

Návod k obsluze

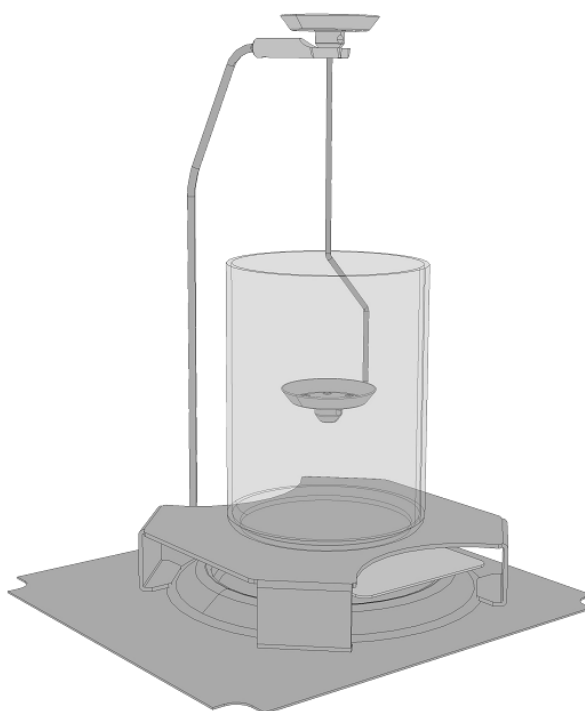
Sada pro stanovení hustoty

pro analytické a přesné váhy

KERN ALT-B, PLT-A, PLT-F, ALS-A / ALJ-A,
PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F, PLE-N

KERN ALT-A02 / PLT A01

Verze 1.0
01/2013
CZ





KERN ALT-A02 / PLT A01

Verze 1.0 01/2013

Návod k obsluze

Sada pro stanovení hustoty
pro analytické a přesné váhy

KERN ALT-B, PLT-A, PLT-F, ALS-A / ALJ-A, PLS-A / PLJ-A, PLS-F /
PLJ-F, PLE-N

Obsah:

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | ÚVOD | 3 |
| 1.1 | ROZSAH DODÁVKY | 4 |
| 2 | PRINCIP STANOVENÍ HUSTOTY | 5 |
| 2.1 | OVLIVŇUJÍCÍ VELIČINY A ZDROJE CHYB | 6 |
| 3 | PŘÍPRAVA VÁHY | 7 |
| 4 | INSTALACE SADY PRO STANOVENÍ HUSTOTY | 8 |
| 5 | STANOVENÍ HUSTOTY PEVNÝCH TĚLES | 10 |
| 5.1 | VÁHY S GRAFICKÝM DISPLEJEM (KERN ALT-B, PLT-A, PLT-F)..... | 13 |
| 5.2 | VÁHY S LCD DISPLEJEM (KERN ALS-A / ALJ-A, PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F, PLE-N)..... | 17 |
| 6 | STANOVENÍ HUSTOTY KAPALINY | 20 |
| 6.1 | VÁHY S GRAFICKÝM DISPLEJEM (KERN ALT-B, PLT-A, PLT-F)..... | 21 |
| 6.2 | VÁHY S LCD DISPLEJEM (KERN ALS-A / ALJ-A, PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F, PLE-N)..... | 25 |
| 7 | PODMÍNKY PŘESNÉHO MĚŘENÍ | 28 |
| 7.1 | VÝPOČET VÝSLEDKŮ | 28 |
| 7.2 | ČINITELE OVLIVŇUJÍCÍ CHYBU MĚŘENÍ | 28 |
| 7.2.1 | Vzduchové bublinky | 28 |
| 7.2.2 | Teplota | 28 |
| 7.2.3 | Vzorek pevného tělesa | 29 |
| 7.2.4 | Kapaliny | 29 |
| 7.2.5 | Povrch | 29 |
| 7.3 | VŠEOBECNÉ INFORMACE | 29 |
| 7.3.1 | Hustota / relativní hustota | 29 |
| 7.3.2 | Drift indikace váhy | 29 |
| 8 | TABULKA HUSTOTY KAPALINY | 30 |
| 9 | UŽITEČNÉ POKYNY | 31 |

1 Úvod

Sady pro stanovení hustoty ALT-02 a PLT-01 se liší připevněním vážní desky. Vyberte si sadu pro stanovení hustoty vhodnou pro svou váhu z níže uvedeného přehledu.

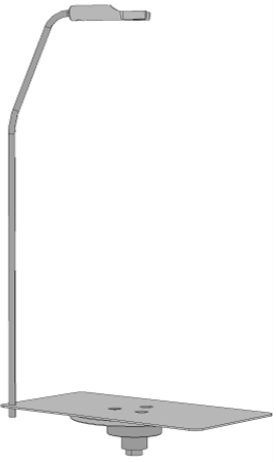

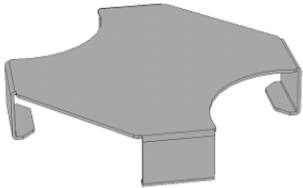
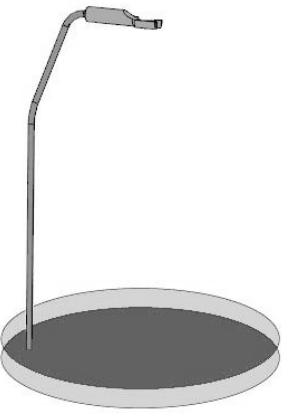



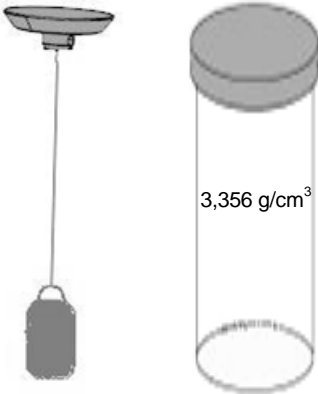

| KERN ALT-A02 | KERN PLT-A01 |
|---|--|
| Sada pro stanovení hustoty pro analytické a přesné váhy d = 0,1 mg / 1 mg KERN ALT-B / PLT-A / PLT-F, ALS-A / ALJ-A, PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F, PLE-N | Sada pro stanovení hustoty pro přesné váhy d = 10 mg KERN PLT-A, PLT-F PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F |



- Abyste zajistili spolehlivý a bezproblémový provoz, přečtěte si pozorně návod k obsluze.
- V tomto návodu jsou popsány pouze práce prováděné se sadou pro stanovení hustoty. Další informace týkající se obsluhy váhy se nacházejí v návodu k obsluze přiloženém ke každé váze.

1.1 Rozsah dodávky

- ⇒ Ihned po vybalení zkontrolujte, zda obal a sada pro stanovení hustoty nejsou viditelně poškozeny.
- ⇒ Ujistěte se, že všechny dostupné části jsou kompletní.

| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| <p>Úchyt ponorného košíku</p> | <p>Univerzální ponorný košík pro plovoucí a klesající pevná tělesa</p> | <p>Podstavec pod skleněnou nádobu</p> |
|  |  <p>Ø 70 mm, výška 95 mm</p> |  <p>Ø 55 mm, výška 150 mm</p> |
| <p>Úchyt ponorného tělíska</p> | <p>Skleněná odměrka pro stanovení hustoty pevných těles</p> | <p>Skleněná odměrka pro stanovení hustoty kapalin</p> |
|  |  <p>3,356 g/cm³</p> |  |
| <p>Teploměr</p> | <p>Ponorné tělísko s krytem pro uschování</p> | <p>Imbusový klíč</p> |

2 Princip stanovení hustoty

Tři důležité fyzikální veličiny: **objem** a **hmotnost** těles, jakož i **hustota** látky. Hmotnost a objem jsou navzájem spojeny prostřednictvím hustoty:

Hustota [ρ] je poměr hmotnosti [m] k objemu [V].

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Jednotkou hustoty v soustavě SI je kilogram na metr krychlový (kg/m^3). 1 kg/m^3 se rovná hustotě homogenního tělesa, které při hmotnosti 1 kg zabírá objem 1 m^3 . Jinými často používanými jednotkami jsou:

$$1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}, \quad 1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, \quad 1 \frac{\text{g}}{\text{l}}$$

Díky použití naší sady pro stanovení hustoty v kombinaci s našimi váhami KERN ABS/ABJ můžete rychle a jistě stanovit hustotu pevných těles a kapalin. Ve způsobu práce se sadou pro stanovení hustoty se používá „**Archimédův zákon**“:

TĚLESO PONOŘENÉ DO KAPALINY JE NADLEHČOVÁNO VZTLAKOVOU SILOU, ROVNAJÍCÍ SE TÍŽE KAPALINY STEJNÉHO OBJEMU JAKO JE PONOŘENÁ ČÁST TĚLESA.

Díky tomu výpočet hustoty probíhá podle následujících vzorců:

Při stanovení hustoty pevných těles

Pomocí našich vah lze vážít pevné těleso jak ve vzduchu [A], tak i ve vodě [B]. Pokud známe hmotnost vytlačovaného média [ρ_0], hustotu pevného tělesa [ρ] vypočítáme následujícím způsobem:

$$\rho = \frac{A}{A-B} \rho_0$$

ρ = Hustota vzorku

A = Hmotnost vzorku ve vzduchu

B = Hmotnost vzorku v pomocné kapalině

ρ_0 = Hustota pomocné kapaliny

Při stanovení hustoty kapalin

Hustota kapaliny se stanoví pomocí ponorného tělíska, jehož objem [V] je znám.

Ponorné tělísko se váží jak ve vzduchu [A], tak i ve zkoumané kapalině [B].

V souladu s Archimédovým zákonem na těleso ponořené v kapalině působí výtlačná síla [G]. Tato síla je přímo úměrná tíhové síle (hmotnosti) kapaliny vytlačené objemem tělesa.

Objem [V] ponořeného tělesa se rovná objemu vytlačené kapaliny.

$$\rho = \frac{G}{V}$$

G = Výtlačk ponorného tělíska

Výtlačk ponorného tělíska =

Hmotnost ponorného tělíska ve vzduchu [A] – Hmotnost ponorného tělíska ve zkoumané kapalině [B]

A tedy:

$$\rho = \frac{A-B}{V}$$

ρ = Hustota zkoumané kapaliny

A = Hmotnost ponorného tělíska ve vzduchu

B = Hmotnost ponorného tělíska ve zkoumané kapalině

V = Objem ponorného tělíska*

* Pokud objem ponorného tělíska není znám, lze jej označit měřením hustoty pevného tělesa, např. ve vodě, a vypočítat následujícím způsobem.

$$V = \frac{A-B}{\rho_w}$$

V = Objem ponorného tělíska

A = Hmotnost ponorného tělíska ve vzduchu

B = Hmotnost ponorného tělíska ve vodě

ρ_w = Hustota vody

2.1 Ovlivňující veličiny a zdroje chyb

⇒ Tlak vzduchu

⇒ Teplota

⇒ Změna objemu ponorného tělíska

⇒ Povrchové napětí kapaliny

⇒ Vzduchové bublinky

⇒ Hloubka ponoření misky na vzorky nebo ponorného tělíska

⇒ Pórovitost pevného tělesa

3 Příprava váhy

U nainstalované sady pro stanovení hustoty nelze provést správné justování.

Vyžadované justování proveďte se standardní vážní deskou před nainstalováním sady pro stanovení hustoty.

V případě vah s vnitřním kalibračním závažím (**ALT / PLT, ALJ-A, PLJ-A, PLJ-F**) proveďte vnitřní justování. Po úspěšně provedeném justování aktivujte v menu režim justování „Vnější justování“. Umožní to vyhnout se nutnému provedení vnitřního justování při nainstalované sadě pro stanovení hustoty.

U vah s vnějším kalibračním závažím (**ALS-A, PLS-A, PLS-F, PLE-N**) proveďte vnější justování.

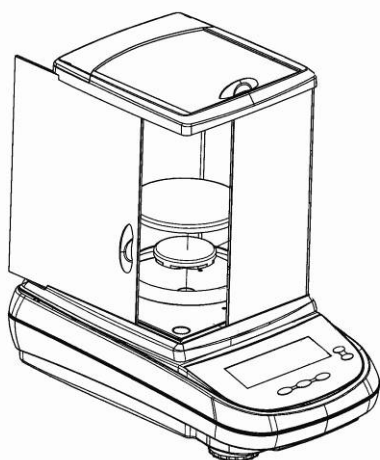
Způsob provedení, viz návod k obsluze přiložený k příslušné váze.

4 Instalace sady pro stanovení hustoty

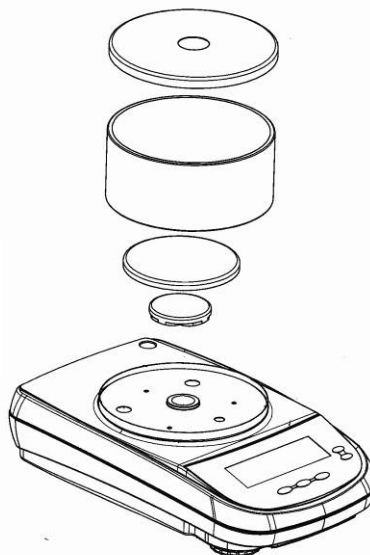
- i**
- U nainstalované sady pro stanovení hustoty nelze provést správné justování.
 - Abyste mohli justovat, sejměte sadu pro stanovení hustoty a nasadte standardní vážní desku.

⇒ Odpojte napájecí napětí váhy.

⇒ Sejměte standardní vážní desku tak, jak je znázorněno na obrázku.



Modely ALT, ALS/ALJ



Modely PLE, PLS/PLJ, PLT; $d = 0,1 \text{ mg} - 1 \text{ mg}$

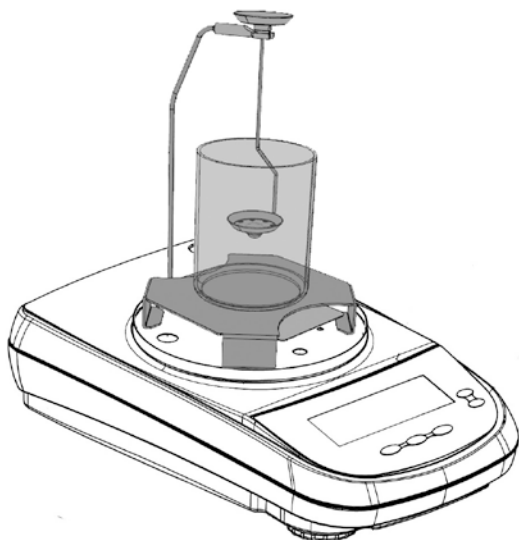


Modely PLS/PLJ, PLT; $d = 10 \text{ mg}$

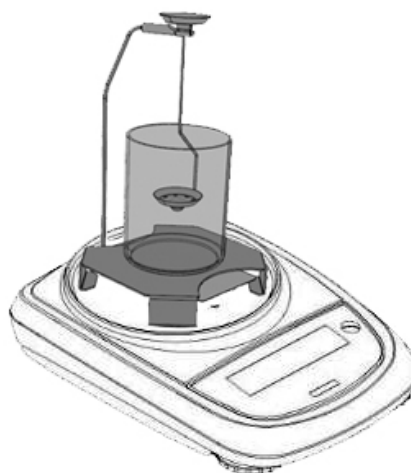
⇒ Nainstalujte sadu pro stanovení hustoty.
(pro pevná tělesa, viz kap. 5, pro kapaliny, viz kap. 6)

Nainstalovaná sada pro stanovení hustoty pevných těles – „přesné váhy“

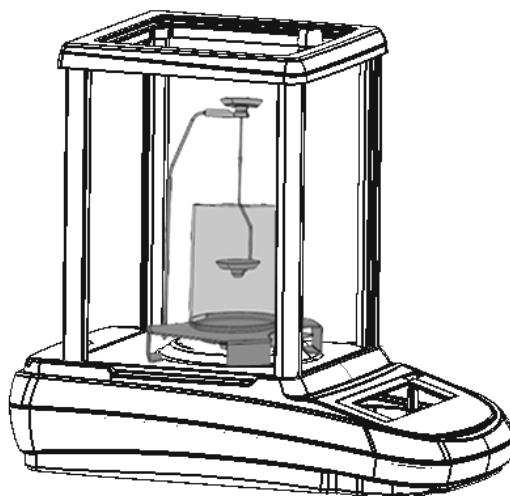
$d = 10 \text{ mg}$



$d = 0,1 \text{ mg} - 1 \text{ mg}$



Nainstalovaná sada pro stanovení hustoty pevných těles – „analytické váhy“



5 Stanovení hustoty pevných těles

Při stanovení hustoty pevných těles nejprve pevné těleso zvažte ve vzduchu a pak v pomocné kapalině se známou hustotou. Z rozdílu hmotností vyplývá výtlač, který software přepočítá na hustotu.

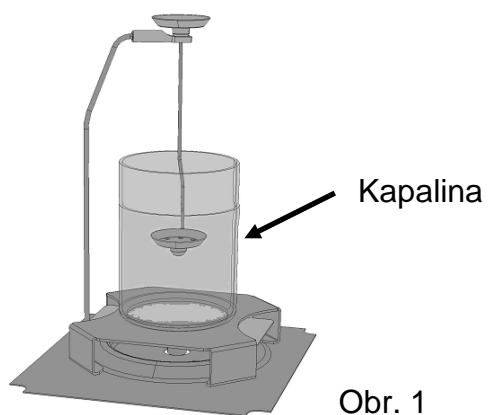
Jako pomocná kapalina se nejčastěji používá destilovaná voda nebo etanol; tabulky hustoty, viz kap. 8.

Připravte váhu způsobem popsáním v kap. 3 „Instalace sady pro stanovení hustoty“.

- ⇒ Postavte úchyt ponorného košíku na kužel vážní desky.
- ⇒ Podstavec skleněné nádoby umístěte tak, aby se nedotýkal úchytu ponorného košíku.
- ⇒ Skleněnou odměrku postavte do středu podstavce. Nesmí se dotýkat úchytu ani ponorného košíku.
- ⇒ Ponorný košík zavěste na úchyt. Musí být zavěšen do středu výřezu.
- ⇒ Nalijte pomocnou kapalinu do skleněné odměrky. Nalijte tolik kapaliny, aby se pevné těleso po ponoření nacházelo alespoň 1 cm pod hladinou kapaliny. Ponořte teploměr.
- ⇒ Tak dlouho regulujte teplotu pomocné kapaliny / nástrojů / vzorku, až bude konstantní. Zohledněte dobu zahřívání váhy.
- ⇒ Připojte váhu k napájení, provádí se autodiagnostika váhy. Váhu zapněte s použitím tlačítka **ON/OFF** a počkejte, až se zobrazí indikace v gramech.

Pro stanovení hustoty pevných těles použijte univerzální ponorný košík pro plovoucí ($d > 1 \text{ g/cm}^3$) a klesající ($d < 1 \text{ g/cm}^3$) pevná tělesa.

➤ $d > 1 \text{ g/cm}^3$



Ponorný košík zavěste pro klesající pevná tělesa způsobem zobrazeným na obr. 1.

➤ $d < 1 \text{ g/cm}^3$

V případě pevných těles s hustotou nižší než 1 g/cm^3 je možné stanovit hustotu dvěma různými metodami.

Metoda 1:

Jako pomocná kapalina se používá kapalina s hustotou nižší než je hustota pevného tělesa, např. etanol asi $0,8 \text{ g/cm}^3$.

Tuto metodu používejte, pokud se hustota pevného tělesa jen nepatrně liší od hustoty destilované vody.

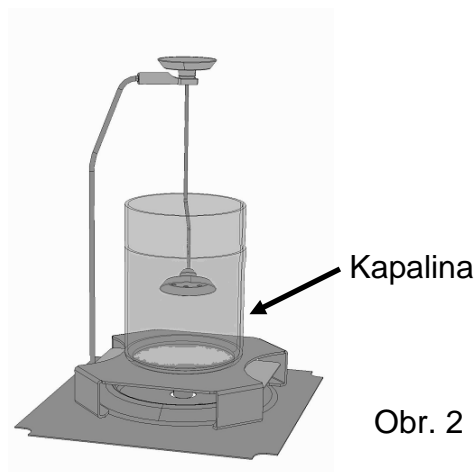
Před použitím etanolu zkontrolujte, zda pevné těleso nebude poškozeno.

⚠ Během práce s etanolem vždy dodržujte platné bezpečnostní předpisy.

Metoda 2:

V tomto případě se vzorek nepokládá na misku na vzorky, ale **pod** ni. Za tímto účelem, s použitím imbusového klíče přiloženého k sadě, namontujte misku na vzorky ponorného košíku obráceně, způsobem zobrazeným na obr. 2.

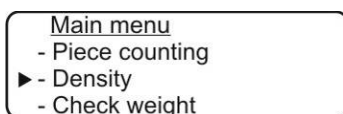
Pokud výtlač vzorku je tak velký, že se ponorný košík nadnáší, zatížte jej dalším závažím a vytárujte během vážení ve vzduchu.



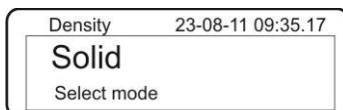
Ponorný košík pro plovoucí pevná tělesa zavěste způsobem zobrazeným na obr. 2.

5.1 Váhy s grafickým displejem (KERN ALT-B, PLT-A, PLT-F)

- ⇒ V režimu vážení stiskněte tlačítko **MENU**. Zobrazí se hlavní menu.
- ⇒ S použitím navigačních tlačítek **↓↑** vyberte položku menu „Hustota“.



- ⇒ Potvrďte stisknutím tlačítka **PRINT**, zobrazí se aktuální nastavení.
- ⇒ S použitím navigačních tlačítek **↓↑** vyberte nastavení „Pevné těleso“.



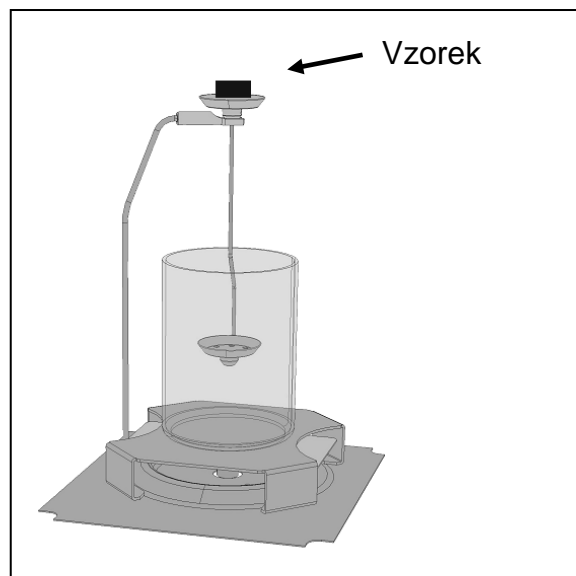
- ⇒ Potvrďte stisknutím tlačítka **PRINT**, zobrazí se aktuálně nastavená hustota pomocné kapaliny (tovární nastavení 1,0000 g/cm³ pro destilovanou vodu s teplotou 20 °C).



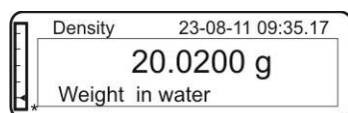
- ⇒ Za účelem změny (viz tabulka, kap. 8) stiskněte tlačítko **TARE**.
Za účelem smazání přidržte stisknuté tlačítko **TARE**. S použitím navigačních tlačítek **↓↑** zvyšte nebo snižte číslici. S použitím tlačítka **TARE** vyberte další číslici. Tento proces opakujte pro každou číslici.
- ⇒ Potvrďte stisknutím tlačítka **PRINT**, zobrazí se indikace sloužící pro stanovení hmotnosti ve vzduchu.
Pokud indikace váhy není nulová, stiskněte tlačítko **TARE**.



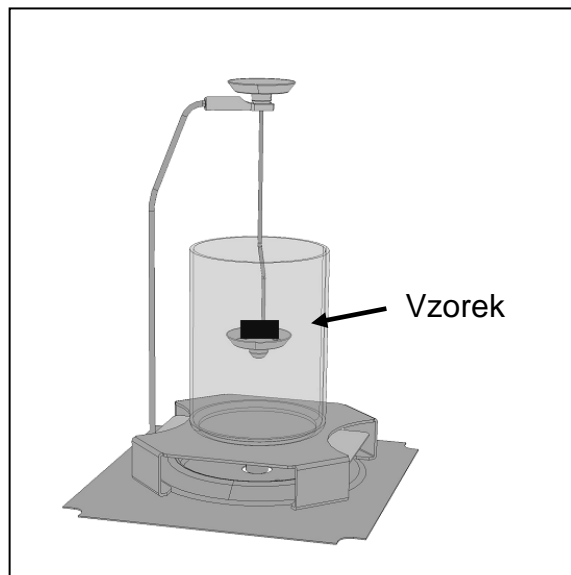
⇒ Vzorek položte na horní miskou na vzorky.



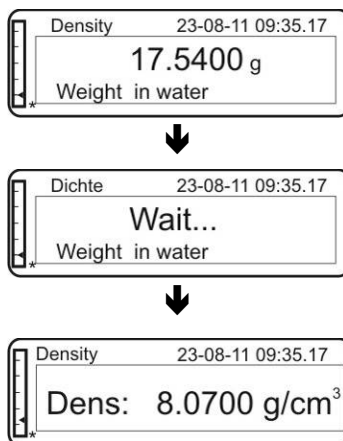
⇒ Počkejte, až se zobrazí ukazatel stabilizace [✱], potom přeberte hodnotu hmotnosti stisknutím tlačítka **PRINT**.



- ⇒ Počkejte, až se zobrazí indikace sloužící pro stanovení hmotnosti vzorku v pomocné kapalině. Sejměte vzorek a v případě potřeby vynulujte váhu stisknutím tlačítka **TARE**.
- ⇒ Vzorek vložte pod spodní misku na vzorky a ponořte do pomocné kapaliny, pokud možno zabraňte vzniku vzduchových bublinek. Vzorek musí být ponořen alespoň 1 cm.



- ⇒ Počkejte, až se zobrazí ukazatel stabilizace [*****], potom přeberte hodnotu hmotnosti stisknutím tlačítka **PRINT**. Zobrazí se hustota vzorku.



⇒ Po připojení volitelné tiskárny můžete vytisknout hodnotu indikace s použitím tlačítka **PRINT**.

Příklad výtisku (KERN YKB-01N):

| | |
|-----------------------------|----------|
| 07-09-11 | 11:14:57 |
| d: 8.0700 g/cm ³ | |

V případě, že vzniknou chyby během stanovení hustoty, zobrazí se zpráva „d-----“.

i

| | |
|-------------|-------------------|
| Density | 23-08-11 09:35.17 |
| Dens: ----- | g/cm ³ |

⇒ Abyste provedli další měření, vraťte se do režimu stanovení hustoty stisknutím tlačítka **MENU**.

| | |
|---------|-------------------|
| Density | 23-08-11 09:35.17 |
| Solid | Select mode |

⇒ Zpět do režimu vážení stisknutím tlačítka **ON/OFF**.

| |
|-------------------|
| 23-08-11 09:35.17 |
| 0.0000 g |
| *-0- |

5.2 Váhy s LCD displejem (KERN ALS-A / ALJ-A, PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F, PLE-N)

⇒ V režimu vážení stiskněte tlačítko **MENU**. Zobrazí se první položka menu „count“.

The image shows a rectangular LCD display with the word "Count" in a large, black, monospaced font. There is a small "2.4" in the top right corner of the display area.

⇒ Stiskněte tlačítko **MENU**.

The image shows a rectangular LCD display with the text "dEn5" in a large, black, monospaced font. There is a small "2.4" in the top right corner of the display area.

⇒ Potvrďte stisknutím tlačítka **PRINT**, zobrazí se aktuální nastavení.

⇒ S použitím tlačítka **MENU** vyberte nabídku „d SoLid“.

The image shows a rectangular LCD display with the text "d5oL id" in a large, black, monospaced font. There is a small "2.4" in the top right corner of the display area.

⇒ Potvrďte stisknutím tlačítka **PRINT**. Zobrazí se aktuálně nastavená hustota pomocné kapaliny (tovární nastavení 1,0000 g/cm³ pro destilovanou vodu s teplotou 20 °C).

The image shows a rectangular LCD display with the text "dL 1.0000" in a large, black, monospaced font. There is a small "2.4" in the top right corner of the display area.

⇒ Za účelem změny zadejte hustotu měřené kapaliny s použitím tlačítek šipek ↓ ↑ ←.

⇒ Potvrďte zadanou hodnotu stisknutím tlačítka **PRINT**.

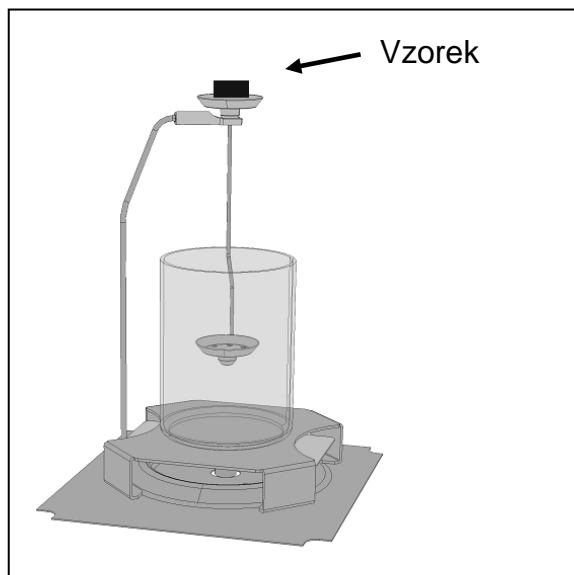
⇒ Zobrazí se indikace sloužící pro stanovení hmotnosti vzorku ve vzduchu.

UE , Air

⇒ Potvrďte stisknutím tlačítka **PRINT**.

⇒ Pokud indikace váhy není nulová, stiskněte tlačítko **TARE**.

⇒ Pevné těleso položte na horní misku na vzorky.



⇒ Počkejte, až se zobrazí ukazatel stabilizace [*****], potom přeberte hodnotu hmotnosti vzorku ve vzduchu stisknutím tlačítka **PRINT**.

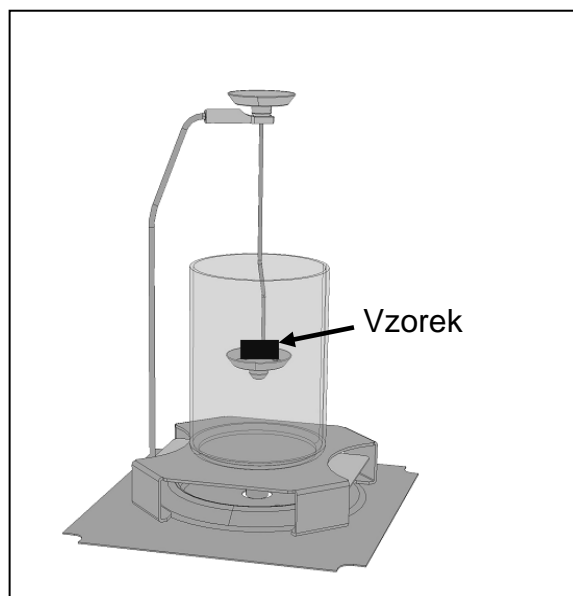
⇒ Počkejte, až se zobrazí indikace sloužící pro stanovení hmotnosti vzorku v pomocné kapalině.

UE , L19

⇒ Potvrďte stisknutím tlačítka **PRINT**.

⇒ Sejměte vzorek a v případě potřeby vynulujte váhu stisknutím tlačítka **TARE**.

- ⇒ Vzorek vložte pod spodní misku na vzorky a ponořte do pomocné kapaliny, pokud možno zabraňte vzniku vzduchových bublinek. Vzorek musí být ponořen alespoň 1 cm.

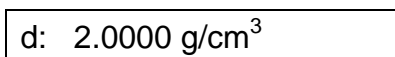


- ⇒ Počkejte, až se zobrazí ukazatel stabilizace [✱], potom přeberte hodnotu hmotnosti vzorku v pomocné kapalině stisknutím tlačítka **PRINT**. Zobrazí se hustota vzorku.



- ⇒ Po připojení volitelné tiskárny můžete vytisknout indikaci hmotnosti s použitím tlačítka **PRINT**.

Příklad výtisku (KERN YKB-01N):



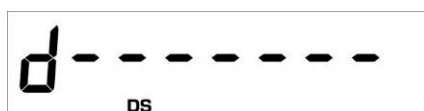
Zpět do režimu vážení

- ⇒ Stiskněte tlačítko **ON/OFF**.



- ⇒ Nebo spusťte nový cyklus měření stisknutím tlačítka **MENU**.

V případě, že se vyskytnou chyby během stanovení hustoty, zobrazí se zpráva „d-----“.

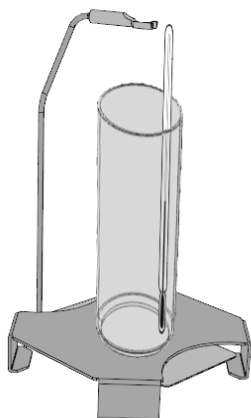


6 Stanovení hustoty kapaliny

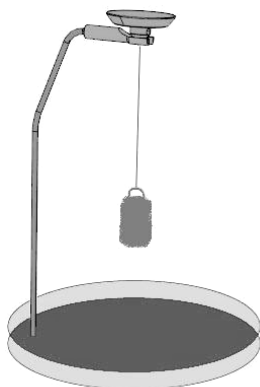
Při stanovení hustoty kapaliny se používá skleněné ponorné tělísko se známým objemem. Skleněné ponorné tělísko nejprve zvažte ve vzduchu a potom v kapalině, jejíž hustotu je třeba stanovit. Z rozdílu hmotnosti vyplývá výtlač, který software přepočítá na hustotu.

Připravte váhu způsobem popsaným v kap. 3 „Instalace sady pro stanovení hustoty“.

- ⇒ Postavte úchyt ponorného košíku na kužel vážní desky.
- ⇒ Podstavec skleněné nádoby umístěte tak, aby se nedotýkal úchytu ponorného košíku.
- ⇒ Vysokou skleněnou odměrku postavte do středu podstavce. Zavěste teploměr.



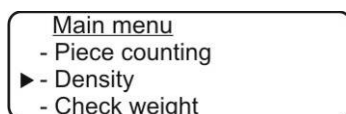
- ⇒ Připravte ponorné tělísko.



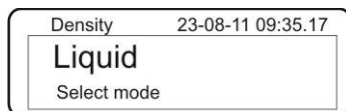
- ⇒ Tak dlouho regulujte teplotu zkoumané kapaliny / nástrojů / ponorného tělíska, až bude konstantní. Zohledněte dobu zahřívání váhy.
- ⇒ Připojte váhu k napájení, provádí se autodiagnostika váhy. Váhu zapněte s použitím tlačítka **ON/OFF** a počkejte, až se zobrazí indikace v gramech.

6.1 Váhy s grafickým displejem (KERN ALT-B, PLT-A, PLT-F)

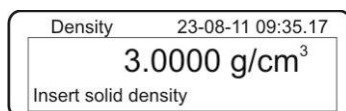
- ⇒ V režimu vážení stiskněte tlačítko **MENU**. Zobrazí se hlavní menu.
- ⇒ S použitím navigačních tlačítek \updownarrow vyberte položku menu „Hustota“.



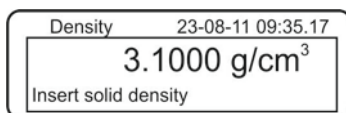
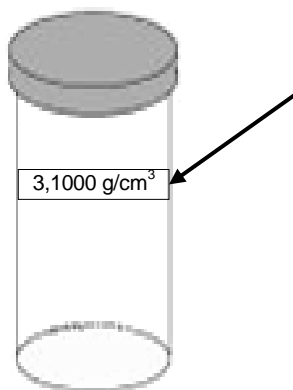
- ⇒ Potvrďte stisknutím tlačítka **PRINT**, zobrazí se aktuální nastavení.
- ⇒ S použitím navigačních tlačítek \updownarrow vyberte nastavení „Kapalina“.



- ⇒ Potvrďte stisknutím tlačítka **PRINT**, zobrazí se aktuálně nastavená hustota ponorného tělíska (tovární nastavení 3,0000 g/cm³).



- ⇒ Načtěte hustotu ponorného tělíska z krytu pro uchovávání a zadejte ji. Za účelem smazání přidržte stisknuté tlačítko **TARE**. S použitím navigačních tlačítek \updownarrow zvyšte nebo snižte číslici. S použitím tlačítka **TARE** vyberte další číslici. Tento postup opakujte pro každou číslici.

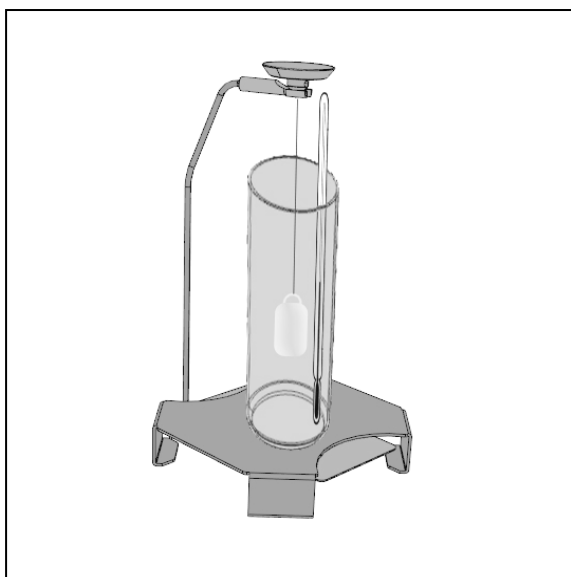


- ⇒ Potvrďte stisknutím tlačítka **PRINT**. Zobrazí se indikace sloužící pro stanovení hmotnosti ponorného tělíska ve vzduchu.

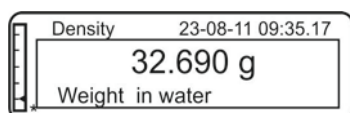
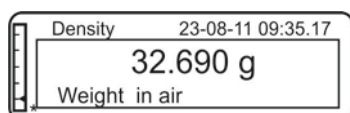


- ⇒ Pokud indikace váhy není nulová, stiskněte tlačítko **TARE**.

⇒ Zavěste ponorné tělísko.



⇒ Počkejte, až se zobrazí ukazatel stabilizace [✱], potom přeberte hodnotu hmotnosti stisknutím tlačítka **PRINT**.

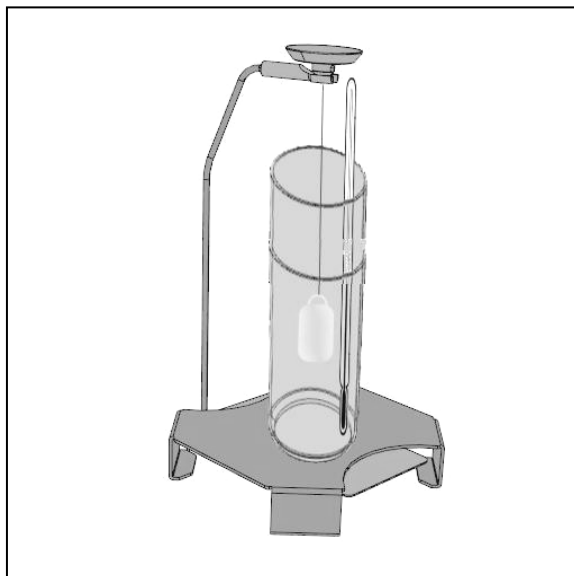


⇒ Počkejte, až se zobrazí indikace sloužící pro stanovení hmotnosti ponorného tělíska ve zkoumané kapalině.

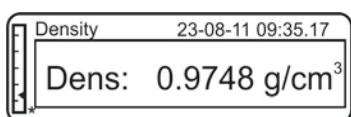
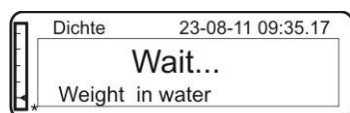
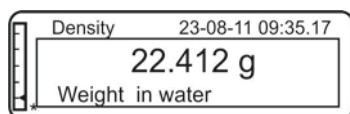
Sejměte ponorné tělísko a v případě potřeby vynulujte váhu stisknutím tlačítka **TARE**.

⇒ Naplňte skleněnou odměrku zkoumanou kapalinou.

- ⇒ Ponorné tělíčko ponořte do zkoumané kapaliny, pokud možno zabraňte vzniku vzduchových bublinek.
Vzorek musí být ponořen alespoň 1 cm.

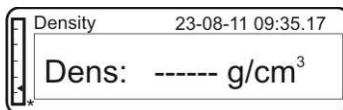


- ⇒ Počkejte, až se zobrazí ukazatel stabilizace [✱], potom přeberte hodnotu hmotnosti stisknutím tlačítka **PRINT**. Zobrazí se hustota zkoumané kapaliny při teplotě zobrazované na teploměru.



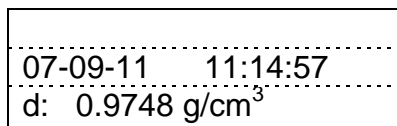
V případě vzniku chyby během stanovení hustoty se zobrazí zpráva „d-----“.

i



⇒ Po připojení volitelné tiskárny můžete vytisknout hodnotu indikace stisknutím tlačítka **PRINT**.

Příklad výtisku (KERN YKB-01N):



⇒ Za účelem provedení dalších měření se vraťte do režimu stanovení hustoty stisknutím tlačítka **MENU**.



⇒ Zpět do režimu vážení stisknutím tlačítka **ON/OFF**.



6.2 Váhy s LCD displejem (KERN ALS-A / ALJ-A, PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F, PLE-N)

⇒ V režimu vážení stiskněte tlačítko **MENU**. Zobrazí se první položka menu „count“.

The image shows a rectangular LCD display with the word "Count" in a large, black, monospace font. There is a small "ON" indicator in the top right corner of the display area.

⇒ Stiskněte tlačítko **MENU**.

The image shows a rectangular LCD display with the text "dEn5" in a large, black, monospace font. There is a small "ON" indicator in the top right corner of the display area.

⇒ Potvrďte stisknutím tlačítka **PRINT**, zobrazí se aktuální nastavení.

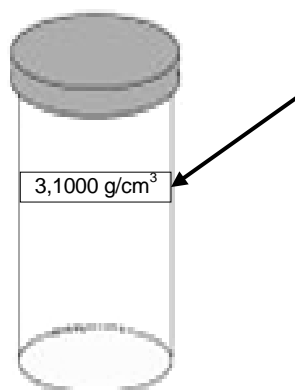
⇒ S použitím tlačítka **MENU** vyberte nabídku „d Liquid“.

The image shows a rectangular LCD display with the text "dL 1901d" in a large, black, monospace font. There is a small "ON" indicator in the top right corner of the display area.

⇒ Potvrďte stisknutím tlačítka **PRINT**, zobrazí se aktuálně nastavená hustota ponorného tělíska (tovární nastavení $3,0000 \text{ g/cm}^3$).

The image shows a rectangular LCD display with the text "d5 3.0000" in a large, black, monospace font. There is a small "ON" indicator in the top right corner of the display area.

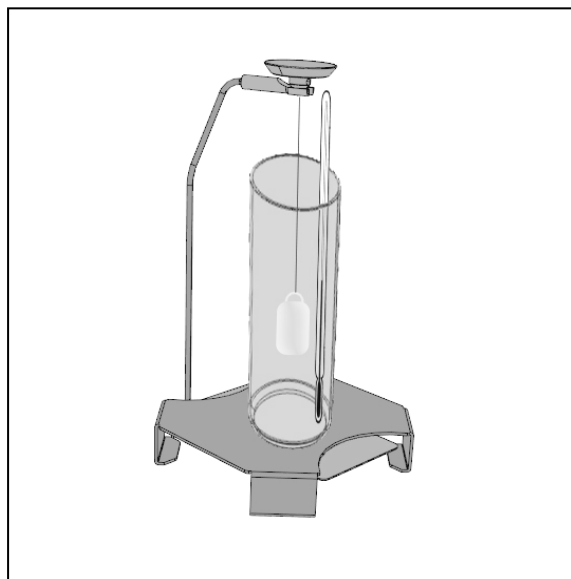
⇒ Načtěte hustotu ponorného tělíska z krytu pro uchovávání nebo zavěšení a zadejte ji. Za účelem smazání přidržte stisknuté tlačítko **TARE**. S použitím navigačních tlačítek \updownarrow zvyšte nebo snižte číslici. S použitím tlačítka **TARE** vyberte další číslici. Tento postup opakujte pro každou číslici.



- ⇒ Potvrďte zadanou hodnotu stisknutím tlačítka **PRINT**. Zobrazí se indikace sloužící k označení hmotnosti ponorného tělíska ve vzduchu.

UE , A 1r

- ⇒ Potvrďte stisknutím tlačítka **PRINT**.
Pokud indikace váhy není nulová, stiskněte tlačítko **TARE**.
- ⇒ Ponorné tělísko zavěste do středu.

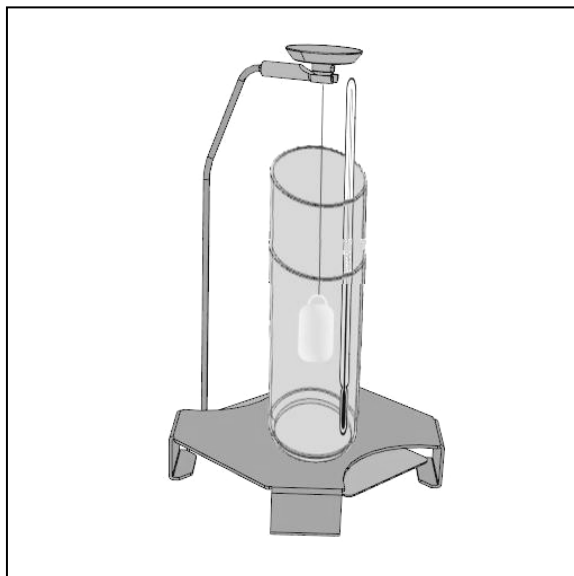


- ⇒ Počkejte, až se zobrazí ukazatel stabilizace [*****], potom přeberte hodnotu hmotnosti ponorného tělíska ve vzduchu stisknutím tlačítka **PRINT**.
- ⇒ Počkejte, až se zobrazí indikace sloužící pro stanovení hmotnosti ponorného tělíska ve zkoumané kapalině.

UE , L 19

- ⇒ Potvrďte stisknutím tlačítka **PRINT**.
- ⇒ Sejměte ponorné tělísko a v případě potřeby vynulujte váhu stisknutím tlačítka **TARE**.
- ⇒ Skleněnou odměrku naplňte zkoumanou kapalinou.

- ⇒ Ponorné tělíčko ponořte do zkoumané kapaliny, pokud možno zabraňte vzniku vzduchových bublinek.
Vzorek musí být ponořen alespoň 1 cm.



- ⇒ Počkejte, až se zobrazí ukazatel stabilizace [*****], potom přeberte hodnotu hmotnosti ponorného tělíčka ve zkoumané kapalině stisknutím tlačítka **PRINT**. Zobrazí se hustota zkoumané kapaliny při teplotě zobrazované na teploměru.

d 2.0000
DS

- ⇒ Po připojení volitelné tiskárny můžete vytisknout hodnotu indikace stisknutím tlačítka **PRINT**.

Příklad výtisku (KERN YKB-01N):

d: 2.0000 g/cm³

Zpět do režimu vážení

- ⇒ Stiskněte tlačítko **ON/OFF**.

* O 0.0000 g

- ⇒ Nebo spusťte nový cyklus měření stisknutím tlačítka **MENU**.

V případě, že se vyskytnou chyby během stanovení hustoty, zobrazí se zpráva „d-----“.

i

d-----
DS

7 Podmínky přesného měření

Během stanovení hustoty existuje mnoho možností výskytu chyb.

Za účelem získání přesných výsledků při použití této sady pro stanovení hustoty v kombinaci s váhou jsou nezbytné: podrobné znalosti a opatrnost.

7.1 Výpočet výsledků

Během stanovení hustoty pomocí váhy se vždy zobrazují výsledky se 4 místy po čárce. Neznamena to však, že výsledky jsou přesné až po poslední zobrazované místo, jako při výpočtu hodnoty. Proto také k výsledkům vážení používaným pro výpočty přistupujte kriticky.

Příklad stanovení hustoty pevného tělesa:

Abyste mohli zaručit nejvyšší kvalitu výsledků, musí se jak čísel, tak i jmenovatel následujícího vzorce vyznačovat požadovanou přesností. Pokud je jeden z nich nestabilní nebo chybný, pak je výsledek také nestabilní a chybný.

$$\rho = \frac{A}{A-B} \rho_0$$

ρ = Hustota vzorku

A = Hmotnost vzorku ve vzduchu

B = Hmotnost vzorku v pomocné kapalině

ρ_0 = Hustota pomocné kapaliny

7.2 Činitele ovlivňující chybu měření

7.2.1 Vzduchové bublinky

Malá bublinka o průměru 1 mm způsobuje výtlač 0,5 mg, zatímco bublinka o průměru 2 mm vytváří již výtlač 4 mg.

Proto zabraňte, aby k pevným tělesům nebo tělískům ponořeným do kapaliny nepřilnuly vzduchové bublinky.

Naolejovaný povrch přispívá ke vzniku vzduchových bublinek při ponořování do kapaliny, proto:

- odmastěte vzorek pevného tělesa odolný vůči působení rozpouštědel
- pravidelně čistěte všechny ponořované části a nedotýkejte se jich prsty.

Vzorek pevného tělesa (zvláště plochých předmětů) nedávejte na misku na vzorky kromě kapaliny, protože při společném ponoření vznikají vzduchové bublinky.

7.2.2 Teplota

Pevná tělesa jsou obvykle necitlivá za změny teploty, proto změny hustoty z toho vyplývající se opomíjejí. Ve skutečnosti si však všimněte teploty kapaliny používané pro stanovení hustoty pevných těles, protože každá změna teploty o jeden °C způsobuje změnu hustoty od 0,1 do 1 %. Tento efekt ovlivňuje třetí desetinné místo výsledku.

7.2.3 Vzorek pevného tělesa

Pokud objem vzorku je příliš velký, po jeho ponoření do kapaliny se zvedá hladina kapaliny ve skleněné odměrce. Způsobuje to ponoření části zavěšení misky na vzorky, a tímto zvýšení výtlaku. Výsledkem toho se hmotnost vzorku v kapalině stává menší.

Měření nelze provádět u vzorků s proměnlivým objemem nebo pohlcujících kapaliny.

7.2.4 Kapaliny

Z principu jsou pevná tělesa tak málo citlivá na teplotní výkyvy, že vyplývající změny hustoty se nezohledňují. Protože se však stanovení hustoty pevných těles provádí s použitím „Archimédova zákona“ pomocí pomocné kapaliny, je třeba její teplotu zohlednit. V případě kapaliny má teplota silnější vliv a ve většině případů způsobuje změny hustoty v řadě velikostí od 0,1 do 1 ‰ na každý °C. Ovlivňuje to již výsledek na třetím místě po čárce.

7.2.5 Povrch

Zavěšení misky na vzorky proniká povrchem kapaliny. Tento stav se neustále mění. Pokud vzorek nebo ponorné tělísko jsou relativně malé, povrchové pnutí zhoršuje opakovatelnost výsledků. Přidání malého množství povrchově aktivního přípravku (přípravek na mytí nádobí) umožňuje vyhnout se povrchovému napětí a zvýšit opakovatelnost.

7.3 Všeobecné informace

7.3.1 Hustota / relativní hustota

Relativní hustota je hmotnost zkoumaného tělesa vydělená hmotností vody (při 4 °C) se stejným objemem. Proto také relativní hustota nemá žádnou jednotku. Hustota je hmotnost vydělená objemem.

Pokud místo hustoty kapaliny ve vzorci použijete relativní hustotu, získáte chybný výsledek. Pro kapalinu je směrodatná pouze její hustota.

7.3.2 Drift indikace váhy

Driftování (pravidelná změna výsledků v určitém směru) nemá žádný vliv na konečný výsledek stanovení hustoty, i když zobrazovaná hmotnost se týká vážení ve vzduchu. Přesné hodnoty se vyžadují pouze tehdy, jestliže se hustota kapaliny určuje pomocí ponorného tělíska.

V případě změny teploty prostředí nebo umístění je nutné justovat váhu. Za tímto účelem sejměte sadu pro určování hustoty a proveďte justování váhy se standardní vážní deskou.

8 Tabulka hustoty kapaliny

| Teplota [°C] | Hustota ρ [g/cm ³] | | |
|--------------|-------------------------------------|-------------|--------------|
| | Voda | Etylalkohol | Metylalkohol |
| 10 | 0,9997 | 0,7978 | 0,8009 |
| 11 | 0,9996 | 0,7969 | 0,8000 |
| 12 | 0,9995 | 0,7961 | 0,7991 |
| 13 | 0,9994 | 0,7953 | 0,7982 |
| 14 | 0,9993 | 0,7944 | 0,7972 |
| 15 | 0,9991 | 0,7935 | 0,7963 |
| 16 | 0,9990 | 0,7927 | 0,7954 |
| 17 | 0,9988 | 0,7918 | 0,7945 |
| 18 | 0,9986 | 0,7909 | 0,7935 |
| 19 | 0,9984 | 0,7901 | 0,7926 |
| 20 | 0,9982 | 0,7893 | 0,7917 |
| 21 | 0,9980 | 0,7884 | 0,7907 |
| 22 | 0,9978 | 0,7876 | 0,7898 |
| 23 | 0,9976 | 0,7867 | 0,7880 |
| 24 | 0,9973 | 0,7859 | 0,7870 |
| 25 | 0,9971 | 0,7851 | 0,7870 |
| 26 | 0,9968 | 0,7842 | 0,7861 |
| 27 | 0,9965 | 0,7833 | 0,7852 |
| 28 | 0,9963 | 0,7824 | 0,7842 |
| 29 | 0,9960 | 0,7816 | 0,7833 |
| 30 | 0,9957 | 0,7808 | 0,7824 |
| 31 | 0,9954 | 0,7800 | 0,7814 |
| 32 | 0,9951 | 0,7791 | 0,7805 |
| 33 | 0,9947 | 0,7783 | 0,7896 |
| 34 | 0,9944 | 0,7774 | 0,7886 |
| 35 | 0,9941 | 0,7766 | 0,7877 |

9 Užitečné pokyny

- Abyste vytvořili opakovatelnou průměrnou hodnotu, je nutné několikrát změřit hustotu.
- Vzorek / skleněné ponorné tělísko / skleněnou odměrku odolné vůči rozpouštědlům odmastěte.
- Misky na vzorky / skleněné ponorné tělísko / skleněnou odměrku pravidelně čistěte, nedotýkejte se rukama ponořované části.
- Vzorek / skleněné ponorné tělísko / pinzetu po každém měření osušte.
- Velikost vzorku přizpůsobte misce na vzorky (ideální velikost vzorku > 5 g).
- Používejte pouze destilovanou vodu.
- Při prvním ponoření lehce zatřeste miskou na vzorky a ponorným tělískem, aby se uvolnily případné vzduchové bublinky.
- Nutně dávejte pozor, aby při opětovném ponoření do kapaliny nevznikaly dodatečné vzduchové bublinky; vzorek vkládejte nejlépe pinzetou.
- Silně přilnavé vzduchové bublinky stáhněte pinzetou nebo jiným předmětem.
- Abyste zabránili přilnutí vzduchových bublinek, vzorek s pórovitým povrchem nejprve vyhladíte.
- Dávejte pozor na to, aby během vážení nekapala voda z pinzety na horní misku na vzorky.
- Abyste snížili povrchové pnutí vody a tření vody o drát, do zkušební kapaliny přidejte tři kapky povrchově aktivního přípravku, dostupného v prodeji (přípravek na mytí nádobí) (změnu hustoty destilované vody ve výsledku přidání povrchově aktivního přípravku můžete vynechat).
- Oválné vzorky můžete snadno uchopit pinzetou za obrysy zářezů.
- Hustotu pórovitých pevných těles můžete určit pouze přibližně. Během ponořování do zkušební kapaliny nebude všechn vzduch vytlačen z pórů, což způsobuje zkreslený výtlač.
- Abyste zabránili silným nárazům váhy, vzorek vkládejte opatrně.
- Zabraňte statickým výbojům, např. skleněné ponorné tělísko čistěte pouze bavlněným hadříkem.
- Pokud se hustota pevného tělesa liší pouze nepatrně od hustoty destilované vody, jako měřicí kapalinu můžete použít etanol. Ale nejprve zkontrolujte, zda je vzorek odolný vůči rozpouštědlům. Navíc při práci s etanolem nutně dodržujte platné bezpečnostní předpisy.
- Opatrně zacházejte se skleněnými ponornými tělísky (ztráta záručních nároků v případě poškození).
- Abyste zabránili poškození sady pro stanovení hustoty způsobeného korozí, nenechávejte ji delší dobu ponořenou do kapaliny.