

# LA LEGGE DI ARCHIMEDE

**Scopo dell'esperimento.** Misurare la spinta idrostatica che subisce un oggetto immerso in un liquido.

## Richiami teorici.

La legge di Archimede afferma che un corpo immerso in un fluido riceve una forza (spinta) dal basso verso l'alto pari al peso del fluido da esso spostato.

$$(1) \quad S = d \cdot V \cdot g$$

Dove S è la spinta di Archimede, d è la densità del fluido, g è l'accelerazione di gravità, V è il volume di fluido spostato.

## 1° metodo

### Immersione del corpo in un liquido contenuto in un recipiente non necessariamente graduato

#### Materiale occorrente.

- \_ Corpi a forma di cilindro, parallelepipedo o sfera di densità superiore a quella dell'acqua.
- \_ Un dinamometro di portata sufficiente a sostenere i corpi.
- \_ Un sostegno per il dinamometro che permetta di spostarlo in verticale.
- \_ Un recipiente alto almeno 15 cm, ad esempio un becher da 600 ml.
- \_ Calibro ventesimale.
- \_ Acqua.

#### Esecuzione dell'esperimento



Si misuri con il calibro le dimensioni caratteristiche del corpo e se ne determini il volume V. Si riempia il recipiente per tre quarti con acqua.

Appeso il corpo al dinamometro in modo da tenerlo completamente fuori dal liquido si determini il suo peso.

Si abbassi il gancio del dinamometro fino a che il corpo risulti completamente immerso in acqua, evitando che il dinamometro si bagni per non perturbare la misura. La seconda pesata dà un valore inferiore a quello della prima.

Si ripeta l'esperienza utilizzando gli altri corpi.

Indicati con P il peso del corpo, con P' il valore indicato dal dinamometro quando esso è completamente immerso nel liquido, con  $S = P - P'$  la spinta esercitata dal fluido e infine con  $S_t$  il valore della spinta ottenuto teoricamente tramite la (1), si riportino i dati in una tabella del tipo:

cilindro	P	P'	S=P-P'	V	S <sub>t</sub> = dVg	S - S <sub>t</sub>
1						
2						
3						

Quando il corpo è completamente immerso il suo volume è pari al volume di liquido spostato. Per studiare come varia la spinta al variare del volume del corpo si tracci il grafico di S in funzione di V.

### Valutazione degli errori.

Per la valutazione dell'errore nel valore della spinta ottenuta sperimentalmente come errore assoluto della forza si consideri la sensibilità dello strumento cioè un valore corrispondente ad una graduazione del dinamometro.

Essendo  $S = P - P'$  l'errore assoluto su S risulta:  $\Delta S = \Delta P + \Delta P'$

Il risultato può essere scritto come:  $S = (S \pm \Delta S) N$

Nella valutazione di S tramite il principio di Archimede, assumendo che la densità del liquido utilizzato sia esatta (per l'acqua  $d = 1000 \text{ Kg/m}^3$ ), supponendo che anche il valore dell'accelerazione di gravità sia esatto ( $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ ) si ha che:

se il corpo ha forma cilindrica e R è il raggio della sua base ed h la sua altezza:

$$S = d \cdot V \cdot g = d \cdot \pi R^2 h \cdot g$$

$$\Delta S = S \cdot \left( \frac{\Delta h}{h} + 2 \frac{\Delta R}{R} \right)$$

L'errore assoluto nella valutazione del raggio e dell'altezza è la sensibilità del calibro, pari a 0.05 mm.

### Considerazioni e quesiti finali.

La pendenza della retta del grafico S-V fornisce il peso specifico del liquido. Quale delle due determinazioni, quella sperimentale e quella ottenuta con il principio di Archimede, è la più precisa?

### 2° metodo

### Immersione del corpo in un liquido contenuto in un recipiente graduato.

#### Materiale occorrente.

- \_ Cilindro graduato da 100 ml e sensibilità 1 ml/div.
- \_ Dinamometro da 2N e sensibilità 0.02 N/div (o 5N e 0.05 N/div).
- \_ Cilindri o sbarrette di densità superiore a quella dell'acqua. che possono essere appesi al dinamometro ed entrare nel cilindro graduato.

- \_ Un sostegno per il dinamometro che permetta di spostarlo in verticale.
- \_ Acqua.

### Esecuzione dell'esperimento

Si riempia parzialmente di acqua il cilindro graduato. Appeso uno dei corpi al dinamometro, si determini il suo peso e si ripeta la pesata immergendo completamente il corpo in acqua. La variazione del volume del liquido, che deve essere misurata, rappresenta il volume di liquido spostato dal corpo.

Si ripeti l'esperimento con corpi di materiale diverso e si completi la tabella precedente.

### Valutazione degli errori.

Per il calcolo dell'errore assoluto nella misura del volume del liquido spostato si tenga presente che se  $V_i$  è il volume del liquido prima dell'immersione del corpo e  $V_f$  è il volume dopo la sua completa immersione, si ha che:  $\Delta V = \Delta V_i + \Delta V_f = 4 \text{ ml}$

### 3° metodo

#### Immersione del corpo in un liquido contenuto in un cilindro di troppo pieno.

##### Materiale occorrente.

- \_ Corpi di forma anche irregolare di densità superiore a quella dell'acqua.
- \_ Un dinamometro di portata sufficiente a sostenere i corpi (es: 2N, sensib. 0.05 N/div)
- \_ Un sostegno per il dinamometro che permetta di spostarlo in verticale.
- \_ Cilindro di troppo pieno.
- \_ Cilindro graduato da 100 ml e sensibilità 1 ml/div.
- \_ Vaschetta di vetro, ad esempio di dimensioni (50x30x10) cm.
- \_ Acqua.
- \_ Contenitore con acqua di rabbocco (spruzzetta).

Si mette il cilindro di troppo pieno all'interno della vaschetta per evitare che eventuali fuoriuscite di acqua bagnino il banco da lavoro.

Il cilindro deve essere riempito di acqua fino a quando essa non trabocca dal suo beccuccio laterale rivolto verso il basso e per fare ciò si utilizzi l'acqua contenuta nella spruzzetta. In questo modo si è sicuri che la superficie dell'acqua è al livello del beccuccio.





Dopo queste operazioni preliminari, si mette il cilindro graduato sotto il becco del cilindro di troppo pieno in modo da raccogliere l'acqua che trabocca quando viene immerso l'oggetto.

Appeso uno dei corpi al dinamometro, si determini il suo peso e si ripeta la pesata immergendo completamente il corpo nel cilindro di troppo pieno.

Si misuri il volume dell'acqua raccolta nel cilindro graduato

Si ripetano le operazioni precedenti con altri corpi, anche di forma irregolare.

Indicati con  $P$  il peso del corpo, con  $P'$  il valore indicato dal dinamometro quando esso è completamente immerso nel liquido, con  $S = P - P'$  la spinta esercitata dall'acqua, si riportino i dati in una tabella del tipo:

$P$ (N)	$P'$ (N)	$S = P - P'$ (N)	$V$ (cm <sup>3</sup> )	$m_{\text{acqua}}$ (Kg)	Peso acqua (N)
1.95	1.70	0.25	25	0.025	0.24
2.45	2.15	0.30	29	0.029	0.28
3.50	3.00	0.50	45	0.045	0.44

La massa dell'acqua, di densità  $d$ , viene ricavata per mezzo della reazione  $m = dV$ , mentre il peso è ottenuto dalla relazione  $P = mg$ , dove  $g$  è l'accelerazione di gravità.

I valori ottenuti mostrano, entro i margini di errore, che la spinta a cui è sottoposto il corpo è pari al peso dell'acqua spostata.

#### 4° metodo

##### Utilizzo del doppio cilindro

Il doppio cilindro è costituito da un cilindro di materiale plastico, munito di gancio ad una sua estremità, che si adatta perfettamente in un altro cilindro cavo. Quest'ultimo porta a sua volta un occhiello ed un gancio, mediante i quali i due cilindri possono appendersi a un dinamometro. Si trovi un metodo che utilizzi i due cilindri per la dimostrazione del principio di Archimede.

