

# Manuale d'istruzione per l'uso Kit per la determinazione di densità per bilance analitiche KERN ABJ / ABS

## KERN ABS-A02

Versione 1.0  
04/2010  
I



ABS-A02-BA-i-1010



# KERN ABS-A02

Versione 1.0 04/2010

**Manuale d'istruzione per l'uso**

**Kit per la determinazione di densità per bilance analitiche**

**KERN ABJ / ABS**

## Sommario:

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE</b> .....	<b>3</b>
1.1	CONTENUTO DEL PACCHETTO .....	3
<b>2</b>	<b>PRINCIPIO DELLA DETERMINAZIONE DI DENSITÀ</b> .....	<b>5</b>
2.1	GRANDEZZE INFLUENTI E FONTI DI ERRORI .....	6
<b>3</b>	<b>INSTALLAZIONE DEL KIT PER LA DETERMINAZIONE DI DENSITÀ</b> .....	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>DETERMINAZIONE DI DENSITÀ DEI CORPI SOLIDI</b> .....	<b>9</b>
4.1	ATTIVAZIONE DELLA FUNZIONE .....	9
4.2	INSERIMENTO DI "DENSITÀ DI LIQUIDO DI MISURAZIONE" .....	10
4.3	MISURAZIONE "DI DENSITÀ DEL CORPO SOLIDO" .....	11
4.3.1	Determinazione di densità dei corpi solidi dalla densità inferiore a 1 g/cm <sup>3</sup> .....	11
<b>5</b>	<b>DETERMINAZIONE DI DENSITÀ DEI LIQUIDI</b> .....	<b>12</b>
5.1	ATTIVAZIONE DELLA FUNZIONE .....	12
5.2	DETERMINAZIONE DI DENSITÀ DEL GALLEGGIANTE IN VETRO .....	13
5.3	INSERIMENTO DEL VOLUME DEL GALLEGGIANTE IN VETRO .....	14
5.4	MISURAZIONE DI "DENSITÀ DI LIQUIDI" .....	15
<b>6</b>	<b>CONDIZIONI PER MISURAZIONI PRECISE</b> .....	<b>16</b>
6.1	CALCOLO DI RISULTATI .....	16
6.2	FATTORI INFLUENTI SULL'ERRORE DI MISURAZIONE .....	17
6.2.1	Bolle dell'aria .....	17
6.2.2	Campione del corpo solido .....	17
6.2.3	Liquidi .....	17
6.2.4	Superficie .....	17
6.2.5	Galleggiante in vetro per misurazioni di liquidi .....	18
6.3	INFORMAZIONI GENERALI .....	18
6.3.1	Densità / densità relativa .....	18
6.3.2	Deriva d'indicazione della bilancia .....	18
<b>7</b>	<b>TABELLA DELLA DENSITÀ DI LIQUIDI</b> .....	<b>19</b>
<b>8</b>	<b>INCERTEZZA DI MISURAZIONE NELLA DETERMINAZIONE DI DENSITÀ DI CORPI SOLIDI</b> .....	<b>20</b>
<b>9</b>	<b>INDICAZIONI UTILI</b> .....	<b>21</b>

# 1 Introduzione



- Al fine di assicurare il funzionamento della bilancia affidabile e senza problemi è necessario leggerne attentamente l'istruzione per l'uso.
- Nel presente manuale sono stati descritti unicamente i lavori da eseguirsi con il kit per la determinazione di densità. Ulteriori informazioni inerenti all'uso si trovano nel libretto d'istruzioni per l'uso allegato a ogni bilancia.

## 1.1 Contenuto del pacchetto

- ⇒ Subito dopo il disimballaggio del pacco accertarsi che la confezione e il kit per la determinazione di densità non rechino eventuali danneggiamenti esteriori visibili.
- ⇒ Accertarsi che tutte le parti disponibili siano complete.

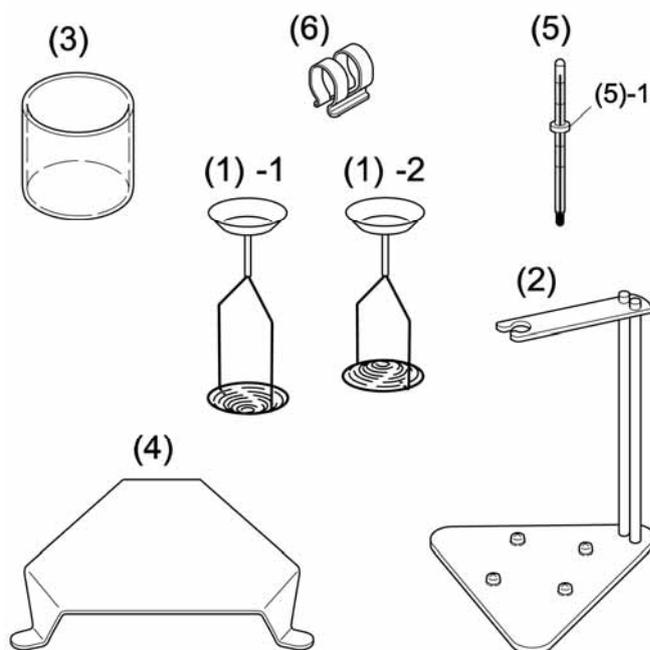


Fig. 1 Contenuto del pacchetto

Nr	Indicazione	Q.à
(1) -1	Piatto universale di bilancia (per campioni $d > 1 \text{ g/cm}^3$ )	1
(1) -2	Piatto universale di bilancia (per campioni $d < 1 \text{ g/cm}^3$ )	1
(2)	Portapiatto del piatto di bilancia	1
(3)	Recipiente in vetro	1
(4)	Supporto per il recipiente in vetro	1
(5)	Termometro	1
(5) -1	Tappo del termometro in gomma	1
(6)	Portatermometro	1
	Galleggiante in vetro, vedi la fig. 4	1
	Libretto d'istruzioni per l'uso	1

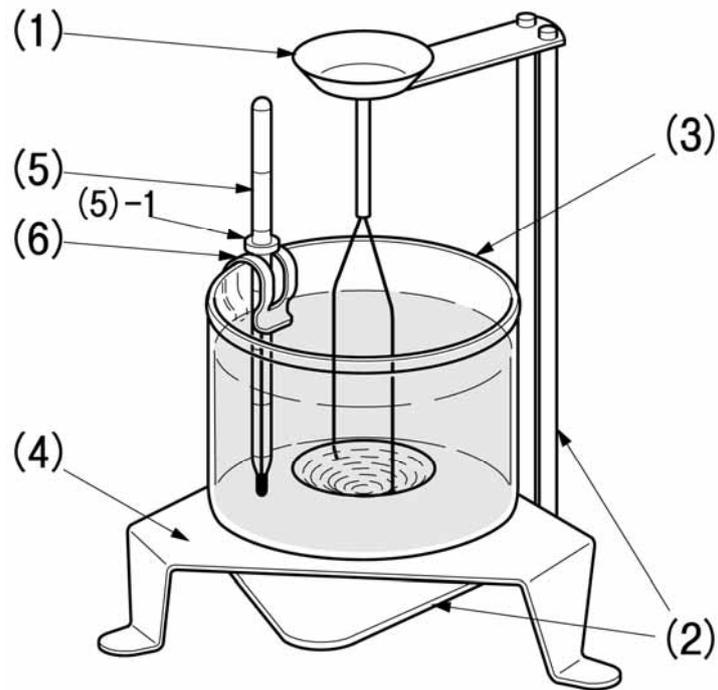


Fig. 2: Kit per la determinazione di densità **KERN ABS-A02** installato

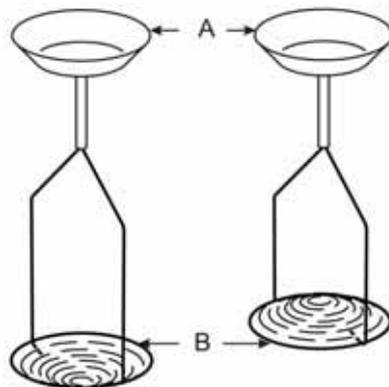


Fig. 3: Piatti universali di bilancia

- A Piatto di bilancia superiore (peso del campione nell'aria)
- B Piatto di bilancia inferiore (peso del campione nel liquido di misurazione)



Fig. 4: Galleggiante in vetro

## 2 Principio della determinazione di densità

Le tre grandezze fisiche misurate sono: il **volume** e il **peso** dei corpi, come anche la **densità** della sostanza. Il peso e il volume sono collegati fra di loro attraverso la densità:

**densità [  $\rho$  ] è il rapporto del peso [  $m$  ] al volume [  $V$  ].**

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

Unità di densità nel sistema SI è il chilogrammo per metro cubo ( $\text{kg/m}^3$ ).  $1 \text{ kg/m}^3$  è pari alla densità di un corpo omogeneo che con il peso di un kg occupa il volume di un  $\text{m}^3$ .

Altrimenti detto le unità applicate sono:

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

Grazie all'uso del nostro kit per la determinazione di densità insieme con le nostre bilance KERN ABS/ABJ è possibile determinare la densità dei corpi solidi in maniera veloce e sicura. Il kit per la determinazione di densità funziona in base al "**principio di Archimede**":

SPINTA È UNA FORZA. ESSA AGISCE SUL CORPO IMMERSO NELL'ACQUA. LA SPINTA DEL CORPO È DIRETTAMENTE PROPORZIONALE ALLA FORZA DI GRAVITÀ DEL LIQUIDO DA ESSO SPOSTATA. LA FORZA DI SPINTA AGISCE DAL BASSO VERSO L'ALTO.

Grazie a ciò il calcolo di densità dei corpi avviene secondo le formule seguenti:

### **Durante la determinazione di densità dei corpi solidi**

Con le nostre bilance è possibile pesare i corpi solidi sia nell'aria [  $A$  ] che nell'acqua [  $B$  ]. Se la densità della sostanza spinta [  $\rho_o$  ] è conosciuta, la densità del corpo solido [  $\rho$  ] viene calcolata in modo seguente:

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

$\rho$  = densità del campione

$A$  = peso del campione nell'aria

$B$  = peso del campione nel liquido di misurazione

$\rho_o$  = densità del liquido di misurazione

### Nella determinazione di densità dei liquidi

La densità del liquido è determinata attraverso un galleggiante il cui volume [ V ] è noto. Il galleggiante è 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 ]. Questa forza è direttamente proporzionale alla forza di gravità (peso) del liquido spostato dal volume del corpo.

Il volume [ V ] del corpo immerso è pari al volume del liquido spostato.

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

G = spinta del galleggiante

Spinta del galleggiante =

Peso del galleggiante nell'aria [ A ] - Peso del galleggiante nel liquido esaminato [ B ]

Quindi:

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

$\rho$  = densità del liquido esaminato

A = peso del galleggiante nell'aria

B = peso del galleggiante nel liquido esaminato

V = volume del galleggiante \*

\* Se il volume del galleggiante non è conosciuto, è possibile determinarlo attraverso la misurazione di densità del corpo solido, p.es. nell'acqua, e calcolarlo in modo seguente:

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

V = volume del galleggiante

A = peso del galleggiante nell'aria

B = peso del galleggiante nel liquido esaminato

$\rho_w$  = densità dell'acqua

### 2.1 Grandezze influenti e fonti di errori

⇒ Pressione atmosferica

⇒ Temperatura

⇒ Scostamento del volume di galleggiante ( $\pm 0,005 \text{ cm}^3$ )

⇒ Tensione superficiale del liquido

⇒ Bolle dell'aria

⇒ Profondità d'immersione del piatto per campioni oppure del galleggiante

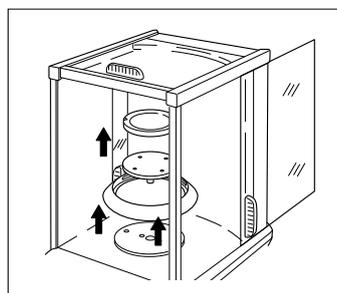
⇒ Porosità del corpo solido

### 3 Installazione del kit per la determinazione di densità

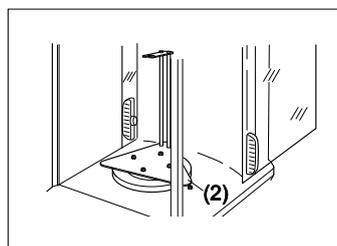
- i**
- Se si rendesse necessario, prima d'installazione del kit per determinazione di densità occorre eseguire la calibrazione richiesta.
  - Non è possibile eseguire calibrazione corretta con il kit per determinazione di densità installato.
  - Al fine di eseguire la calibrazione, occorre togliere il kit per determinazione di densità e mettere il piatto di bilancia standard.

1. Spegnerla bilancia e scollegarla dalla rete di alimentazione.

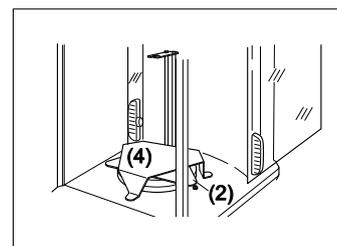
2. Togliere il piatto di bilancia standard, l'anello di protezione e il supporto del piatto di bilancia.



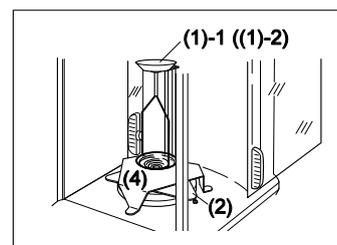
3. Inserire con cautela il portapiatto di bilancia.



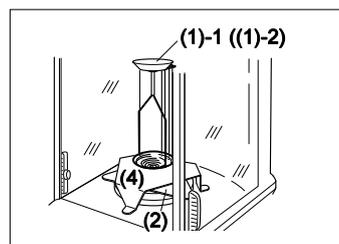
4. Collocare il supporto per recipiente in vetro in modo che non tocchi il portapiatto di bilancia.



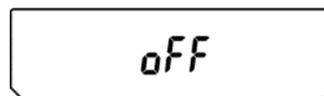
5. Appendere il piatto universale della bilancia. Stare attenti a farla appendere centricamente all'incisione del portapiatto di bilancia.



6. Chiudere la porticina in vetro.  
Collegare la bilancia alla rete di alimentazione; viene eseguita l'autodiagnosi della bilancia. Nel caso di bilance della serie ABJ, viene eseguita inoltre la calibrazione attraverso il peso di calibrazione interno.



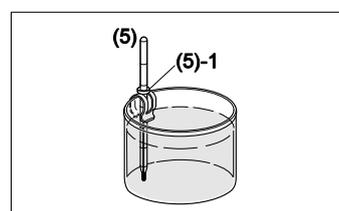
Aspettare la visualizzazione del messaggio "off".



7. Premere il tasto **ON/OFF**, sarà visualizzata l'indicazione dei grammi.



8. Fissare il termometro sul recipiente in vetro in modo presentato nella figura. Riempire il recipiente in vetro con liquido di misurazione oppure con liquido esaminato.



9. Togliere il piatto universale dalla bilancia e collocare il recipiente in vetro al centro del supporto.
10. Riappendere di nuovo il piatto universale della bilancia facendo attenzione a che esso non tocchi il recipiente in vetro.
11. Regolare la temperatura del liquido, di strumenti o del galleggiante, finché essa raggiungerà un valore costante. Rispettare il tempo di preriscaldamento della bilancia.

## 4 Determinazione di densità dei corpi solidi

Determinando la densità dei corpi solidi, occorre prima pesare il corpo solido nell'aria e successivamente nel liquido di misurazione. Dalla differenza dei pesi risulta la spinta convertita dal software in densità.

### 4.1 Attivazione della funzione

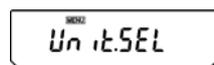
Nel menu "Unit.SEL" è possibile attivare la funzione di determinazione di densità dei corpi solidi "U- ▼d", accessibile di seguito all'utente senza necessità di entrare ogni volta nel menu. È possibile richiamare successivamente la funzione attivata premendo semplicemente il tasto **UNIT/** .



⇒ Durante l'indicazione dei grammi premere alcune volte il tasto **CAL/MENU**, finché verrà visualizzato il messaggio "FUnC.SEL".

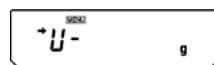


⇒ Premere il tasto **TARE/** .



(esempio)

⇒ Premere alcune volte il tasto **CAL/MENU**, finché verrà visualizzato il messaggio "Unit.SEL".



⇒ Premere il tasto **TARE/** .



(non attivo)

⇒ Premere alcune volte il tasto **CAL/MENU**, finché verrà visualizzato il messaggio "U- ▼d".

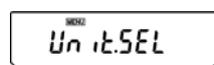


(attivo)

Se la funzione di determinazione di densità dei corpi solidi è già attiva, sarà visualizzato l'indice di stabilizzazione (➔). In tal caso premere alcune volte il tasto **ON/OFF**, la bilancia ritorna nel menu / modalità di pesata.

Se la funzione di determinazione di densità dei corpi solidi è spenta o non attiva, attivarla premendo il tasto **TARE/** .

Sarà visualizzato l'indice di stabilizzazione (➔). Premere alcune volte il tasto **ON/OFF**, la bilancia si rimette nel menu / modalità di pesata.



## 4.2 Inserimento di “densità di liquido di misurazione”

⇒ Durante l’indicazione dei grammi premere alcune volte il tasto **CAL/MENU**, finché verrà visualizzato il messaggio “SettinG”.

⇒ Premere il tasto **TARE**

⇒ Premere più volte il tasto **CAL/MENU**, finché verrà visualizzato il messaggio “LSG SET”.

(esempio)

⇒ Premere il tasto **TARE** , sarà visualizzata la densità attualmente impostata. Nella parte superiore del campo di indici è visualizzato il simbolo **MENÙ** e il segno # segnalante che la bilancia è in corso dell’inserimento numerico. La prima posizione lampeggia ed è possibile modificarla.

(esempio)

⇒ Premendo il tasto **UNIT** si fa aumentare il valore numerico della cifra lampeggiante. Premendo il tasto **PRINT** selezionare le cifre situate a destra; di volta in volta la posizione attiva lampeggia. Confermare il valore inserito premendo il tasto **TARE** .

⇒ Premere alcune volte il tasto **ON/OFF**, finché la bilancia si metterà in modalità di pesatura.

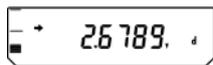
### 4.3 Misurazione “di densità del corpo solido”



1. Premere alcune volte il tasto **UNIT/** , finché la bilancia sarà rimessa in modalità di determinazione di densità dei corpi solidi “**▼d**”. Nel caso di misurazione del peso nell’aria viene inoltre visualizzata la lettera “g”.



2. Premere il tasto **TARE/** . Mettere il campione sul piatto superiore per campioni.
3. Dopo il controllo riuscito di stabilizzazione premere il tasto **CAL/MENU**.



4. Mettere il campione sul piatto inferiore con vaglio. Dopo il controllo riuscito di stabilizzazione, sul display sarà visualizzato il valore di densità del campione. Togliere il campione.  
Può essere visualizzato il messaggio “oL”, ma in questo passo ciò non è alcun messaggio di errore e si può ignorarlo.
5. Al fine di eseguire misurazioni successive avviare il secondo passo premendo il tasto **CAL/MENU**.

#### 4.3.1 Determinazione di densità dei corpi solidi dalla densità inferiore a 1 g/cm<sup>3</sup>

Nel caso dei corpi solidi dalla densità inferiore a 1 g/cm<sup>3</sup>, è possibile determinarne la densità con due metodi differenti.

##### Metodo 1:

Come liquido di misurazione è utilizzato il liquido dalla densità inferiore a quella del corpo solido, p.es. etanolo da circa 0,8 g/cm<sup>3</sup>.

Questo metodo è da applicare quando la densità del corpo solido differisce poco dalla densità dell’acqua distillata.

Prima di utilizzare etanolo, occorre verificare se esso non recherà danni al corpo solido.



Durante i lavori con etanolo occorre rispettare regole di sicurezza in vigore.

##### Metodo 2:

In questo caso il campione non è messo su, ma **sotto** il piatto con vaglio. A questo scopo deve usarsi un piatto universale della bilancia (1) -2.

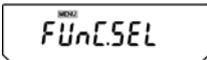
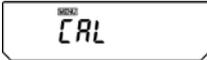
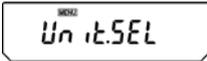
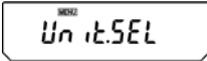
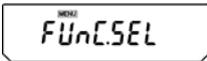
- ⇒ Attivare la funzione, vedi il cap. 4.1.
- ⇒ Inserire i parametri del liquido di misurazione, vedi il cap. 4.2.
- ⇒ Misurare la densità, vedi il cap. 4.3, nel passo 4 mettere il campione sotto il piatto con vaglio. Se la spinta del campione non è tanto grande da far sollevare il piatto universale, occorre caricarlo con un peso apparente e tararlo durante la pesata nell’aria.

## 5 Determinazione di densità dei liquidi

Per la determinazione di densità dei liquidi si utilizza un galleggiante in vetro dal volume noto. Il galleggiante in vetro è prima pesato nell'aria, quindi nel liquido la cui densità va determinata. Dalla differenza dei pesi risulta il valore di spinta che viene convertito dal software in densità.

### 5.1 Attivazione della funzione

Nel menu "Unit.SEL" è possibile attivare la funzione di determinazione di densità dei liquidi "U- d" alla quale l'utente ha successivamente l'accesso senza dover entrare ogni volta nel menu. Di seguito è possibile richiamare direttamente la funzione attivata premendo il tasto **UNIT/** .

- |   |   |
|---|---|
|                    | ⇒ In modalità di pesata premere alcune volte il tasto <b>CAL/MENU</b> , finché verrà visualizzato il messaggio "FUnC.SEL".  |
|                    | ⇒ Premere il tasto <b>TARE/</b>  .   |
| <br>(esempio)      | ⇒ Premere alcune volte il tasto <b>CAL/MENU</b> , finché verrà visualizzato il messaggio "Unit.SEL".  |
|                  | ⇒ Premere il tasto <b>TARE/</b>  .   |
| <br>(non attivo) | ⇒ Premere alcune volte il tasto <b>CAL/MENU</b> , finché verrà visualizzato il messaggio "U- d".  |
| <br>(attivo)     | Se la funzione di determinazione di densità dei liquidi è già attiva, sarà visualizzato l'indice di stabilizzazione (➔). In tal caso premere alcune volte il tasto <b>ON/OFF</b> , la bilancia ritorna nel menu / modalità di pesata. |
|                  | Se la funzione di determinazione di densità dei liquidi è disinserita o non attiva, attivarla premendo il tasto <b>TARE/</b>  .                  |
|                  | Sarà visualizzato l'indice di stabilizzazione (➔). Premere alcune volte il tasto <b>ON/OFF</b> , la bilancia si rimetterà nel menu / modalità di pesatura.  |
|                  |   |

## 5.2 Determinazione di densità del galleggiante in vetro

Nel caso di volume del galleggiante in vetro ignoto, occorre determinarlo e calcolarlo in modo seguente:

- ⇒ Versare dell'acqua nel recipiente e regolarne la temperatura, finché essa raggiunga la stabilità, quindi leggere la temperatura sul termometro.
- ⇒ All'occorrenza premere il tasto **UNIT/** , e sarà visualizzata l'indicazione dei grammi.
- ⇒ All'occorrenza togliere il piatto universale dalla bilancia. Può essere visualizzato il messaggio "ol", ma in questo passo ciò non è alcun errore e si può ignorarlo.
- ⇒ Appendere il galleggiante in vetro e tarare la bilancia premendo il tasto **TARE** .
- ⇒ Collocare il recipiente con acqua sul supporto e immergere dentro il galleggiante in vetro. La bilancia visualizza la differenza fra "peso nell'aria – peso nell'acqua".  
Notare il valore (senza il segno di valore) e calcolare il volume del galleggiante conforme alla formula citata di seguito:

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

- V = volume del galleggiante in vetro
- M = differenza fra "peso nell'aria – peso nell'acqua"
- $\rho$  = densità a seconda di temperatura, vedi la tabella nr 1

Tab. 1: Tabella di densità dell'acqua

Temperatura [°C]	Densità $\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]	Temperatura [°C]	Densità $\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]	Temperatura [°C]	Densità $\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]
10	0,9997	19	0,9984	28	0,9963
11	0,9996	20	0,9982	29	0,9960
12	0,9995	21	0,9980	30	0,9957
13	0,9994	22	0,9978	31	0,9954
14	0,9993	23	0,9976	32	0,9951
15	0,9991	24	0,9973	33	0,9947
16	0,9990	25	0,9971	34	0,9944
17	0,9988	26	0,9968	35	0,9941
18	0,9986	27	0,9965		

### 5.3 Inserimento del volume del galleggiante in vetro

⇒ Durante l'indicazione dei grammi premere alcune volte il tasto **CAL/MENU**, finché sarà visualizzato il messaggio "SettinG".

⇒ Premere il tasto **TARE**/

⇒ Premere più volte il tasto **CAL/MENU**, finché sarà visualizzato il messaggio "Sv SET".

(esempio)

⇒ Premere il tasto **TARE**/, sarà visualizzato il volume attualmente impostato. Nella parte superiore del campo degli indici è visualizzato il simbolo e il segno # segnalante che la bilancia è in corso d'inserimento numerico. La prima posizione di valore lampeggia e si può modificarlo.

(esempio)

⇒ Premendo il tasto **UNIT**/ si fa incrementare il valore numerico della cifra lampeggiante. Premendo il tasto **PRINT**/ selezionare le cifre a destra, di volta in volta lampeggia la posizione attiva. Confermare l'inserimento premendo il tasto **TARE**/.

⇒ Premere alcune volte il tasto **ON/OFF**, finché la bilancia si rimetterà in modalità di pesatura.

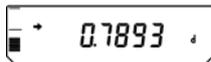
## 5.4 Misurazione di “densità di liquidi”

1. Appendere il galleggiante in vetro.  
Con il galleggiante in vetro non appeso, eventualmente può essere visualizzato il messaggio “oL”, ma in questo passo ciò non è alcun messaggio d’errore e si può ignorarlo.
2. Premere alcune volte il tasto **UNIT/** , finché la bilancia si rimetterà in modalità di determinazione di densità “d”. Nel caso di misurazione del peso nell’aria viene inoltre visualizzata la lettera “g”.



3. Premere il tasto **TARE/** .
4. Dopo il controllo di stabilizzazione riuscito, premere il tasto **CAL/MENU**.

5. Togliere il galleggiante in vetro.
6. Collocare il recipiente con liquido esaminato al centro del supporto.



7. Appendere di nuovo il galleggiante in vetro e immergerlo completamente nel liquido evitando la formazione di bolle dell’aria.
8. Dopo il controllo di stabilizzazione riuscito, sul display sarà visualizzata la densità del liquido esaminato.  
Togliere il galleggiante in vetro e il recipiente.  
Con il galleggiante in vetro non appeso, eventualmente può essere visualizzato il messaggio “oL”, ma in questo passo ciò non è alcun messaggio d’errore e si può ignorarlo.

Per successive misurazioni occorre:

- ⇒ pulire accuratamente ed essicare il recipiente e il galleggiante,
- ⇒ riappendere il galleggiante in vetro,
- ⇒ premere il tasto **CAL/MENU**,
- ⇒ avviare il processo dal passo 3.

## 6 Condizioni per misurazioni precise

Durante la determinazione di densità si verificano numerose possibilità che favoriscono errori.

Per ottenere risultati precisi utilizzando questo kit per la determinazione di densità collegato con la bilancia, sono indispensabili conoscenza precisa e precauzione.

### 6.1 Calcolo di risultati

Durante la determinazione di densità con la bilancia, i risultati sono sempre visualizzati con 4 posti dopo la virgola. Ciò non vuol dire, però, che i risultati sono precisi fino all'ultimo posto, come durante il calcolo di valore. Per cui bisogna trattare criticamente i calcoli dei risultati di pesatura utilizzati.

Esempio della determinazione di densità del corpo solido:

Per garantire i risultati di più alta precisione, sia il numeratore sia il denominatore della formula seguente devono caratterizzarsi con precisione richiesta. Se uno di essi non è stabile o è errato, allora il risultato è pure instabile o errato.

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

$\rho$  = densità del campione

A = peso del campione nell'aria

B = peso del campione nel liquido di misurazione

$\rho_0$  = densità del liquido di misurazione

Il fatto che il campione sia pesante influisce sulla precisione del risultato; ciò causa l'incremento di valore del numeratore. Anche il fatto che il campione è leggero influisce sulla precisione del risultato, perché la spinta (A-B) è maggiore. Il risultato del denominatore subisce l'incremento. Occorre fare anche attenzione al fatto che la precisione di densità del liquido di misurazione  $\rho_0$  si trasferisce al numeratore e pure influisce in modo significativo sulla precisione del risultato.

Il risultato di densità del campione non può essere più preciso della più imprecisa delle singole grandezze soprammenzionate.

## **6.2 Fattori influenti sull'errore di misurazione**

### **6.2.1 Bolle dell'aria**

Una piccola bolla, per esempio da  $1 \text{ mm}^3$ , influisce sulla misurazione in modo significativo, se il campione è piccolo; essa causa l'incremento di spinta quasi di 1 mg il che si trasferisce in errore di due cifre. Per cui occorre garantire che al corpo stabile immerso nel liquido non aderiscano bolle dell'aria. Ciò riguarda anche il galleggiante in vetro immerso nel liquido esaminato.

Se le bolle dell'aria si possono eliminare girando il corpo, bisogna farlo con precauzione senza spruzzare nello stesso tempo il liquido e senza bagnare con acqua spruzzata il supporto del piatto con vaglio. Umidificazione del piatto con vaglio causa l'aumento del peso.

I campioni del corpo solido o del galleggiante in vetro non si devono toccare con dita nude. Le superfici macchiate di olio creano le bolle dell'aria, quando l'oggetto esaminato sarà immerso nel liquido.

I campioni del corpo solido (particolarmente gli oggetti piatti) non si devono mettere sul piatto con vaglio fuori del liquido, perché durante l'immersione comune si formano le bolle dell'aria. Inoltre occorre verificare che sul fondo del piatto con vaglio non ci siano bolle dell'aria dopo l'immersione dell'oggetto esaminato nel liquido.

### **6.2.2 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. Ciò comporta che una parte del supporto del piatto con vaglio sarà immersa e la spinta aumenterà. In risultato il peso del campione nel liquido diminuisce. I campioni dal volume variabile o assorbenti il liquido non possono essere misurati.

### **6.2.3 Liquidi**

Si deve prendere in considerazione anche la temperatura dell'acqua. La densità cambia del circa 0,01% per grado di Celsio. Se la misurazione della temperatura contiene l'errore di 1 grado di Celsio, il 4 posto di misurazione non è preciso.

### **6.2.4 Superficie**

Il supporto del piatto con vaglio trafora la superficie del liquido. Tale stato è in cambio continuo. Se il campione o il galleggiante in vetro sono piccoli, la tensione superficiale fa peggiorare la riproducibilità dei risultati. L'aggiunta di piccola quantità di detersivo per stoviglie permette di eliminare la tensione superficiale e fa aumentare la riproducibilità dei risultati.

### **6.2.5 Galleggiante in vetro per misurazioni di liquidi**

Volendo risparmiare il liquido esaminato durante la determinazione di densità di liquido, si devono usare piccoli cilindri graduati in vetro e galleggianti in vetro idonei. In realtà bisogna prendere in considerazione il fatto che maggiore galleggiante in vetro significa maggiore precisione.

È richiesto che la spinta e il volume del galleggiante in vetro siano i più precisi possibile. Questi risultati sono sfruttati per il calcolo di densità di liquidi sia nel denominatore, sia nel numeratore della formula.

## **6.3 Informazioni generali**

### **6.3.1 Densità / densità relativa**

La densità relativa è il peso del corpo esaminato diviso per il peso dell'acqua (in 4°C) e dello stesso volume. Per cui la densità relativa non ha nessuna unità. La densità è il peso diviso per il volume.

Se invece di densità del liquido nella formula è utilizzata la densità relativa, il risultato ottenuto è errato. Per un liquido solo la sua densità è affidabile.

### **6.3.2 Deriva d'indicazione della bilancia**

La deriva (cambio sistematico dei risultati in determinata direzione) non influisce in alcun modo sul risultato finale della determinazione di densità, anche se il peso visualizzato riguarda la pesatura nell'aria. Valori precisi sono richiesti soltanto quando la densità del liquido è determinata con un galleggiante di vetro.

Nel caso del cambio di temperatura d'ambiente o di localizzazione, è richiesta la calibrazione della bilancia. A tal fine occorre levare il kit per la determinazione di densità ed eseguire la calibrazione della bilancia con piatto standard (vedi il libretto d'istruzioni per uso allegato alla bilancia).

## 7 Tabella della densità di liquidi

Temperatura [°C]	Densità $\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]		
	acqua	alcol etilico	alcol 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

## 8 Incertezza di misurazione nella determinazione di densità di corpi solidi

Nella tabella riportata di seguito è presentato il valore approssimativo della precisione di lettura della bilancia collegata con kit per la determinazione di densità. Bisogna ricordarsi del fatto che questi valori siano stati determinati esclusivamente in modo matematico e non riflettono le grandezze che influiscono su di essi, descritte nel capitolo 6.

Indicazioni approssimative ottenute durante le misurazioni di densità (utilizzando la bilancia dalla precisione di lettura di 0,1 mg)						
Peso di campione (g)	1	5	10	100	200	300
Densità di campione (g/cm <sup>3</sup> )						
1	0.001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
3	0,002	0,0004	0,0003	0,0001	0,0001	0,0001
5	0,003	0,001	0,0004	0,0002	0,0002	0,0002
8	0,004	0,001	0,0006	0,0003	0,0003	0,0003
10	0,005	0,001	0,0008	0,0004	0,0003	0,0003
12	0,006	0,002	0,001	0,0004	0,0004	0,0004
20	0,01	0,003	0,001	0,001	0,001	0,001

Esempio di lettura della tabella:

Nel caso della bilancia dalla risoluzione di 0,0001 g e di un campione dal peso di 5 g e dalla densità di 3 g/cm<sup>3</sup>, sbalzi dell'indicazione sono di 0,004 g/cm<sup>3</sup>.

## 9 Indicazioni utili

- Per creare un valore medio riproducibile sono indispensabili alcune misurazioni della densità.
- Campione/galleggiante in vetro/cilindro in vetro graduato resistenti all'azione degli agenti vanno sgrassati.
- Piatti per campioni/ galleggiante in vetro/cilindro in vetro graduato vanno puliti regolarmente; non toccare con le mani la parte immersa.
- Campione/galleggiante in vetro /pinzetta vanno essiccati dopo ogni misurazione.
- La grandezza del campione dev'essere adattata al piatto per campioni (grandezza ideale del campione è > 5 g).
- Utilizzare esclusivamente l'acqua distillata.
- Alla prima immersione agitare leggermente il piatto per campioni e il galleggiante per liberare eventuali bolle dell'aria.
- Fare attenzione a che durante una nova immersione nel liquido non si creino ulteriori bolle dell'aria; immergere il campione utilizzando preferibilmente una pinzetta.
- Eliminare le bolle dell'aria fortemente aderenti con la pinzetta o altro mezzo.
- Per evitare adesione di bolle dell'aria, levigare prima dell'immersione la superficie ruvida di un campione.
- Fare attenzione a che durante la pesata l'acqua non goccioli dalla pinzetta sul piatto superiore per campioni.
- Al fine di ridurre la tensione superficiale dell'acqua e l'attrito dell'acqua contro il filo in acciaio, aggiungere al liquido di misurazione tre gocce di agente tensioattivo disponibile in commercio (detersivo per le stoviglie); si può fare a meno di modifica di densità dell'acqua distillata in risultato dell'aggiunta di tensioattivo).
- Campioni ovali si possono stringere facilmente per i contorni d'intagli.
- È possibile determinare la densità di sostanze porose soltanto in modo approssimativo. Durante l'immersione nel liquido di misurazione non tutta l'aria contenuta nei pori viene spinta, il che comporta errori di spinta.
- Per evitare urti alla bilancia, occorre immergere il campione con cautela.
- Evitare scariche statiche, p.es. pulire il corpo (galleggiante) in vetro solo con strofinaccio in cotone.
- Se la densità del corpo solido differenzia poco dalla densità dell'acqua distillata, come liquido di misurazione si può usare l'etanolo. Prima, però, bisogna verificare se il campione è resistente all'azione dei solventi. Inoltre durante i lavori con etanolo occorre rispettare i regolamenti di sicurezza in vigore.
- Maneggiare con cautela i corpi (galleggianti) in vetro (perdita di pretese di garanzia in caso di guasto).