

SCHEDA PER IL DOCENTE

DETERMINAZIONE DELLA DENSITÀ DELL'ARIA

I

Titolo dell'esperienza N° 1

DENSITÀ DELL'ARIA

Autori

Prof.sse Fabbri Fiamma, Mancini Rossella, Proietti Orietta

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

II

Breve descrizione del fenomeno fisico e finalità dell'esperienza

Tutta la materia è costituita da atomi.

Una conseguenza della struttura discontinua sono i diversi stati di aggregazione della materia che dipendono dalle forze interne di coesione delle molecole.

Nello **stato aeriforme** gli spazi tra le molecole sono rilevanti. Le molecole non si toccano e si muovono fino ad occupare tutto il volume a disposizione. Gli aeriformi quindi si possono comprimere e non hanno né volume né forma propria.

Per descrivere le proprietà dei fluidi massa e volume non sono sufficienti e soprattutto risultano poco opportuni. La grandezza che risulta utile per descrivere un fluido è la densità.

L'esperienza proposta, svolta dal docente, è la prima dell'Itinerario di Laboratorio.

Essa consente di introdurre il concetto di densità individuandone le caratteristiche in termini di grandezza fisica e di svolgere ed applicare le nozioni fondamentali di teoria della misura.

III

Classi a cui è rivolta l'esperienza

- Prime classi del Liceo Tecnologico, PNI, Linguistico, Istituti Tecnici
- Classi terze e quarte del Liceo Scientifico e classi quarte del Liceo Classico

Prerequisiti

- Gli strumenti di misura e le loro caratteristiche.
- Le grandezze fisiche e la loro misura.
- Le incertezze sulle misure dirette ed indirette.
- Densità: definizione e sua unità di misura.

IV

Obiettivi generali

- Individuare una procedura che permetta di determinare in modo *diretto* il volume di un aeriforme.
- Dimostrare che l'aria ha una massa.
- Determinare la densità dell'aria.
- Confrontare il suo ordine di grandezza con quello di altre sostanze solide e liquide.

V

Obiettivi specifici

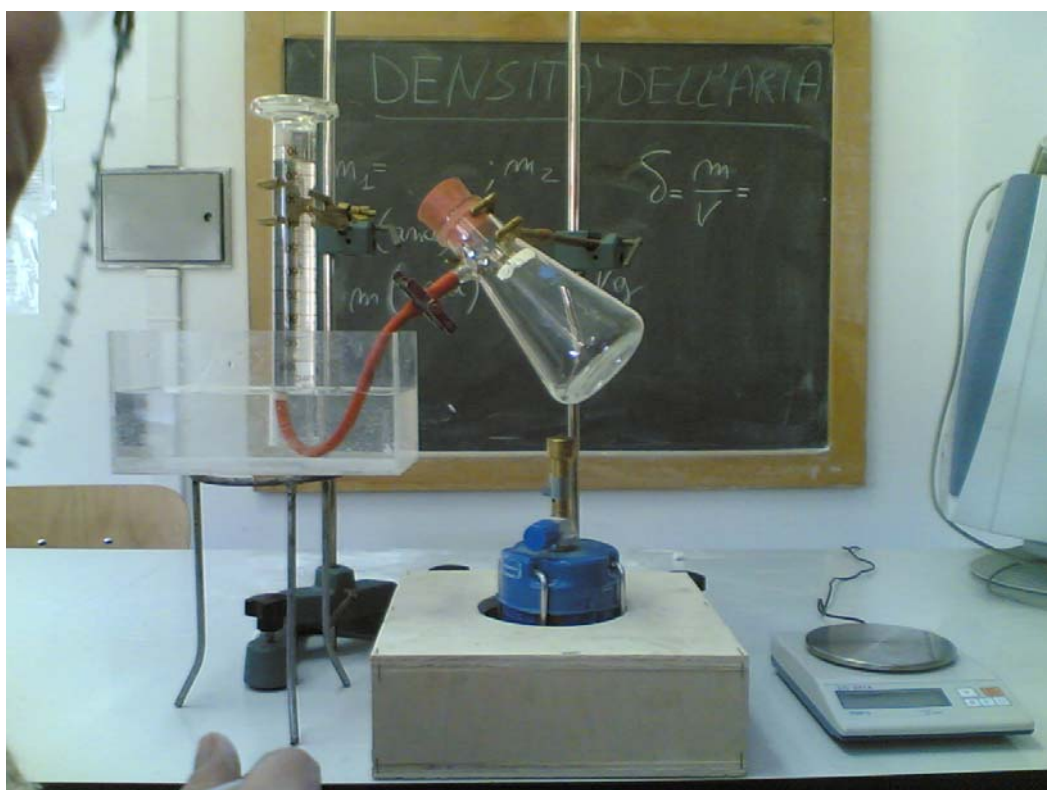
- Individuare le caratteristiche di uno strumento di misura.
- Effettuare misure dirette ed indirette.
- Usare le corrette unità di misura effettuando se necessario le opportune equivalenze.
- Determinare l'incertezza della misura diretta di una grandezza.
- Applicare le leggi di propagazione degli errori nelle misure indirette.
- Esprimere correttamente la misura di una grandezza.
- Gestire i calcoli numerici in notazione scientifica.
- Esprimere l'ordine di grandezza di una grandezza fisica.

VI

Materiale e strumentazione occorrente

- Matraccio con cannello laterale.
- Cilindro graduato (a 20 °C): portata = 100ml; risoluzione = 1ml.
- Tubo di gomma.
- Vaschetta.
- Bilancia digitale: portata = 500 g; risoluzione = 0.01g.
- Fornello a gas.
- due treppiedi con aste.
- due supporti con pinze.

Assemblaggio



VII

Descrizione generale del procedimento di misura

Grandezze da misurare direttamente, unità di misura, errori

Elenco delle tabelle e dei grafici da produrre

Analisi dei dati e alla determinazione delle grandezze derivate con relativi errori

1. Registrare la temperatura **T** dell'ambiente in cui si esegue l'esperienza e si consideri **p₀** la pressione atmosferica.
2. Chiudere il matraccio con un tappo di gomma ed inserire nel cannello laterale un tubo di gomma che risulti chiuso da una molletta nella parte vicina al matraccio.

3. Misurare con la bilancia di precisione la massa M_1 del matraccio, dei suoi accessori e dell'aria in esso contenuta.
4. Riempire fino all'orlo con l'acqua il cilindro graduato e, valendosi di un foglio di carta, capovolgerlo nella vaschetta piena d'acqua.
5. Dopo aver "tolto" l'aria dall'estremità del tubo rimasto aperto, lo si posizioni all'interno del cilindro graduato.
6. Allentare la molletta e accendere il fornello a gas sotto il matraccio.
7. L'aria al suo interno riscaldata si dilata e attraverso il tubo raggiunge il cilindro spingendo in basso l'acqua al suo interno.
8. Quando non si nota più il passaggio dell'aria, spegnere il fornello, chiudere il tubo stringendo la molletta e prendere nota del livello raggiunto dall'acqua nel cilindro. Esso rappresenta il volume V dell'aria contenuta nel matraccio.
9. Si misuri di nuovo la massa M_2 del matraccio e dei suoi accessori.
La differenza $M_1 - M_2$ rappresenta la massa (m) dell'aria.

VIII

Eventuali difficoltà operative ed accorgimenti da seguire durante l'esecuzione dell'esperienza

- Il procedimento di svolgimento dell'esperienza presenta qualche difficoltà relativa all'eliminazione completa dell'aria contenuta nel tubo (punto 5); questo può essere risolto aspirando l'aria dal tubo con una pompa pneumatica.
- Nella determinazione della massa è indispensabile usare una bilancia di precisione che abbia una risoluzione di almeno 0.01g.
- La densità di un aeriforme dipende dalla pressione e dalla temperatura; è quindi necessario operare in condizioni ambientali prossimi a $p_0=1.01 \cdot 10^5$ Pa e $T=20^\circ\text{C}$.
- Il valore V del volume è ottenuto come differenza tra il livello iniziale dell'acqua nel cilindro e quello raggiunto da essa quando l'aria è interamente passata nel cilindro. Potendo, nella lettura di tali livelli, apprezzare la mezza divisione della scala, si è considerata come incertezza su V quella corrispondente ad una divisione.

Dati e risultati di riferimento

| p_0 (Pa) | T ($^\circ\text{C}$) | $(M_1 \pm \Delta M_1)$ g | $(M_2 \pm \Delta M_2)$ g | $(V \pm \Delta V)$ cm^3 |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| $1.01 \cdot 10^5$ | $22,0 \pm 0.2$ | 348.60 ± 0.01 | 348.50 ± 0.01 | 90 ± 1 |

$$m = (M_1 - M_2) = (0.10 \pm 0.02)\text{g}$$

$$\delta = \frac{m}{V} = \frac{0.10 \cdot 10^{-3} \text{kg}}{90 \cdot 10^{-6} \text{m}^3} = 1.1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \qquad \Delta\delta = \frac{m}{V} \left(\frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta V}{V} \right) = 0.2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\delta = (1.1 \pm 0.2) \text{ kg/m}^3$$

Il valore trovato della densità dell'aria, con un errore percentuale del 18%, può ritenersi compatibile con quello teorico dell'aria: $\delta = 1.29 \text{ kg m}^{-3}$ in considerazione della strumentazione usata e della procedura di misura "poco raffinata".

IX
Esempi di questionari e griglie per la valutazione

Alla fine dell'esperienza la verifica dell'attività svolta può avvenire attraverso:

- *una serie di domande rivolte agli studenti che:*
 1. stimolino la riflessione individuale sulle varie fasi sperimentali;
 2. consentano di confrontare i risultati ottenuti con quelli aspettati; a tale riguardo sarebbe opportuno fornire agli studenti la tabella con i valori della densità di alcune sostanze comuni chiedendo di confrontare l'ordine di grandezza della densità dell'aria con quella di altre sostanze solide e liquide.
 3. permettano di fare previsioni. Si può domandare agli studenti che cosa succede se variano le condizioni al contorno: ambientali (aumenta la pressione esterna o la temperatura), si cambia il liquido con il quale si esegue l'esperienza, etc.

- *la compilazione di una relazione individuale di laboratorio.*

Si allega di seguito una proposta di modello di relazione

RELAZIONE DELL'ATTIVITÀ' DI LABORATORIO

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <i>ALUNNO/A</i> | <i>CLASSE</i> | <i>DATA</i> |
| GRUPPO | | |
| TITOLO ESPERIENZA: Riassume sinteticamente l'argomento trattato | | |
| OBIETTIVI | MATERIALE UTILIZZATO | |
| Indicano lo scopo o gli scopi dell'esperienza. Se questo non è ben chiaro, in laboratorio si rischia di perdere tempo. Saranno gli stessi alunni ad indicarli per poi discuterne collettivamente definendoli in modo corretto al termine dell'esercitazione. | È un elenco del materiale utilizzato e degli strumenti con l'indicazione delle caratteristiche; è quello fornito dall'insegnante con l'aggiunta di quello che l'alunno può richiedere per apportare modifiche all'esperienza al fine di migliorare la raccolta dei dati. | |
| SCHEMA DELL'ESPERIENZA | | |
| <u>Riproduce visivamente l'apparato e i vari strumenti utilizzati nell'esperienza</u> | | |

| |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TEMPO IMPIEGATO |
| MONTAGGIO ED ESECUZIONE DELL'ESPERIENZA |
| <p>È una descrizione dettagliata del procedimento seguito nel corso delle varie fasi dell'esperienza.</p> <p>Si descrivono gli eventuali problemi incontrati e gli accorgimenti da seguire nella fase di montaggio e nella raccolta dei dati.</p> |
| TABELLA DEI DATI RACCOLTI |
| <p>La costruzione della tabella deve rispondere ai seguenti requisiti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - indicare le grandezze misurate con il relativo errore ed unità di misura. - può contenere, se questo è ritenuto utile per la completezza della relazione, le misure delle grandezze derivate calcolate a partire da quelle misurate direttamente. - essere chiara e di facile "lettura". |
| ELABORAZIONE DEI DATI RACCOLTI |
| <ul style="list-style-type: none"> • Si riportano le formule che a partire dai valori delle grandezze sperimentali misurate, permettono di calcolare quelle oggetto di verifica. • Si controllano le approssimazioni che si devono fare nei calcoli (cifre significative). • Si elaborano gli errori delle misure indirette |
| CONSIDERAZIONI SUI GRAFICI |
| <p>Vengono indicate:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le grandezze rappresentate con le rispettive unità di misura e le motivazioni della scelta della scala. - Le eventuali osservazioni sui punti sperimentali. - La relazione fra le grandezze rappresentate. - Le grandezze che dal grafico possono essere derivate indicandone il loro significato e il loro accordo con quelle ricavate attraverso l'elaborazione dei dati. |
| CONSIDERAZIONI E RISULTATI DELL'ESPERIENZA DIFFICOLTÀ INCONTRATE |
| <p>Vengono esposti i problemi incontrati nell'esecuzione dell'esperienza.</p> |
| EVENTUALI OSSERVAZIONI E MODIFICHE PROPOSTE |
| <p>E' la parte "creativa" della relazione. In essa gli alunni illustrano le modifiche sia nel metodo d'esecuzione che nella raccolta dei dati da loro apportate o proposte per migliorare i risultati ottenuti.</p> |

X
Bibliografia e siti Web di interesse

1. J. S. Walker – Fisica – vol.1 Meccanica, Ed. Zanichelli
 2. E. Amaldi – Le idee della fisica – vol 1, Ed. Zanichelli
 3. M. Palladino Bosia – Da Galileo ad Einstein – vol 1, Ed. Petrini
 4. F. Bocci – Manuale per il laboratorio di fisica – Ed. Zanichelli
Il testo analizza le varie fasi di un'esperienza di laboratorio e guida all'analisi dei dati sperimentali.
 5. F. Tibone – Quattro.zero – vol 1 e 2, Ed. Zanichelli
Il testo consente di utilizzare il foglio elettronico per raccogliere ed elaborare i dati sperimentali, costruire grafici e tabelle.
-
1. <http://it.wikipedia.org/wiki/Densit%C3%A0>
Su Wikipedia, l'enciclopedia libera, è possibile trovare informazioni sulla densità di una sostanza e su altre grandezze ad essa correlate.
 2. <http://jumk.de/calcdensita.shtml>
Consente di convertire automaticamente il valore della densità nelle diverse unità di misura.
 3. <http://costruire.altervista.org/libro/densita.htm>
Illustra diversi metodi di misurazione della densità: picnometro, pesata idrostatica, flottazione, ed altri.