

L'equilibrio dei fluidi

LA LEGGE DI ARCHIMEDE

Verifica che la spinta verso l'alto che si esercita su un oggetto immerso in un liquido è uguale al peso del volume di liquido spostato.

LA FISICA DELL'ESPERIMENTO

- Quando un oggetto viene immerso in un liquido, riceve una spinta dal basso verso l'alto.
- Per determinare il valore F_A di questa spinta, si può misurare con un dinamometro il valore del peso F_{p1} dell'oggetto in aria e quello del suo peso F_{p2} quando è immerso completamente in un liquido. La differenza tra le due misure fornisce il valore F_A della spinta di Archimede.
- Calcoliamo il valore del peso F_p del volume di liquido spostato dall'oggetto completamente immerso: in un dato luogo, la forza-peso F_p di una massa m , espressa in kg, è direttamente proporzionale a m cioè: $F_p = mg$. La massa m del liquido si ricava invertendo la formula della densità, cioè $m = dV$. Quindi $F_p = gdV$. La costante di proporzionalità g vale al livello del mare $9,8 \text{ N/kg}$, e per la densità d dell'acqua consideriamo il valore 1000 kg/m^3 .

Confrontiamo il valore della spinta F_A misurata con il dinamometro con il valore del peso F_p del volume di liquido spostato dall'oggetto immerso.

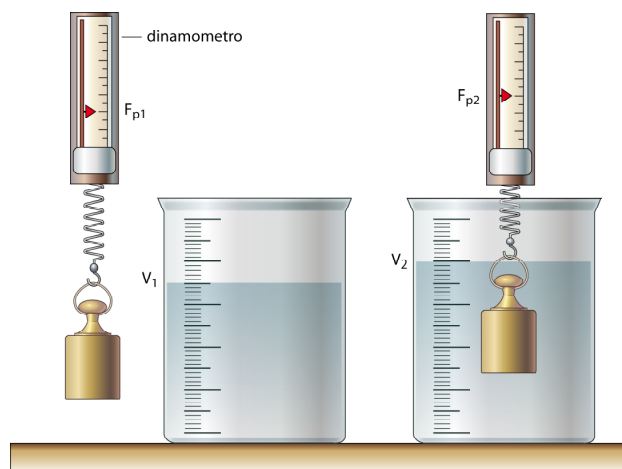
PER FARE L'ESPERIENZA

STRUMENTI E MATERIALE

Cilindro graduato con acqua, dinamometro, asta di sostegno, oggetti da immergere in acqua.

STRUMENTI	SENSIBILITÀ	PORTATA
Cilindro graduato		
Dinamometro	0,01 N	1 N

- Procurati alcuni oggetti che affondano se immersi in acqua.
- Riempi d'acqua il cilindro graduato entro cui immergere gli oggetti e leggi il volume iniziale V_1 .



PROCEDIMENTO

- Aggancia un dinamometro a un'asta di sostegno e sospendi un oggetto (per esempio un cilindretto) per mezzo di un filo. Così, anche quando l'oggetto è immerso in acqua, il dinamometro rimane esterno all'acqua e la misura non è influenzata.
- Leggi sul dinamometro il valore della forza-peso F_{p1} fuori dall'acqua.
- Immergi completamente l'oggetto in acqua, sempre agganciato al dinamometro: leggi sul dinamometro il nuovo valore F_{p2} della forza-peso e sul contenitore graduato il nuovo valore del volume V_2 .

Ripeti l'esperimento utilizzando altri oggetti.

DATI RACCOLTI

Ora registra i dati nella tabella:

- Colonna 1: riporta il nome dell'oggetto.
- Colonna 2: contiene il valore della forza-peso F_{p1} dell'oggetto in aria letto sul dinamometro.
- Colonna 3: contiene il valore F_{p2} della forza-peso letto sul dinamometro quando l'oggetto è completamente immerso in acqua.
- Colonna 4: contiene il valore del volume iniziale V_1 dell'acqua nel cilindro graduato.
- Colonna 5: contiene il valore del volume finale V_2 dell'acqua nel cilindro graduato dopo l'immersione dell'oggetto.

L'incertezza sulle misure F_{p1} e F_{p2} della forza-peso è la sensibilità del dinamometro utilizzato.

L'incertezza sulle misure V_1 e V_2 del volume di acqua è la sensibilità del cilindro graduato.

1	2	3	4	5	6	7	8
Oggetto	F_{p1} (N)	F_{p2} (N)	V_1 (cm ³)	V_2 (cm ³)	V (cm ³)	F_A (N)	F_p (N)
cilindretto							
...							

ELABORAZIONE DEI DATI

- Completa la tabella precedente con l'elaborazione dei dati raccolti.
 - Colonna 6: per ogni oggetto calcola il volume di acqua spostato dall'oggetto come differenza $V = V_2 - V_1$ fra il volume d'acqua V_2 con l'oggetto immerso e il volume d'acqua iniziale V_1 .
 - Colonna 7: per ogni oggetto calcola il valore della spinta di Archimede F_A come differenza $F_A = F_{p1} - F_{p2}$.

- Colonna 8: calcola per ogni oggetto il peso del volume di acqua spostato $F_p = gdV$.
- Calcola l'incertezza da associare ai risultati tenendo conto della sensibilità dei singoli strumenti utilizzati e delle regole di propagazione delle incertezze.
 - L'incertezza sul volume V è uguale alla somma delle incertezze su V_1 e V_2 : $\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2$.
 - L'incertezza sulla forza F_A è uguale alla somma delle incertezze su F_{p1} e F_{p2} : $\Delta F_A = \Delta F_{p1} + \Delta F_{p2}$.

L'incertezza relativa sul peso F_p è uguale alla somma delle incertezze relative sulle singole misure

$$\frac{\Delta F_p}{F_p} = \frac{\Delta g}{g} + \frac{\Delta d}{d} + \frac{\Delta V}{V}. \text{ Poiché i valori di } g \text{ e di } d \text{ vengono forniti senza incertezze apprezzabili,}$$

risulta in definitiva $\Delta F_p = F_p \frac{\Delta V}{V}$.

CONCLUSIONI

1. Confronta, per ogni oggetto, i risultati riportati nelle colonne 7 e 8. Che cosa noti e che spiegazione puoi dare?
2. A parità di quantità di acqua, è preferibile usare nell'esperimento un contenitore graduato alto e stretto o basso e largo?
3. Potresti eseguire l'esperimento con un liquido diverso dall'acqua?
4. *Cosa succederebbe se l'oggetto immerso fosse poroso?*

TEST

1. Un oggetto in aria pesa 10,0 N; immerso in acqua riceve una spinta pari a 2,0 N. Il suo peso in acqua:
 - a) è pari a 20,0 N.
 - b) è pari a 12 N.
 - c) è pari a 8,0 N.
 - d) non è determinabile con i dati forniti.
2. Un oggetto viene immerso, appeso a un dinamometro, prima in acqua e poi in olio (densità 870 kg/m³). Il dinamometro indica:
 - a) un peso maggiore quando l'oggetto è immerso in acqua.
 - b) un peso maggiore quando l'oggetto è immerso nell'olio.
 - c) lo stesso peso in entrambi i casi.
 - d) un peso maggiore o minore a seconda del valore del peso dell'oggetto in aria.

3. In un esperimento come quello realizzato si è ottenuto $F_p = (1,12 \pm 0,08) \text{ N}$ e $F_A = (0,98 \text{ N} \pm 8\%)$. Puoi affermare che i due valori ottenuti per la spinta di Archimede sono uguali?

- a) Sì, perché gli intervalli di incertezza hanno una zona in comune.
- b) Sì, perché l'incertezza sperimentale è la stessa.
- c) No, perché i due risultati sono diversi.
- d) No, perché il valore di F_p è maggiore di quello di F_A .

4) Puoi determinare la densità di un liquido se è nota la spinta di Archimede che un corpo riceve quando è immerso in quel liquido?

- a) Sì, se conosco anche il peso del corpo in aria.
- b) Sì, se conosco il volume del corpo immerso.
- c) Sì, se conosco la densità del corpo immerso.
- d) No.