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 $73\ \mathrm{mN \cdot m^{-1}}$. 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 °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 $\boldsymbol{F}$. 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.

- Čísla přiděleného hustoměru a odměrného válce zapište do pracovního listu č. 1.

- K dispozici máte jen jednu dávku soli. Dobře si rozmyslete, jak se solí naložíte. Nespěchejte.

- Na odměrném válci je značka 1,900 litru.

- Měřítko nalepené na odměrném válci má nejmenší dílek 1 mm.