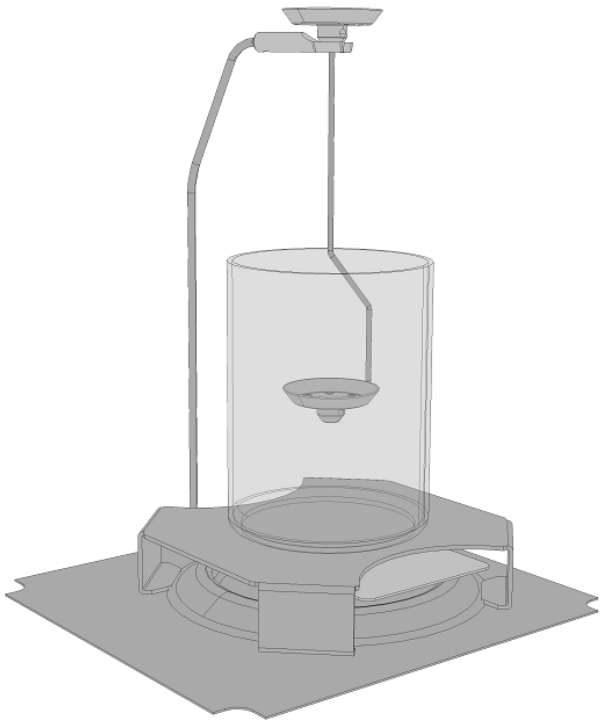
**KERN & Sohn GmbH**
*Ziegelei 1*
*D-72336 Balingen*
*E-mail: info@kern-sohn.com*
*Tel.: +49-[0]7433-9933-0*
*Fax: +49-[0]7433-9933-149*
*Internet: www.kern-sohn.com*

# Libretto d’istruzioni per uso
# Kit per determinazione di densità
# per bilance analitiche e di precisione
# 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

Versione 1.0
01/2013
I



I

# KERN ALT-A02 / PLT A01

Versione 1.0 01/2013

**Libretto d'istruzioni per uso**
**Kit per determinazione di densità**
**per bilance analitiche e di precisione**
**KERN ALT-B, PLT-A, PLT-F, ALS-A / ALJ-A, PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F, PLE-N**

## Sommario:


**1 INTRODUZIONE ... 3**

1.1 CONTENUTO DELLA FORNITURA ... 4

**2 PRINCIPIO DI DETERMINAZIONE DI DENSITÀ ... 5**

2.1 GRANDEZZE INFLUENTI E SORGENTI D'ERRORE ... 6

**3 PREPARAZIONE DELLA BILANCIA ... 7**

**4 INSTALLAZIONE DEL KIT PER LA DETERMINAZZIONE DI DENSITÀ ... 8**

**5 DETERMINAZIONE DI DENSITÀ DEI CORPI SOLIDI ... 10**

5.1 BILANCE CON IL DISPLAY GRAFICO (KERN ALT-B, PLT-A, PLT-F) ... 13
5.2 BILANCE CON IL DISPLAY LCD (KERN ALS-A / ALJ-A, PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F, PLE-N) ... 17

**6 DETERMINAZIONE DI DENSITÀ DEI LIQUIDI ... 20**

6.1 BILANCE CON IL DISPLAY GRAFICO (KERN ALT-B, PLT-A, PLT-F) ... 21
6.2 BILANCE CON IL DISPLAY LCD (KERN ALS-A / ALJ-A, PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F, PLE-N) ... 25

**7 CONDIZIONI DI MISURAZIONI PRECISE ... 28**

7.1 CALCOLO DEI RISULTATI ... 28
7.2 FATTORI INFLUENTI SULL'ERRORE DI MISURAZIONE ... 28
7.2.1 Bolle d'aria ... 28
7.2.2 Temperatura ... 28
7.2.3 Campione del corpo solido ... 29
7.2.4 Liquidi ... 29
7.2.5 Superficie ... 29
7.3 INFORMAZIONI GENERALI ... 29
7.3.1 Densità/densità relativa ... 29
7.3.2 Deriva dell'indicazione di bilancia ... 29

**8 TABELLA DI DENSITÀ DEI LIQUIDI ... 30**

**9 INDICAZIONI UTILI ... 31**

# 1 Introduzione

I kit per la determinazione di densità ALT-02 e PLT-01 differiscono fra loro per il fissaggio del piatto della bilancia. Si può scegliere il kit per la determinazione di densità idoneo alla propria bilancia facendo riferimento all'elenco della tabella seguente.

| **KERN ALT-A02** | **KERN PLT-A01** |
|---|---|
| Kit per determinazione di densità<br>per bilance analitiche e di precisione<br>d = 0,1 mg / 1 mg<br><br>**KERN ALT-B / PLT-A / PLT-F,**<br>**ALS-A / ALJ-A, PLS-A / PLJ-A,**<br>**PLS-F / PLJ-F,**<br>**PLE-N** | Kit per determinazione di densità<br>per bilance di precisione<br>d = 10 mg<br><br>**KERN PLT-A, PLT-F**<br>**PLS-A / PLJ-A,**<br>**PLS-F / PLJ-F** |

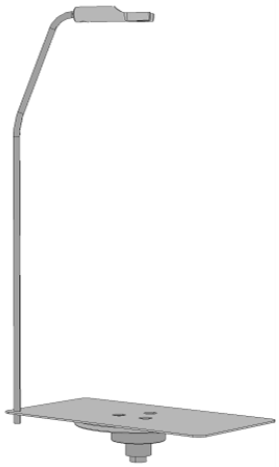
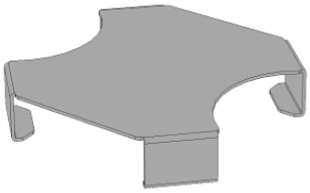
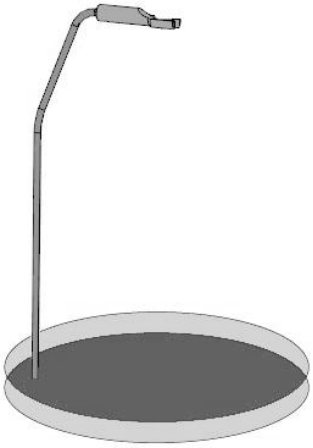
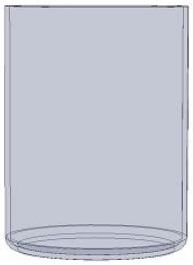
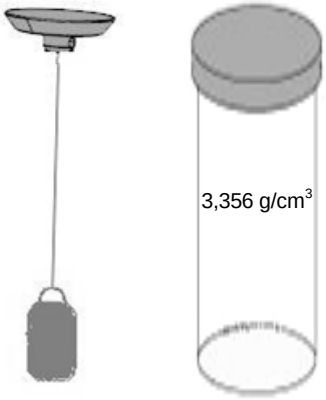


- Al fine di garantire un lavoro infallibile e senza problemi della bilancia è necessario leggere attentamente il presente libretto d'istruzioni per l'uso.
- In questo libretto d'istruzioni per l'uso sono descritti solo i lavori che si eseguiscono con il kit per la determinazione di densità. Ulteriori informazioni riguardanti l'utilizzo della bilancia sono comprese nel libretto d'istruzioni per l'uso allegato a ogni bilancia.

## 1.1 Contenuto della fornitura

⇨ Immediatamente dopo il disimballaggio è necessario verificare se l'imballaggio e il kit stesso non abbiano eventuali danni esterni visibili.

⇨ Assicurarsi che tutti i pezzi disponibili siano completi.

| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| Sostegno per cestello immergibile | Cestello immergibile universale per corpi solidi galleggianti e cadenti | Basetta per recipiente in vetro |
|  |  ∅ 70 mm, altezza 95 mm |  ∅ 55 mm, altezza 150 mm |
| Sostegno per galleggiante | Cilindro graduato in vetro per determinazione di densità di corpi solidi | Cilindro graduato in vetro per determinazione di densità di liquidi |
|  |   |  |
| Termometro | Galleggiante con scatola per conservazione | Chiave a brugola |

# 2 Principio di determinazione di densità

Le tre grandezze fisiche importanti sono le seguenti: il **volume** e la **massa** dei corpi, nonché la **densità** delle sostanze. La massa e il volume sono intercollegati attraverso la densità:

**Densità [ρ] è il rapporto della massa [m] al volume [V].**

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

L'unità di densità nel sistema SI è un chilogrammo per un metro cubo (kg/m$^3$). 1 kg/m$^3$ è pari alla densità di un corpo omogeneo il quale con la massa di 1 kg occupa un volume di un 1 m$^3$.
Le altre unità di misura d'uso frequente sono:

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

Utilizzando il nostro kit per la determinazione di densità insieme con le nostre bilance KERN ABS/ABJ è possibile determinare in modo veloce e sicuro la densità dei corpi solidi e liquidi. La maniera di funzionamento del kit per la determinazione di densità è basata sulla "**legge di Archimede"**:

LA SPINTA DAL BASSO VERSO L'ALTO COSTITUISCE UNA FORZA CHE AGISCE SU UN CORPO IMMERSO IN UN LIQUIDO. TALE SPINTA È DIRETTAMENTE PROPORZIONALE ALLA FORZA DI GRAVITÀ DEL LIQUIDO SPINTO DA ESSA VERSO L'ALTO; LA FORZA DI SPINTA AGISCE VERTICALMENTE IN ALTO.

Perciò il calcolo di densità avviene secondo le formule seguenti:

**Determinando la densità dei corpi solidi**

Utilizzando le nostre bilance è possibile pesare un corpo solido sia nell'aria [A], che nell'acqua [B]. Se la densità del liquido spinto verso l'alto [$\rho_o$] è nota, la densità del corpo solido [ρ] viene calcolata in modo seguente:

$$\rho = \frac{A}{A\text{-}B}\,\rho_o$$

ρ = Densità campione
A = Massa campione nell'aria
B = Massa campione nel liquido ausiliario
$\rho_o$ = Densità di liquido ausiliario

**Determinando la densità dei liquidi**

La densità dei liquidi è determinanta attraverso un galleggiante il cui volume [V] è noto. Il galleggiante viene pesato sia nell'aria [A], sia nel liquido esaminato [B]. Conformemente alla legge di Archimede, un corpo immerso in un liquido riceve una spinta dal basso verso l'alto [G]. Tale forza è direttamente proporzionale alla forza di peso (peso) del liquido spostato verso l'alto, esercitata dal volume del corpo immerso.
Il volume [V] del corpo immerso è pari al volume del liquido spostato in alto.

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

G = Spinta del galleggiante

Spinta del galleggiante =
Massa del galleggiante nell'aria [A] **-** Massa del galleggiante nel liquido esaminato [B]

Dunque:

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

$\rho$ = Densità di liquido di prova
A = Massa del galleggiante nell'aria
B = Massa del galleggiante nel liquido esaminato
V = Volume del galleggiante *

* Se il volume del galleggiante non è noto, è possibile determinarlo misurando la densità del corpo solido, p.es. nell'acqua, e calcolarlo in modo seguente.

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

V = Volume del galleggiante
A = Massa del galleggiante nell'aria
B = Massa del galleggiante nell'acqua
$\rho_W$ = Densità dell'acqua

## 2.1 Grandezze influenti e sorgenti d'errore

⇨ Pressione dell'aria
⇨ Temperatura
⇨ Cambio di volume del galleggiante
⇨ Tensione superficiale del liquido
⇨ Bolle d'aria
⇨ Profondità d'immersione del piatto per campioni o del galleggiante
⇨ Porosità del corpo solido

# 3 Preparazione della bilancia

Con il kit per la determinazione di densità installato non è possibile eseguire una calibrazione corretta.

La calibrazione richiesta va eseguita con un piatto normale della bilancia prima dell'installazione del kit per la determinazione di densità.

Nel caso delle bilance con massa di calibrazione interna (**ALT / PLT, ALJ-A, PLJ-A, PLJ-F),** eseguire la calibrazione interna. Al termine della calibrazione riuscita attivare nel menu la modalità di calibrazione "Calibrazione esterna". Ciò permetterà di evitare la necessità d'eseguire la calibrazione interna con il kit per la determinazione di densità installato.

Nel caso delle bilance con massa di calibrazione esterna (**ALS-A, PLS-A, PLS-F, PLE-N),** eseguire la calibrazione esterna.

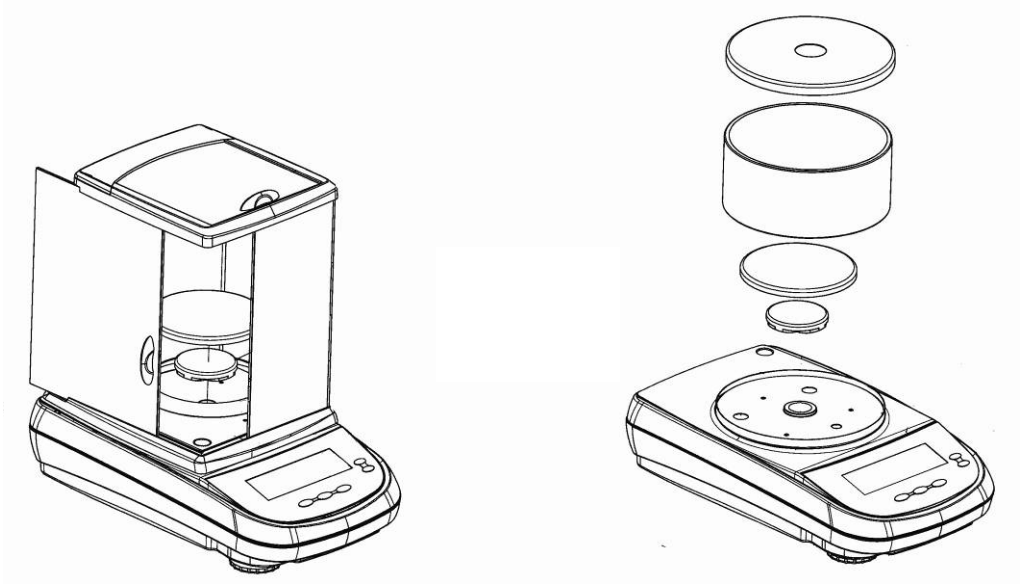
Per il modo di eseguirla, fare riferimento al libretto d'istruzioni per uso allegato alla relativa bilancia.

# 4 Installazione del kit per la determinazione di densità

- Con il kit per la determinazione di densità installato non è possibile eseguire una calibrazione corretta.
- Al fine di eseguire la calibrazione occorre togliere il kit per la determinazione di densità e rimettere un piatto di bilancia normale.

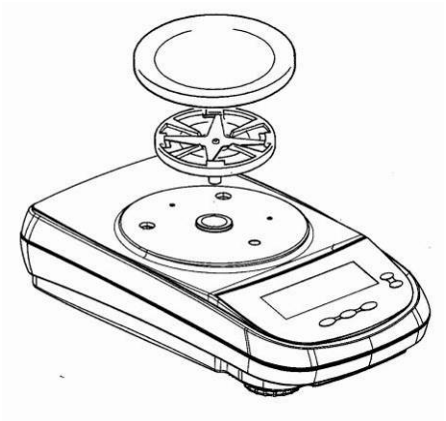
⇨ Scollegare la bilancia dalla sorgente di alimentazione elettrica.

⇨ Rimuovere il piatto normale dalla bilancia in maniera dimostrata nella figura sotto.



Modelli ALT, ALS/ALJ

Modelli PLE, PLS/PLJ, PLT; d = 0,1 mg – 1 mg

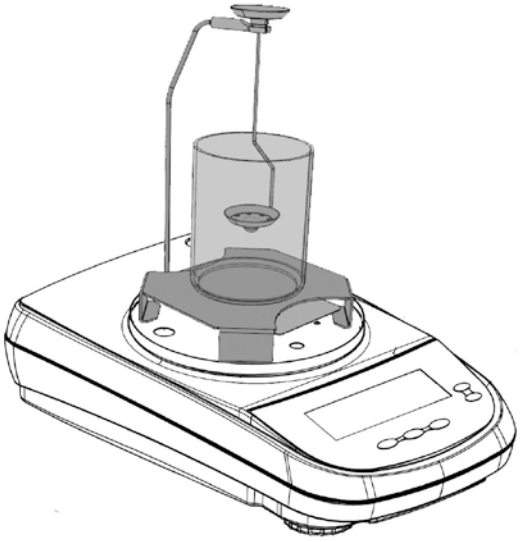


Modelli PLS/PLJ, PLT; d = 10 mg

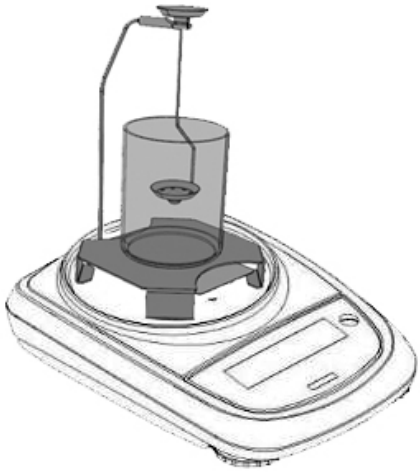
⇨ Installare il kit per la determinazione di densità.
(per corpi solidi vedi il capitolo 5, per liquidi vedi il capitolo . 6)

Il kit per la determinazione di densità dei corpi solidi installato — “bilance di precisione”

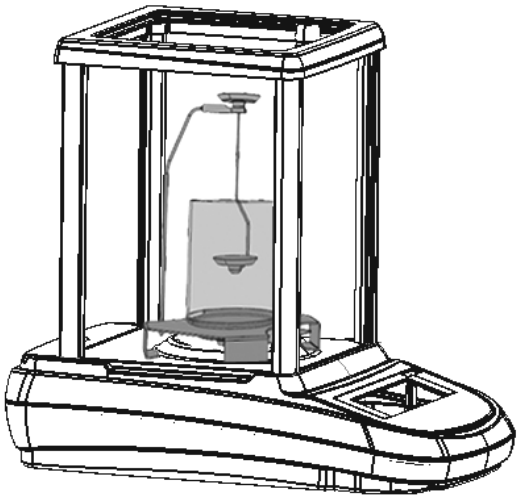
d = 10 mg



d = 0,1 mg – 1 mg



Il kit per la determinazione di densità dei corpi solidi installato — “bilance analitiche”



# 5 Determinazione di densità dei corpi solidi

Per determinare la densità dei corpi solidi occorre prima pesare il corpo solido nell'aria e, successivamente, in un liquido ausiliario dalla densità nota. Dalla differenza delle masse risulta la spinta che il programma converte in densità. Come liquido ausiliario di solito viene usata l'acqua distillata o l'etanolo; per i valori di densità vedi la tabella di riferimento nel cap. 8.

Preparare la bilancia in maniera descritta nel cap. 3 "Installazione del kit per la determinazione di densità".

- ⇨ Collocare il sostegno del cestello immergibile sul cono del piatto della bilancia.
- ⇨ Collocare la basetta del recipiente in vetro in modo tale che non tocchi il sostegno del cestello immergibile.
- ⇨ Mettere un cilindro graduato in vetro al centro della basetta. La basetta non deve toccare né il sostegno né il cestello immergibile.
- ⇨ Appendere il cestello immergibile al suo sostegno. Il cestello dev'essere appeso centricamente nell'apposito incavo.
- ⇨ Versare del liquido nel cilindro graduato in vetro; versarne tanto che il corpo solido dopo l'immersione nel cilindro graduato si trovi almeno 1 cm sotto la superficie del liquido, quindi immergervi il termometro.
- ⇨ Regolare la temperatura di liquido ausiliario/dispositivi/campioni, finché la temperatura sia stabile. Prendere in considerazione il tempo di preriscaldamento della bilancia.
- ⇨ Collegare la bilancia alla tensione di alimentazione, viene eseguita l'autodiagnosi della bilancia. Accendere la bilancia, premendo il tasto **ON/OFF** e aspettare la visualizzazione dell'unità di misura - grammi.

Per la determinazione di densità dei corpi solidi è necessario utilizzare un cestello immergibile universale per corpi solidi galleggianti (d > 1 g/cm$^3$) e cadenti (d < 1 g/cm$^3$).

- **d > 1 g/cm$^3$**

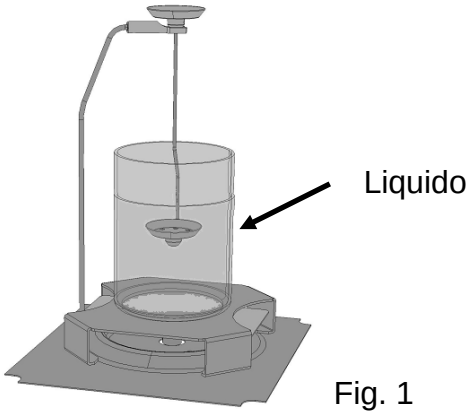



Fig. 1

Appendere il cestello immergibile per corpi solidi cadenti in maniera illustrata in fig. 1.

- **d < 1 g/cm$^3$**

Nel caso dei corpi solidi dalla densità inferiore a 1 g/cm$^3$, è possibile determinare la loro densità attraverso due metodi differenti.

**Metodo 1:**

Come liquido ausiliario è utilizzato un liquido dalla densità inferiore alla densità del corpo solido, per esempio l'etanolo dalla densità di circa 0,8 g/cm$^3$.

Il metodo va utilizzato, quando la densità del corpo solido differisce solo leggermente dalla densità dell'acqua distillata.

Prima di utilizzare l'etanolo occorre verificare se il suo uso non recherà danno al corpo solido.

⚠ Durante il lavoro con l'etanolo è neccessario rispettare le vigenti norme di sicurezza.

**Metodo 2:**

In questo metodo della determinazione di densità il campione non si mette su, ma **sotto** il piatto inferiore per campioni. A questo scopo, utilizzando la chiave a brugola fornita insieme con il kit per la determinazione di densità, occorre montare inversamente il piatto per campioni del cestello immergibile, come dimostrato in figura 2.

Se la spinta del campione è così forte da far galleggiare il cestello immergibile, è necessario caricarlo con un peso supplementare e tarare durante la pesatura nell'aria.

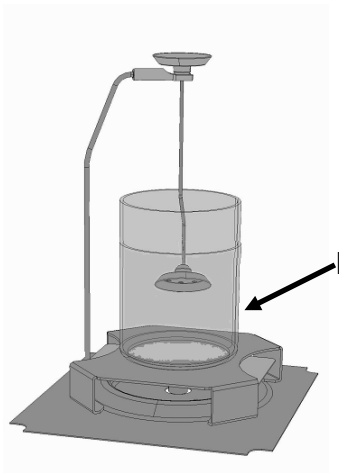


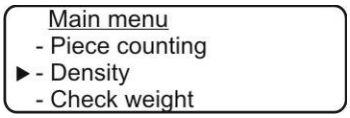

Fig. 2

Appendere il cestello immergibile per corpi solidi galleggianti in modo dimostrato in figura 2.

## 5.1 Bilance con il display grafico (KERN ALT-B, PLT-A, PLT-F)

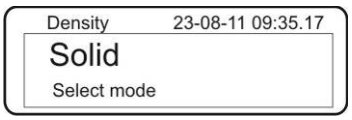
⇨ In modalità di pesatura premere il tasto **MENU**. Sarà visualizzato il menu principale.

⇨ Premendo i tasti di navigazione **⇵, s**elezionare il punto del menu “Densità”.

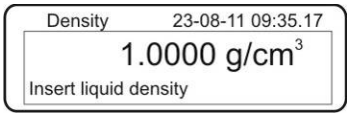



⇨ Confermare la selezione, premendo il tasto **PRINT**, comparirà l’impostazione attuale.

⇨ Premendo i tasti di navigazione **⇵, s**elezionare l’impostazione “Corpo solido”.

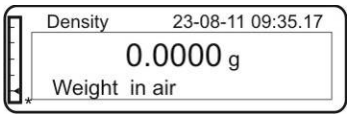



⇨ Confermare la selezione, premendo il tasto **PRINT**, comparirà la densità del liquido ausiliario attualmente impostata (impostazione di fabbrica è 1,0000 g/cm$^3$ per acqua distillata dalla temperatura 20°C).

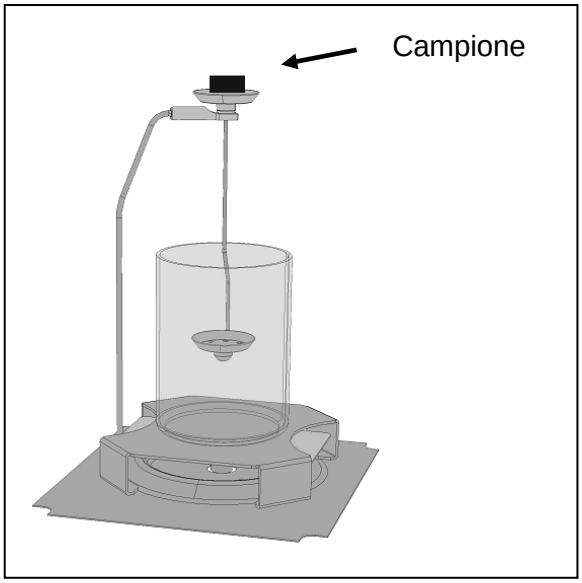



⇨ Per modificare (vedi la tabella, il cap. 8), premere il tasto **TARE**.
Per cancellare, tenere premuto il tasto **TARE**. Premendo i tasti di navigazione **⇵,** aumentare o diminuire la cifra. Premendo il tasto **TARE,** selezionare cifra successiva. Il processo va ripetuto per ogni cifra.

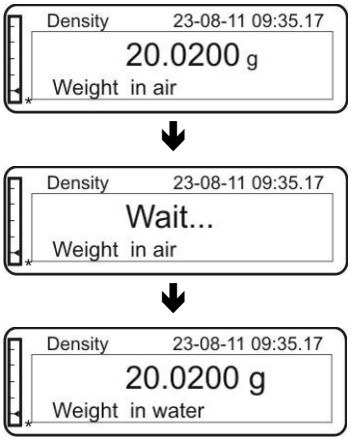
⇨ Confermare la selezione, premendo il tasto **PRINT**, comparirà l’indicazione per la determinazione di massa nell’aria.
Se la bilancia non indica lo zero, premere il tasto **TARE**.



⇨ Mettere il campione sul piatto superiore per campioni.

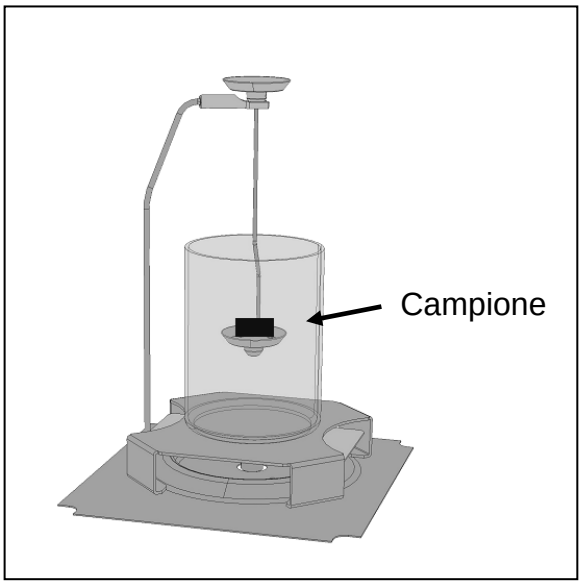



⇨ Aspettare la visualizzazione dell'indice di stabilizzazione [✱], quindi intercettare il valore di massa, premendo il tasto **PRINT**.



⇨ Aspettare la visualizzazione dell'indicazione per la determinazione di massa del campione nel liquido ausiliario. Togliere il campione e, se necessario, azzerare la bilancia, premendo il tasto **TARE**.

⇨ Mettere il campione sotto il piatto inferiore per campioni e immergere nel liquido ausiliario, evitando possibilmente di far formarsi bolle d'aria.
Il campione dev'essere immerso per almeno 1 cm nel liquido.




⇨ Aspettare la visualizzazione dell'indice di stabilizzazione [*], quindi intercettare il valore di massa, premendo il tasto **PRINT**. Sarà visualizzata la densità del campione.

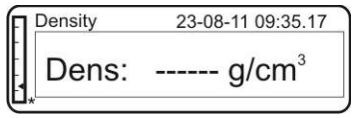


⇨ Dopo la connessione di una stampante opzionale, il valore indicato può essere stampato, premendo il tasto **PRINT**.

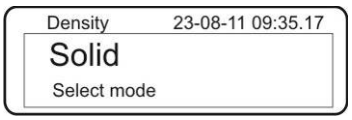
Esempio di stampato (KERN YKB-01N):

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

Nel caso si verifichino gli errori durante la determinazione di densità, comparirà il messaggio “d-----”.




⇨ Per eseguire le misurazioni successive, ritornare alla modalità di determinazione di densità, premendo il tasto **MENU**.

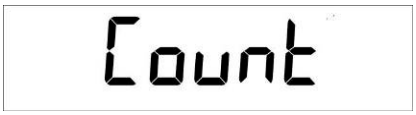



⇨ Ritornare alla modalità di pesatura, premendo il tasto **ON/OFF**.



## 5.2 Bilance con il display LCD (KERN ALS-A / ALJ-A, PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F, PLE-N)

⇨ In modalità di pesatura, premere il tasto **MENU**. Comparirà il primo punto del menu “count”.




⇨ Premere il tasto **MENU**.




⇨ Confermare la selezione, premendo il tasto **PRINT**, sarà visualizzata l’impostazione attuale.

⇨ Premendo il tasto **MENU,** selezionare l’opzione “**d SoLid**”.




⇨ Confermare la selezione, premendo il tasto **PRINT**, sarà visualizzata la densità di liquido ausiliario attualmente impostata (impostazione di fabbrica è di 1,0000 g/cm$^3$ per acqua distillata dalla temperatura di 20°C).




⇨ Per modificare impostazione, inserire la densità del liquido di misurazione premendo i tasti con frecce ↓↑←.

⇨ Confermare il valore inserito, premendo il tasto **PRINT**.

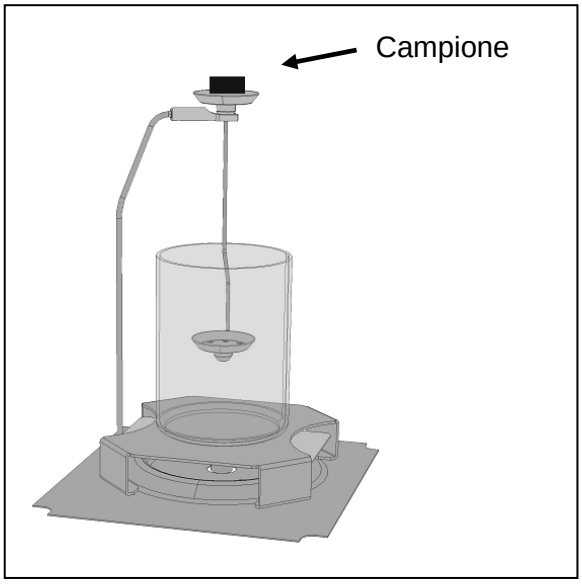
⇨ Comparirà l’indicazione per determinazione di massa del campione nell’aria.




⇨ Confermare, premendo il tasto **PRINT**.

⇨ Se la bilancia non indica lo zero, premere il tasto **TARE**.

⇨ Mettere il corpo solido sul piatto superiore per campioni.




⇨ Aspettare la visualizzazione dell’indice di stabilizzazione [*], quindi intercettare il valore di massa, premendo il tasto **PRINT**. Sarà visualizzata la densità del campione **PRINT**.

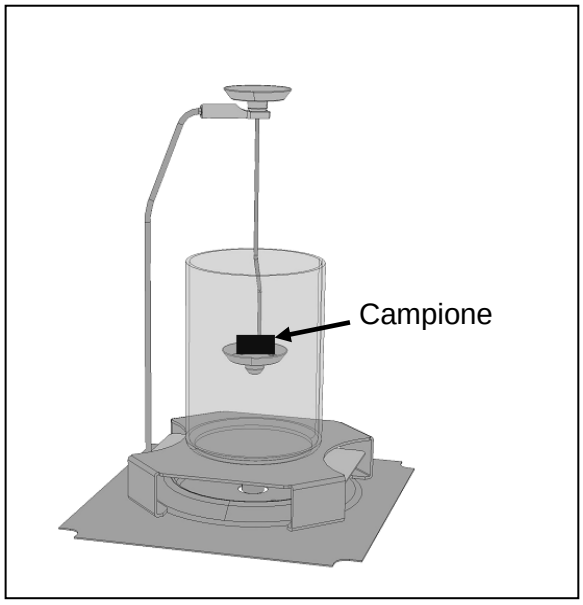
⇨ Aspettare la visualizzazione dell’indicazione per la determinazione di massa del campione nel liquido ausiliario.




⇨ Confermare, premendo il tasto **PRINT**.

⇨ Togliere il campione e, se necessario, azzerare la bilancia, premendo il tasto **TARE**.

⇨ Mettere il campione sotto il piatto inferiore per campioni e immergerlo nel liquido ausiliario, evitando possibilmente di far formarsi bolle d'aria.
Il campione dev'essere immerso per almeno 1 cm nel liquido.




⇨ Aspettare la visualizzazione dell'indice di stabilizzazione [✱], quindi intercettare il valore di massa del campione nel liquido ausiliario, premendo il tasto **PRINT**.
Sarà visualizzata la densità del campione.




⇨ Dopo la connessione di una stampante opzionale, il valore indicato può essere stampato, premendo il tasto **PRINT**.

Esempio di stampato (KERN YKB-01N):

| |
|---|
| d: 2.0000 g/cm$^3$ |

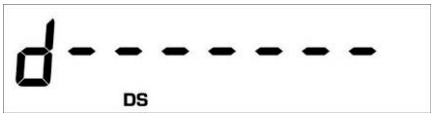
**Ritorno in modalità di pesatura**

⇨ Premere il tasto **ON/OFF**.




⇨ Oppure avviare un nuovo ciclo di misurazione, premendo il tasto **MENU**.

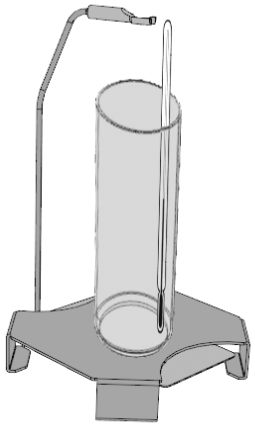
Nel caso si verifichino gli errori durante la determinazione di densità, comparirà il messaggio "d-----".



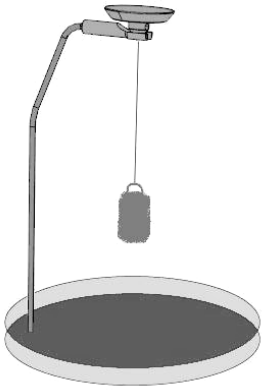
# 6 Determinazione di densità dei liquidi

Per la determinazione di densità dei liquidi è utilizzato il galleggiante da un volume noto. Il galleggiante in vetro viene prima pesato nell'aria, quindi nel liquido la cui densità va determinata. Dalla differenza delle masse risulta la spinta che il programma converte in densità. Preparare la bilancia in modo descritto nel capitolo "Installazione del kit per la determinazione di densità".

- ⇨ Collocare il sostegno di cestello immergibile sul cono del piatto della bilancia.
- ⇨ Collocare la basetta del recipiente in vetro in modo tale che non tocchi il sostegno del cestello immergibile.
- ⇨ Mettere un cilindro graduato in vetro al centro della basetta. Appendere un termometro.



- ⇨ Preparare un galleggiante.

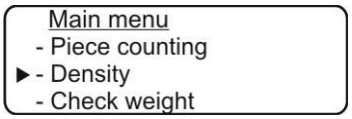


- ⇨ Regolare la temperatura di liquido ausiliario/dispositivi/campioni, finché la temperatura sia stabile. Prendere in considerazione il tempo di preriscaldamento della bilancia.
- ⇨ Collegare la bilancia alla tensione di alimentazione, viene eseguita l'autodiagnosi della bilancia. Accendere la bilancia, premendo il tasto **ON/OFF** e aspettare la visualizzazione dell'indicazione di unità di misura - grammi.

## 6.1 Bilance con il display grafico (KERN ALT-B, PLT-A, PLT-F)

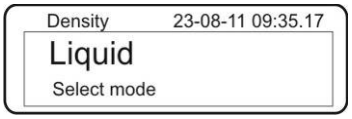
⇨ In modalità di pesatura premere il tasto **MENU**. Sarà visualizzato il menu principale.

⇨ Premendo i tasti di navigazione **⇵, s**elezionare il punto del menu “Densità”.

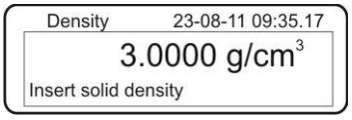



⇨ Confermare la selezione, premendo il tasto **PRINT**, comparirà l’impostazione attuale.

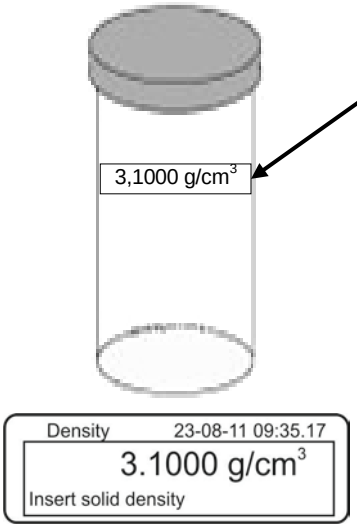
⇨ Premendo i tasti di navigazione **⇵, s**elezionare l’impostazione “Liquido”.




⇨ Confermare la selezione, premendo il tasto **PRINT**, comparirà la densità del galleggiante attualmente impostata (impostazione di fabbrica è di 3,0000 g/cm$^3$).




⇨ Leggere la densità del galleggiante dalla scatola di conservazione ed inserirne il valore.
Per cancellare, tenere premuto il tasto **TARE**. Premendo i tasti di navigazione **⇵,** aumentare o diminuire la cifra. Premendo il tasto **TARE,** selezionare cifra successiva. Il processo va ripetuto per ogni cifra.




⇨ Confermare la selezione, premendo il tasto **PRINT**, comparirà l’indicazione per la determinazione di massa del galleggiante nell’aria.

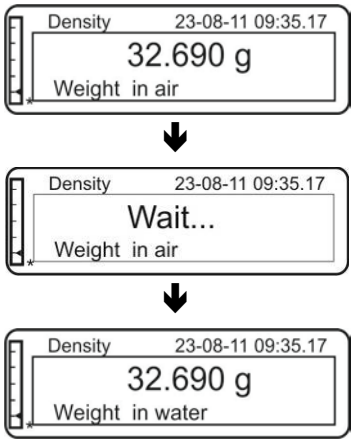



⇨ Se la bilancia non indica lo zero, premere il tasto **TARE**.

⇨ Appendere il galleggiante.



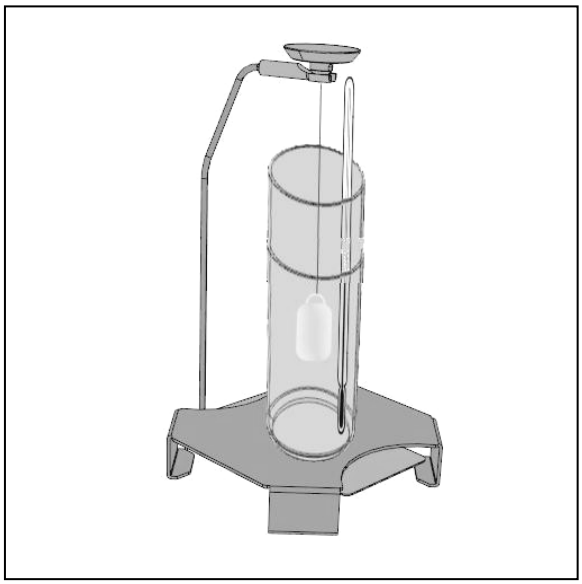
⇨ Aspettare la visualizzazione dell'indice di stabilizzazione [✱], quindi intercettare il valore di massa, premendo il tasto **PRINT**.




⇨ Aspettare la visualizzazione dell'indicazione per la determinazione di massa del galleggiante nel liquido ausiliario. Togliere il galleggiante e, se necessario, azzerare la bilancia premendo il tasto **TARE**.

⇨ Riempire il cilindro graduato di liquido esaminato.

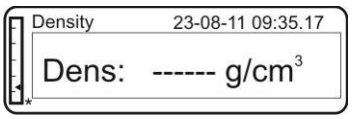
⇨ Immergere il galleggiante nel liquido esaminato, evitando di far formarsi le bolle d'aria.
Il galleggiante dev'essere immerso per almeno 1 cm nel liquido.



⇨ Aspettare la visualizzazione dell'indice di stabilizzazione [✱], quindi intercettare il valore di massa, premendo il tasto **PRINT**. Sarà visualizzata la densità del liquido esaminato alla temperatura indicata sul termometro.



Nel caso si verifichino gli errori durante la determinazione di densità, comparirà il messaggio “d-----”.

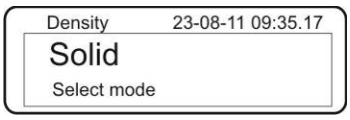



⇨ Dopo la connessione di una stampante opzionale, il valore indicato può essere stampato, premendo il tasto **PRINT**.

Esempio di stampato (KERN YKB-01N):

07-09-11 11:14:57
d: 0.9748 g/cm3

⇨ Per eseguire le misurazioni successive ritornare alla modalità di determinazione di densità, premendo il tasto **MENU**.

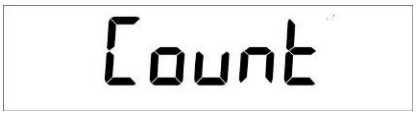



⇨ Ritornare alla modalità di pesatura, premendo il tasto **ON/OFF**.



## 6.2 Bilance con il display LCD (KERN ALS-A / ALJ-A, PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F, PLE-N)

⇨ In modalità di pesatura, premere il tasto **MENU**. Comparirà il primo punto del menu “count”.




⇨ Premere il tasto **MENU**.




⇨ Confermare la selezione, premendo il tasto **PRINT**, sarà visualizzata impostazione attuale.

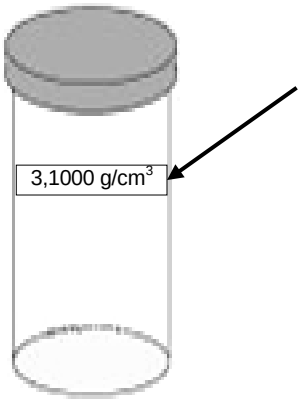
⇨ Premendo il tasto **MENU** selezionare l’opzione “**d Liquid**”.




⇨ Confermare la selezione, premendo il tasto **PRINT**, comparirà la densità del galleggiante attualmente impostata (impostazione di fabbrica è di 3,0000 g/cm$^3$).




⇨ Leggere la densità del galleggiante dalla scatola per conservazione od appensione ed inserirla.
Per cancellarne il valore, tenere premuto il tasto **TARE**. Premendo i tasti di navigazione **⇵,** aumentare o diminuire la cifra. Premendo il tasto **TARE,** selezionare cifra successiva. Il processo va ripetuto per ogni cifra.



⇨ Confermare il valore selezionato, premendo il tasto **PRINT**, comparirà l'indicazione per la determinazione di massa del galleggiante nell'aria.




⇨ Confermare, premendo il tasto **PRINT**.
Se la bilancia non indica lo zero, premere il tasto **TARE**.

⇨ Appendere il galleggiante al centro.



⇨ Aspettare la visualizzazione dell'indice di stabilizzazione [*], quindi intercettare il valore di massa, premendo il tasto **PRINT**.

⇨ Aspettare la visualizzazione dell'indicazione per la determinazione di massa del galleggiante nel liquido esaminato.

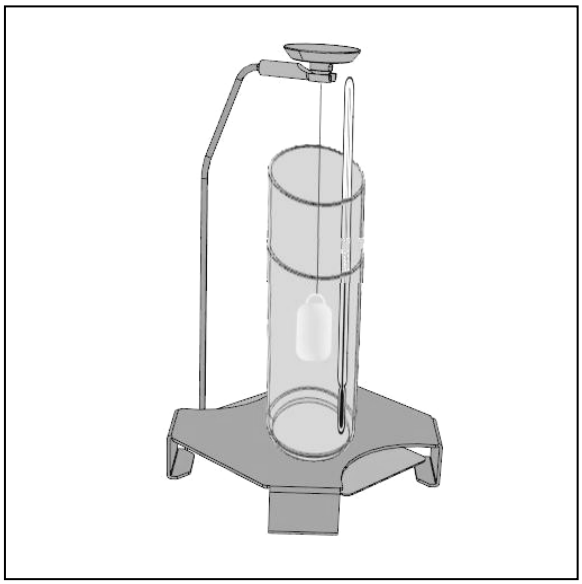



⇨ Confermare, premendo il tasto **PRINT**.

⇨ Togliere il galleggiante e, se necessario, azzerare la bilancia premendo il tasto **TARE**.

⇨ Riempire il cilindro graduato di liquido esaminato.

⇨ Immergere il galleggiante nel liquido esaminato, evitando di far formarsi le bolle d'aria.
Il galleggiante dev'essere immerso per almeno 1 cm nel liquido.



⇨ Aspettare la visualizzazione dell'indice di stabilizzazione [✱], quindi intercettare il valore di massa del galleggiante nel liquido esaminato, premendo il tasto **PRINT**. Sarà visualizzata la densità del liquido esaminato alla temperatura indicata sul termometro.




⇨ Dopo la connessione di una stampante opzionale, il valore indicato può essere stampato, premendo il tasto **PRINT**.

Esempio di stampato (KERN YKB-01N):

| |
|---|
| d: 2.0000 g/cm$^3$ |

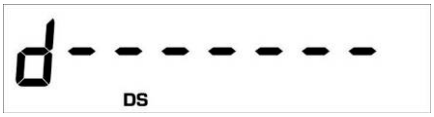
**Ritorno alla modalità di pesatura**

⇨ Premere il tasto **ON/OFF**.




⇨ Oppure avviare un nuovo ciclo di misurazione, premendo il tasto **MENU**.

Nel caso si verifichino gli errori durante la determinazione di densità, comparirà il messaggio "d-----".



# 7 Condizioni di misurazioni precise

Durante la determinazione di densità ci sono molte possibilità del verificarsi di errori. Per ottenere i risultati precisi utilizzando questo kit per la determinazione di densità collegato con la bilancia, è necessario avere una conoscenza approfondita della materia e mantenere debita prudenza.

## 7.1 Calcolo dei risultati

Durante la determinazione di densità con la bilancia, i risultati sono visualizzati sempre con 4 posti dopo la virgola. Tuttavia ciò non vuol dire che i risultati sono precisi fino all'ultimo posto visualizzato, come durante il calcolo di valore. Di conseguenza i risultati di pesatura utilizzati per calcoli vanno considerati con debito criticismo.
Esempio del calcolo di densità del corpo solido:
Per garantire la più alta qualità dei risultati sia il numeratore che il denominatore della formula seguente devono essere caratterizzati da una precisione richiesta. Se uno di essi non è stabile oppure è errato, il risultato è anche instabile ed errato.

$$\rho = \frac{A}{A\text{-}B}\,\rho_o$$

$\rho$ = Densità di campione
A = Massa di campione nell'aria
B = Massa di campione nel liquido ausiliare
$\rho_o$ = Densità nel liquido ausiliare

## 7.2 Fattori influenti sull'errore di misurazione

### 7.2.1 Bolle d'aria

Una piccola bolla d'aria dal diametro di 1 mm causa una spinta pari a 0,5 mg, mentre una bolla d'aria dal diametro di 2 mm origina già una spinta di 4 mg.
Pertanto è importante che ai corpi solidi o galleggianti immersi nel liquido non aderiscano bolle d'aria.
La superficie coperta di olio provoca la formazione di bolle d'aria durante l'immersione, per cui è necessario:

- sgrassare il campione del corpo solido resistente all'azione dei solventi,
- pulire regolarmente tutti gli elementi destinati a essere immersi e non toccarli con le dita.

I campioni del corpo solido (specialmente oggetti piatti) non si devono mettere sul piatto per campioni fuori dal liquido, perché durante la loro immersione comune si formano le bolle d'aria.

### 7.2.2 Temperatura

I corpi solidi sono di solito insensibili ai cambiamenti di temperatura, perciò le alterazioni di densità che ne conseguono sono trascurabili. In realtà, però, è necessario badare alla temperatura del liquido usato per la determinazione di densità dei corpi solidi, in quanto ogni cambio di temperatura di 1 °C provoca un cambio di densità che va dall'0,1 all'1%. Quest'effetto influisce sulla terza posizione decimale del risultato.

### 7.2.3 Campione del corpo solido

Se un campione è di volume troppo grande ed è stato immerso nel liquido, il livello del liquido nel cilindro graduato in vetro si alza. Per ciò una parte della sospensione del piatto per campioni viene immersa e di conseguenza viene incrementata la spinta verso l'alto. Di conseguenza il peso del campione nel liquido diminuisce.
Non è possibile eseguire misurazioni dei campioni dal volume mutevole o assorbenti i liquidi.

### 7.2.4 Liquidi

In principio i corpi solidi sono così poco sensibili alle oscillazioni di temperatura che i cambiamenti di densità che ne conseguono non si prendono in considerazione. Siccome però la determinazione di densità dei corpi solidi è realizzata secondo la "legge di Archimede", utilizzando il liquido ausiliario, la sua temperatura va presa in considerazione. Nel caso dei liquidi, l'influsso della temperatura è più forte e nella maggior parte dei casi causa i cambiamenti d'ordine di grandezza che spazia dall' 0,1 fino all'1‰ per ogni grado centigrado. Ciò influisce già sul risultato al terzo posto dopo la virgola.

### 7.2.5 Superficie

La sospensione del piatto per campioni perfora la superficie del liquido. Questo stato è continuamente modificato. Se il campione o il galleggiante sono relativamente piccoli, la tensione superficiale peggiora la riproducibilità dei risultati. L'aggiunta al liquido di poca quantità di un tensioattivo (detersivo) permette di omettere alla tensione superficiale e fa aumentare la riproducibilità.

## 7.3 Informazioni generali

### 7.3.1 Densità/densità relativa

La densità relativa è la massa del corpo esaminato diviso per la massa dell'acqua (alla temp. di 4°C) di uguale volume. Per cui la densità relativa non ha unità propria. La densità è il peso diviso per il volume. Se invece della densità di liquido nella formula di calcolo è utilizzata la densità relativa, si ottiene il risultato errato. Per un liquido solo la sua densità è un parametro autorevole.

### 7.3.2 Deriva dell'indicazione di bilancia

La deriva, ossia un sistematico cambiamento di risultati in una determinanta direzione non esercita alcun influsso sul risultato finale della determinazione di densità, anche se il peso visualizzato si riferisce alla pesatura nell'aria. I valori precisi sono richiesti solo quando la densità del liquido è determinata attraverso un galleggiante.
Nel caso del cambio di temperatura ambiente o di ubicazione, la calibrazione della bilancia si rende necessaria. A tal fine è necessario togliere il kit per determinazione di densità ed eseguire la calibrazione della bilancia con un piatto di bilancia normale.

# 8 Tabella di densità dei liquidi

| Temperatura [°C] | Densità ρ [g/cm$^3$] | | |
|---|---|---|---|
| | Acqua | Alcool etilico | Alcool metilico |
| 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 Indicazioni utili

- Per creare un valore medio riproducibile si devono effettuare alcune misurazioni di densità.
- Campione/galleggiante/cilindro graduato in vetro resistenti ai solventi vanno sgrassati.
- Piatto per campioni/ galleggiante/cilindro graduato in vetro si devono pulire regolarmente senza toccare con le mani elemento che viene immerso.
- Campione/galleggiante/pinzetta vanno essicati dopo ogni misurazione.
- Grandezza del campione va adattata al piatto per campioni (grandezza ideale del campione > 5 g).
- Utilizzare esclusivamente l'acqua distillata.
- Alla prima immersione è necessario scuotere leggermente il piatto per campioni e il galleggiante al fine di liberare bolle d'aria che si sono eventualmente formate.
- È indispensabile prevenire la formazione di bolle d'aria durante le immersioni successive, inserendo il campione preferibilmente con una pinzetta.
- Eliminare eventuali bolle d'aria fortemente aderenti alle superfici con la pinzetta o con un altro strumento ausiliario.
- Al fine di prevenire l'adesione di bolle d'aria, occorre prima levigare la superficie porosa del campione.
- Fare attenzione a che durante la pesatura l'acqua non cada dalla pinzetta sul piatto superiore per campioni.
- Al fine di ridurre la tensione superficiale dell'acqua e l'attrito del liquido contro il filo, aggiungere al liquido ausiliare tre gocce di un tensioattivo disponibile nel commercio (detersivo per lavaggio dei piatti); l'alterazione di densità dell'acqua distillata dovuta all'aggiunta del tensioattivo è trascurabile).
- Campioni a forma ovale si lasciano facilmente prendere con dorsi di intaccature della pinzetta.
- È possibile determinare solo aprossimativamente la densità di sostanze porose. Durante la loro immersione nel liquido ausiliare una parte dell'aria rimane nei pori superficiali il che è causa di errori relativi alla spinta.
- Al fine di evitare forti scosse alla bilancia, il campione va messo con cautela.
- Evitare le scariche statiche; p.es., pulire il galleggiante in vetro esclusivamente con uno strofinaccio in cottone.
- Se la densità del corpo solido differisce poco da quella dell'acqua distillata, è possibile utilizzare l'etanolo come liquido ausiliario. Però, prima di utilizzare l'etanolo, occorre accertarsi che il campione sia resistene all'azione dei solventi. Inoltre durante i lavori con l'etanolo è indispensabile rispettare le vigenti norme di sicurezza.
- Procedere con cautela con i galleggianti in vetro (perdita di pretese di garanzia nel caso di causazione di un danno).
- Al fine di evitare danni al kit per la determinazione di densità dovuti alla corrosione, non lasciarlo immerso nel liquido per un periodo più lungo.