Pozor na zatlačenie zátky, aby pod zátkou nezostali žiadne vzduchové bubliny. ▪ Prípadné netesnosti uzavrieť plastelínou. ▪ Vodu zohrievať pomaly v intervale najviac 20°C (napríklad 20-40°C).
4	Ďalší postup • Stanovenie charakteru závislosti $V = f(t)$. • Odmeranie potrebných veličín: polomer trubičky r , objem vody v banke V_b . • Zobrazenie závislosti $V = f(t)$. • Fitovanie závislosti $V = f(t)$ lineárnou funkciou • Nájdenie fyzikálneho významu konštant lineárnej funkcie. • Stanovenie súčiniteľa teplotnej objemovej rozťažnosti vody, porovnanie s tabuľkovou hodnotou. • Zobrazenie závislosti $\rho = f(t)$. • Vloženie tabuľkových hodnôt $\rho_{\text{tab}} = f(t)$. • Importovanie grafu $\rho = f(t)$ získaného meraním do grafu tabuľkových hodnôt $\rho_{\text{tab}} = f(t)$. • Zdôvodnenie chýb merania • Nahratie konečných výsledkov, prípadne zaslanie grafov mailom pre prípravu protokolu alebo vytlačenie výsledkov.	Samostatná práca žiakov riadená učiteľom	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Polomer trubičky odmerať pomocou posuvného meradla a tyčinky, ktorú zasunieme do kapiláry (presnejšie meraním hmotnosti a výšky ortuťového stĺpca v trubičke). ▪ Objem vody v banke odmerať pomocou odmerného valca (pomerne nepresné), merať pri teplote, pri ktorej bola nádoba ciachovaná. ▪ Chyby merania sú spôsobené: <ul style="list-style-type: none"> - nepresným stanovením h, V_b a hlavne r, keďže vystupuje v druhej mocnine, - nerovnomerné zohrievanie vody v banke, tým nepresné určenie teploty, - teplotná rozťažnosť skla $\beta_{\text{sklo}} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$, ktorú pri meraní neberieme do úvahy, - prítomnosť vzduchových bublín $\beta_{\text{vzduch}} = 3,7 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$, ktoré môžu pri meraní značne ovplyvniť výsledok experimentu, pretože ich súčiniteľ teplotnej objemovej rozťažnosti je o jeden rád väčší ako súčiniteľ teplotnej objemovej rozťažnosti vody.
5	Zhrnutie výsledkov merania	Spoločná diskusia učiteľa so žiakmi	Žiaci prezentujú a porovnávajú získané výsledky a diskutujú o príčinách chýb.