

SCHEDA PER LO STUDENTE

DETERMINAZIONE DELLA DENSITÀ DI UN LIQUIDO TRAMITE LA LEGGE DI STEVINO

I

Titolo dell'esperienza N° 3

DETERMINAZIONE DELLA DENSITÀ DI UN LIQUIDO ATTRAVERSO L'APPLICAZIONE DELLA LEGGE DI STEVINO

Autori

Prof.sse Fabbri Fiamma, Mancini Rossella, Proietti Orietta

Docenti del L.S.S. "F. ENRIQUES" (Ostia, Roma)

II

Breve descrizione del fenomeno fisico

La **densità** è una grandezza che dà un'informazione particolare su una certa sostanza, ovvero ci fornisce informazioni sulla quantità di materia di una determinata sostanza che occupa una ben precisa regione di spazio.

Mi dice quanta massa, misurata in kg, è contenuta in un volume di 1 m³.

- È definita attraverso due altre grandezze la massa e il volume.

È una grandezza derivata

- È il rapporto tra la massa e il volume che tale massa occupa:

$$\text{densità} = \frac{\text{massa}}{\text{volume}}$$

unità di misura ($\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$)

dimensioni [ρ] = [$m * l^3$]

La **densità** non dipende dalla quantità di materia, ma solo dalla *qualità* e dalle *condizioni* (quali temperatura e pressione) in cui la materia si trova.

La densità è una grandezza intensiva.

La definizione appena fornita consente di determinare la densità di una qualunque sostanza. Nel caso dei liquidi è possibile ricavare questa fondamentale grandezza fisica applicando **la legge di Stevino**.

Essa stabilisce che la differenza tra la pressione alla quale sono soggetti i punti che si trovano sulla superficie del liquido (che corrisponde alla pressione atmosferica p_0) e quella alla quale sono soggetti i punti che si trovano a profondità h (dovuta anche alla pressione generata dal peso della colonna di liquido sovrastante) è direttamente proporzionale alla profondità, alla densità del liquido e all'accelerazione di gravità :

$$\Delta p = p - p_0 = \rho g h$$

È importante sottolineare che la pressione esercitata dal liquido **non dipende dalla forma del recipiente** nel quale esso è contenuto.

La legge di Stevino non è applicabile ai gas perché essi, essendo comprimibili, hanno una densità che aumenta all'aumentare della profondità.

III

Descrizione generale dell'esperienza

Breve descrizione del fenomeno fisico e finalità dell'esperienza

L'esperienza ha lo scopo di proporre una differente modalità per determinare il valore della densità di un liquido, applicando non la definizione ma la legge di Stevino.

Preso un manometro ad aria libera agganciato ad un supporto fisso lo si riempie con l'acqua di rubinetto: la pressione esercitata sulla superficie del liquido nei due rami è quella atmosferica.

Successivamente si collega uno dei rami del manometro al tubo di gomma e quest'ultimo allo stelo di una campanella di vetro che viene immersa in un becher contenente il liquido di cui si vuole determinare la densità.

A questo punto sulla superficie dell'acqua contenuta nel ramo del manometro collegato alla campanella non agisce più soltanto la pressione atmosferica mentre sulla superficie dell'acqua contenuta nell'altro ramo la pressione non subisce variazioni.

Ciò che si constata è che l'acqua contenuta nel ramo del manometro collegato al tubo di gomma viene “ spinta “ verso il basso.

Misurando quindi la variazione di pressione tra i due rami del manometro e la profondità alla quale è stata portata la campanella per ottenerla è possibile ricavare la densità del liquido contenuto nel becher applicando la legge di Stevino.

IV

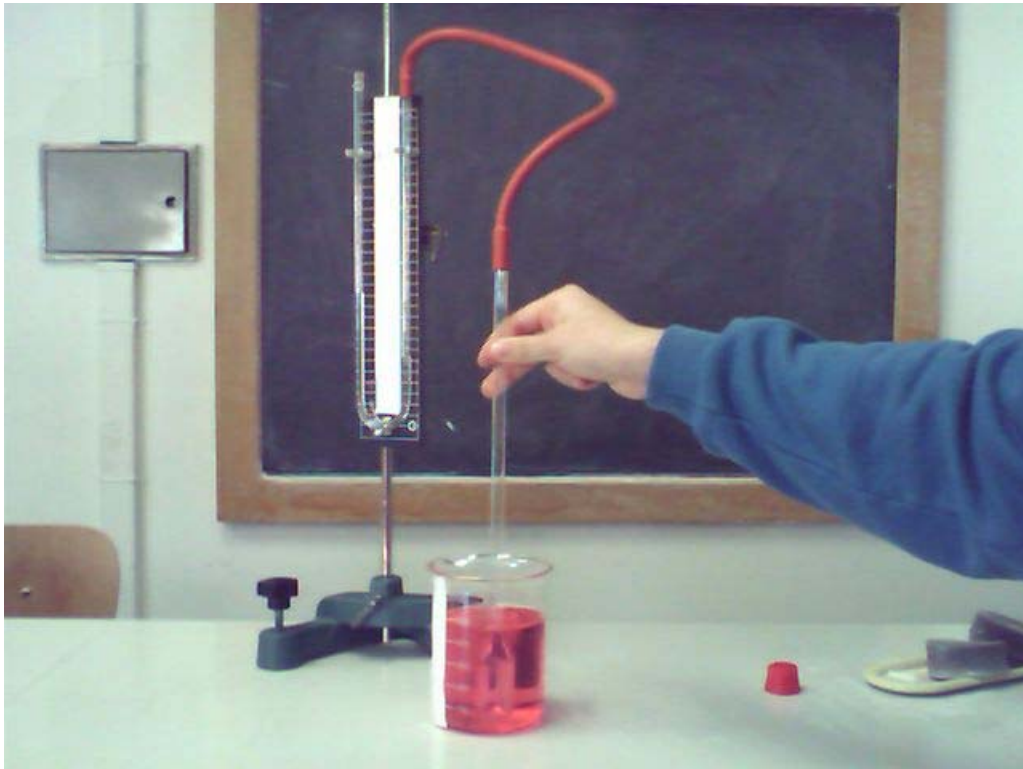
Materiale occorrente

Strumentazione occorrente, con elenco dettagliato delle caratteristiche

- base con asta
- manometro ad U
- morsetto universale
- stelo filettato per manometro
- tubo di gomma
- campanella di vetro

- becher: portata; risoluzione
- n° 2 metri di carta : portata; risoluzione
- siringa
- acqua di rubinetto, acqua distillata , alcol etilico

V
Istruzioni per l'assemblaggio
Descrizione della sequenza operativa per montare l'esperimento



- Fissa alla base l'asta e a questa lo stelo filettato usando il morsetto universale.
- Fissa il manometro allo stelo filettato e sovrapponi alla sua scala graduata, in posizione centrale, uno dei metri di carta in modo da aumentare la sua risoluzione.
- Usa la siringa per riempire il manometro con l'acqua di rubinetto in modo che essa risalga nei due rami raggiungendo un livello apprezzabile ma non eccessivo.
- Elimina le eventuali bolle d'aria formatesi durante l'inserimento dell'acqua nel manometro.
- Aumenta la risoluzione del becher sovrapponendo alla sua scala graduata l'altro metro di carta.
- Collega una estremità del tubo di gomma alla campanella di vetro e l'altra ad un ramo del manometro.
- Usa una campanella di vetro con lo stelo lungo, in modo tale da irrigidire la parte di tubo nella quale viene inserita, facilitando così la sua discesa nel liquido.

- Se la campanella da inserire nel tubo di gomma non aderisce perfettamente alla sua sezione sigillala ad esso con nastro isolante.
- Riempi il becher con il liquido del quale vuoi determinare la densità e immergi in esso la campanella con un movimento verticale, dall'alto verso il basso, che la mantenga costantemente parallela al fondo del becher e non generi bolle d'aria..
- Fai attenzione che il tubo di gomma collegato al manometro e alla campanella non subisca strozzature mentre si rileva il dislivello dell'acqua creatosi tra i due rami del manometro.
- Riduci l'errore nella lettura del livello dell'acqua nei due rami del manometro riferendoti sempre al menisco inferiore.
- Riduci l'errore di parallasse posizionando la “ linea degli occhi “ il più possibile alla stessa altezza del livello del liquido (manometro) o del bordo della campanella (becher).

VI

Descrizione generale del procedimento di misura e grandezze da misurare direttamente, unità di misura, errori

- Una volta immersa la campanella nel becher misura il dislivello che si crea nei due rami del manometro: esso rappresenta la variazione di pressione Δp espressa in mm di acqua.
- Misura la profondità h alla quale si trova la campanella rispetto alla superficie del liquido, partendo quasi dal fondo del becher.
- Ripeti l'esperienza più volte immergendo la campanella a profondità differenti (risalendo ad es. ogni volta di 1 cm); elabora i dati raccolti secondo quanto indicato nella guida di seguito riportata e compila con essi la tabella relativa al liquido esaminato.
- Successivamente ripeti l'esperienza inserendo nel becher un liquido diverso.

VII
Elenco delle tabelle e dei grafici da produrre

Acqua distillata $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$										
$\Delta p(\text{mmH}_2\text{O})$	$\Delta p(\text{Pa})$	$\varepsilon_{\Delta p}$	$\varepsilon_{r_{\Delta p}}$	h ()	ε_h	ε_{r_h}	ρ ()	ε_ρ	$\varepsilon_\%$	
							$\bar{\rho} =$			

Alcol etilico $\rho = 800 \text{ kg/m}^3$										
$\Delta p(\text{mmH}_2\text{O})$	$\Delta p(\text{Pa})$	$\varepsilon_{\Delta p}$	$\varepsilon_{r_{\Delta p}}$	h ()	ε_h	ε_{r_h}	ρ ()	ε_ρ	$\varepsilon_\%$	
							$\bar{\rho} =$			

- Costruisci su carta millimetrata oppure usando il foglio elettronico, in un unico piano cartesiano, i grafici sperimentali relativi ad ognuno dei liquidi esaminati riportando in ascissa la profondità ed in ordinata la variazione di pressione.
- Costruisci su carta millimetrata oppure usando il foglio elettronico, in un unico piano cartesiano, i grafici sperimentali relativi ad ognuno dei liquidi esaminati riportando in ascissa la variazione di pressione ed in ordinata la profondità.

VIII
**Guida all' Analisi dei dati e alla determinazione
delle grandezze derivate con relativi errori**

Guida all'elaborazione dei dati per la compilazione della tabella

- $\Delta p(mmH_2O)$: variazione della pressione subita dall'acqua nel manometro rispetto a quella atmosferica, espressa in millimetri di acqua;
- $\Delta p(Pa)$: variazione della pressione subita dall'acqua nel manometro rispetto a quella atmosferica, espressa in Pascal con buona approssimazione attraverso il fattore di conversione $1mmH_2O = 10Pa$ ottenuto tenendo conto che $1mmHg = \frac{1}{13,45}mmHg$;
 $760mmHg = 1,013 \cdot 10^5 Pa$; $1mmHg = 1,33 \cdot 10^2 Pa$;
- $\varepsilon_{\Delta p}$ = errore assoluto commesso su Δp ;
- $\varepsilon_{r_{\Delta p}}$ = errore relativo commesso su Δp ;
- $h(m)$: profondità raggiunta dalla campanella nel becher rispetto alla superficie del liquido.
- ε_h = errore assoluto commesso su h ;
- ε_{r_h} = errore relativo commesso su h ;
- ρ = densità del liquido inserito nel becher ottenuta usando la legge di Stevino;
- $\bar{\rho}$ = media aritmetica dei valori della densità ottenuti per il liquido esaminato;
- ε_{ρ} = errore assoluto commesso sulla densità ;
- $\varepsilon_{\%}$ = errore percentuale commesso sulla densità.

Guida alla costruzione dei grafici per ciascun liquido esaminato

- Riporta sul piano cartesiano, scegliendo opportunamente la scala da usare, i punti sperimentali aventi come ascissa i valori della profondità e come ordinata i corrispondenti valori della variazione di pressione.
- Rispetto ad ognuno dei punti sperimentali così ottenuti traccia le barre d'errore (la loro ampiezza è il doppio dell'errore assoluto commesso sulla grandezza considerata).
- Traccia la semiretta passante per l'origine che meglio approssima tutti i punti sperimentali, passando non necessariamente per i punti ma lambendo tutte le barre d'errore.
- Calcola il coefficiente angolare di ciascuna retta prendendo due suoi punti lontani dall'origine.
- Ripeti quanto già fatto invertendo le grandezze fisiche da riportare sugli assi del piano cartesiano.

IX
Indicazioni per la relazione
Indicazioni per confronto tra risultati ottenuti e aspettati

Ti viene fornita la tabella delle densità di alcune sostanze più comuni.

Confronta i valori da te ottenuti sperimentalmente con quelli teorici aspettati.

Materiale	Densità a 20°C (kg·m⁻³)
Alluminio	2700
Ferro	7860
Rame	8960
zinco	7100
Vetro	2400-2800
Acqua	1000
Alcol etilico	800
Petrolio	680
Olio	900
Anidride carbonica	1.9
Aria	1.29

X
Eventuale proposta di questionario

1. Spiega perché l'acqua raggiunge la stessa altezza nei due rami del manometro all'inizio dell'esperienza.

2. Spiega perché una volta inserita la campanella nel becher il livello dell'acqua nei due rami del manometro cambia.

3. Come hai calcolato l'errore assoluto commesso sulla variazione di pressione Δp nel manometro?

4. Come hai calcolato l'errore assoluto commesso sulla profondità h ?

5. Come hai calcolato l'errore assoluto commesso sulla densità?

6. Confronta i diversi valori della densità trovati sperimentalmente con quelli teorici. Fai le tue considerazioni.

7. Dall'analisi del grafico ottenuto per ogni liquido con i dati sperimentali individua quale relazione di proporzionalità lega le grandezze Δp e h .

8. Spiega come puoi ricavare dai singoli grafici che hai costruito la densità dei liquidi esaminati.

9. Se nel grafico si invertissero le grandezze riportate in ascissa e in ordinata che cosa rappresenterebbe la pendenza della retta?
