



Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky

Praktická úloha celostátního kola 53. ročníku FO

Pardubice 2012

Hustoměr

Pomůcky: hustoměr opatřený teploměrem, odměrný válec (z plastových lahví) se značkou 1,900 litru a milimetrovou stupnicí, papírové měřítko, nádoba, lžička, voda z kohoutku (teče také teplá), dávka soli, stojan s kruhem.

Důležité upozornění: Praktickou úlohu budete zpracovávat 4 h, hustoměry však budete mít k dispozici pouze první dvě hodiny!

Teorie: Měření hustoty kapaliny hustoměrem je zřejmé. Na plovoucím hustoměru odečteme hodnotu hustoty na stupnici v úrovni hladiny kapaliny. Vnější průměr té části hustoměru, kde je stupnice, je 6,5 mm. Tloušťku stěny plastové láhve zanedbejte. Povrchové napětí ve styku vody se vzduchem má při teplotě 20 °C hodnotu $73 \text{ mN} \cdot \text{m}^{-1}$. Uvažujte dokonalé smáčení skla.

Teorie chyb

Připomeňme si, že chybu veličiny značíme Δ , relativní chybu veličiny značíme δ . Za chybu měřidla budeme považovat hodnotu nejmenšího dílku stupnice měřidla.

Při určování chyb vypočítaných veličin použijte následující pravidla:

Početní operace	Chyba vypočtené veličiny
$c = a + b$	$\Delta c = \Delta a + \Delta b$
$c = a - b$	$\Delta c = \Delta a + \Delta b$
$c = a \cdot b$	$\delta c = \delta a + \delta b$
$c = a/b$	$\delta c = \delta a + \delta b$

Úkoly

Všechny úkoly řešte nejprve obecně a teprve potom dosaďte naměřené nebo známé číselné hodnoty.

1. Určete hmotnost hustoměru včetně chyby měření. Svůj postup náležitě ve větách a vzorcích zdůvodněte. Všechny použité veličiny řádně popište.

2. Určete hmotnost dávky soli. Chybu měření tentokrát určovat nemusíte. Svůj postup náležitě ve větách a vzorcích zdůvodněte. Všechny použité veličiny řádně popište.
3. Určete střední hodnotu součinitele objemové teplotní roztažnosti vody pro měřený teplotní interval; uvažujte pouze lineární závislost změny objemu na teplotě. Použijte vodu o dvou různých teplotách, nižší z těchto teplot zvolte jako vztažnou teplotu. Vyšší teplota nesmí překročit $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, jinak hrozí, že odměrný válec přestane těsnit. Stanovte chybu měření. Svůj postup náležitě ve větách a vzorcích zdůvodněte. Všechny použité veličiny řádně popište.
4. Všimli jste si tvaru hladiny v místě dotyku? V důsledku tvaru hladiny působí na hustoměr ještě jedna síla, označme ji F . Vypočítejte velikost síly F a vysvětlete všechny použité veličiny. Určete poměr velikosti této síly F a tíhové síly působící na hustoměr. Rozhodněte, jaký vliv má tento poměr na určení hmotnosti hustoměru v úkolu č. 1.

Pokyny k vypracování

- Praktická úloha má 4 úkoly a vy dostáváte 4 pracovní listy. Každý úkol vypracujte na 1 list a uveďte na tento list všechny hodnoty potřebné k vyřešení úkolu. Např. některou naměřenou veličinu budete potřebovat pro splnění prvního úkolu i druhého úkolu. Tuto veličinu musíte proto zapsat na oba pracovní listy (jde o opravy úloh – každý list opravuje jiná skupina porotců).
- Experimentátor musí umět ostatním odborníkům sdělit, jak postupoval a co naměřil. Musíte se o to snažit i vy. Pokud váš popis postupu bude nečitelný, nesrozumitelný či neúplný, nebude možné vám přidělit potřebné body.
- Hustoměr je velmi křehký, zacházejte s ním opatrně! Po rozbití nemůžete dostat jiný.
- Číslo přiděleného hustoměru a odměrného válce запиšte do pracovního listu č. 1.
- K dispozici máte jen jednu dávku soli. Dobře si rozmyslete, jak se soli naložíte. Nespěchejte.
- Na odměrném válci je značka 1,900 litru.
- Měřítka nalepená na odměrném válci má nejmenší dílek 1 mm.