

MĚŘENÍ OBJEMOVÉ HUSTOTY PEVNÝCH LÁTEK A KAPALIN

ZADÁNÍ ÚLOHY

Přímou metodou určete objemovou hustotu vybraných vzorků (válečky + tělesa složitějších tvarů) a pyknometrem určete hustotu kapaliny.

DOPORUČENÁ LITERATURA

- [1] Toman J., Semerák P., *Fyzika 10 – Praktická cvičení*, Vydavatelství ČVUT, 2001.
- [2] Horák Z., *Praktická fyzika*, SNTL, 1958.
- [3] Brož J. a kol., *Základy fyzikálních měření I-III*, Státní pedagogické nakladatelství, 1967.

Teoretický úvod naleznete v **úloze 1 a 2** skript [1], případně v [2] nebo [3].

METODY MĚŘENÍ

Přímá metoda

Přímá metoda spočívá v přímém změření potřebných veličin k výpočtu fyzikální veličiny z definičního vztahu. Jelikož je objemová hustota homogenního tělesa z pevné látky (těleso konstantní hustoty) definována jako poměr jeho hmotnosti a objemu, musíme tyto hodnoty změřit. V daném případě určíme objem geometricky známého tělesa pomocí měření jeho rozměrů a hmotnost určíme vážením na laboratorních vahách.

Měření pyknometrem

Při určení hustoty kapalin užíváme k odměřování určitého objemu pyknometr. Pyknometr je nádobka přesně změřeného objemu, často je opatřena zátkou s kapilárou, aby jí přebytečná kapalina mohla odtéct. Při měření hmotnosti měřené kapaliny je nutno pyknometr pečlivě vysušit, a poté zjistit jeho hmotnost vážením. Následně zvážíme pyknometr naplněný zkoumanou kapalinou a z rozdílu určíme hmotnost měřené kapaliny.

POSTUP MĚŘENÍ

Přímá metoda:

1. Digitálním posuvným měřítkem změřte 10krát výšku h a průměr d válečků.
2. Z naměřených hodnot vypočtete objem vzorků.
3. Zjistěte hmotnost vzorků na digitálních vahách s rozlišením 0,001 gramu.
4. Vypočítejte hustotu vzorků.
5. Určete nejistoty měření na základě nejistot zjištěných při měření rozměrů a hmotnosti vzorků.
6. Srovnejte vypočtené hodnoty s tabulkovými (viz např. [1]) a stanovte nejpravděpodobnější materiál, ze kterého je vzorek vyroben.

7. Pomocí digitálního posuvného měřítka (případně sférometru) zjistěte rozměry nepravidelných těles (každý rozměr stačí změřit 1x).
8. Z naměřených hodnot vypočtete objem těles.
9. Zvažte tělesa na digitálních vahách s rozlišením 0,001 gramu.
10. Vypočítejte hustotu těles. Nejistotu hustoty nepravidelných těles nepočítejte.
11. Srovnejte vypočtené hodnoty s tabulkovými (viz např. [1]) a stanovte nejpravděpodobnější materiál, ze kterého je vzorek vyroben.

12. Změřte rozměry jednoho válečku pomocí klasického posuvného měřítka (každý rozměr stačí jednou) a vypočtěte jeho objem. Postup čtení na noniu u klasického posuvného měřítka naleznete např. v [1-3]. Totéž těleso proměřte pomocí digitálního posuvného měřítka. Vypočtěte nejistoty objemu pro oba způsoby a diskutujte výsledek.

Měření pyknometrem:

13. Na digitálních vahách s rozlišením 0,001 gramu zvažte prázdný pyknometr.
14. Naplňte pyknometr zkoumanou kapalinou a opět zvažte.
15. Ze znalosti objemu pyknometru vypočtěte hustotu zkoumané kapaliny.
16. Určete nejistotu vypočtené hustoty na základě nejistoty měření hmotnosti a nejistoty objemu pyknometru.
17. Srovnajte vypočtené hodnoty s tabulkovými (viz např. [1]).

PŘÍKLADY

1. Uvažujme hmotnou nekonečně tenkou tyč délky 1 m, jejíž hustota závisí na vzdálenosti x (měřeno od jednoho okraje tyče) vztahem $\rho(x) = 1 + x^3$. Jaká bude hmotnost této tyče? V jakém místě bude mít tato tyč těžiště?
2. O kolik je hustota tělesa hmotnosti 5 kg a objemu 0.5 m³ určena špatně, jestliže se měřič dopustil chyby v měření hmotnosti $\Delta m = 100$ g?

POŽADOVANÉ VÝSTUPY

- V přehledných tabulkách uveďte:
 - Naměřená data (rozměry, hmotnosti) včetně schematického nákresu tvaru měřených těles s vyznačením měřených rozměrů.
 - Vypočtené hustoty jednotlivých vzorků s vypočtenými nejistotami.
 - Vypočtené hustoty těles nepravidelných tvarů.
 - Vypočtenou hustotu kapaliny.
 - Srovnání výsledných hodnot s tabulkovými a stanovení nejpravděpodobnějšího materiálu, ze kterého jsou jednotlivé vzorky vyrobeny.
 - Porovnání měření objemu válečku a jeho nejistoty pomocí analogového a digitálního posuvného měřítka, diskuze výsledku.
- Vypracujte příklady.

POMŮCKY

Válečky, tělesa, analogové posuvné měřítko, digitální posuvné měřítko, digitální váhy, zkoumaná kapalina, pyknometr