

TEMA C – FISICA

**Documento elaborato dal gruppo di Progetto EOESit.
È possibile divulgare i contenuti a scopi didattici, a patto di citare la fonte.**

ESPERIMENTO: COSTRUISCI E TARA UN DENSIMETRO

In questo tema viene proposto di assemblare e tarare uno strumento, il densimetro, con il quale eseguire misure dirette di densità di liquidi.

Il progetto prevede la costruzione di un densimetro formato da un galleggiante opportunamente zavorrato e dotato di scala graduata, il cui principio di taratura si basa sulla legge di Archimede: “su un corpo completamente o parzialmente immerso in un fluido agisce una forza pari al peso del fluido spostato dalla parte immersa del corpo”.

Utilizzerai la curva di taratura del densimetro assemblato per misurare la densità di tre liquidi incogniti che trovi sul bancone del docente, individuati con le etichette A, B e C, e per indagare sulla variazione della densità dell’acqua di rubinetto rispetto alla temperatura.

Durante il procedimento di taratura del densimetro utilizzerai acqua di rubinetto e una soluzione di acqua e sale la cui densità dipende dalla quantità di sale che è stato disciolto in essa; i valori delle densità a temperatura ambiente (del laboratorio in cui lavori) sono:

| Tabella 1 | |
|--------------------|---|
| liquido | Densità (g/cm ³) |
| | Da compilare a cura del docente che allestisce il laboratorio |
| Acqua di rubinetto | |
| Soluzione salina | |

Materiali e strumenti, le quantità indicate con (*) sono indicative:

- 1 becher da **1 L (*)** riempito con **1 L (*)** di soluzione salina di densità indicata in Tabella 1
- 1 cilindro graduato **1000 ml (*)**, alto **45 cm (*)**, con diametro **6,0 cm (*)** per le prove di galleggiamento
- 2 becher **1 L (*)** o altro tipo di contenitori
- 1 becher **500 ml (*)** o altro tipo di contenitori
- 2 becher **250 ml (*)** o altro tipo di contenitori
- 1 pipetta di plastica lunga **25 cm (*)** (in alternativa 1 cannuccia rigida lunga 20 cm) - su cui applicare il nastro metrico millimetrato
- 1 pipetta di plastica (per sistemare le quantità di liquido)
- 1 Provetta da **10 ml (*)**, lunga **12 cm (*)** (in alternativa 1 Falcon alto 10 cm con diametro 3 cm oppure 1 contenitore per acqua da orchidea)
- 1 tappo di gomma (per sigillare la provetta/il falcon/il contenitore di acqua per orchidea) con foro (in cui inserire la pipetta di plastica dura o la cannuccia rigida)
- 1 nastro metrico millimetrato (adesivo oppure di carta)
- acqua di rubinetto

- pallini di piombo (in alternativa piccoli bulloncini oppure sferette oppure biglie possibilmente aventi diametro minore di 2mm)
- Asta sottile e lunga almeno 60 cm (per mescolare le miscele di acqua e soluzione salina)
- Scotch trasparente e idrorepellente
- forbici
- 2 fogli di carta millimetrata
- Fornello elettrico
- Termometro digitale
- Sostegno per termometro digitale: base ad H con asta, morsetto e pinza
- Pinza per becher e/o presine
- calibro (per misura volume immerso - C1)

Dovrai disporre del seguente materiale personale:

penna, matita, gomma per cancellare, righello, calcolatrice.

Sul bancone dell'insegnante, ad uso di tutti gli studenti che partecipano alla gara di Istituto per la fisica:

- plastilina (per sigillare meglio il tappo e la pipetta del densimetro assemblato);
- bilancia (*da utilizzare esclusivamente per misurare la massa dei pallini di piombo dopo aver calcolato la massa di zavorra da inserire nella pipetta in modo che il densimetro galleggi in acqua fino al livello indicato nel punto b) della Procedura di costruzione, Step 1*);
- 3 cilindri graduati identici a quello indicato tra "Materiali e strumenti" per le prove di galleggiamento, riempiti con liquidi "incogniti" predisposti dal mentore di istituto per la fisica;
- ghiaccio (*da utilizzare nell'ultimo step dell'attività*);
- Una bacinella da utilizzare per raffreddare acqua alla temperatura vicino allo 0°C .
- pennarello indelebile (per segnare livello 0 - step 1; livello tappo in gomma se lento - C1)
- becher da 1L o altri contenitori da lasciare a disposizione

N.B. le quantità specificate per il ghiaccio e per la soluzione salina sono riferite all'utilizzo di un cilindro graduato da 1 L per le prove di galleggiamento. Pertanto, se viene utilizzato un cilindro graduato di altra capacità, le quantità saranno ricalcolate in proporzione dal docente referente di istituto per la fisica e comunicate alle studentesse e agli studenti partecipanti.

Buon lavoro!

Step 1 - Costruisci il densimetro

Nella Figura 1 vedi un esempio di densimetro, assemblato con:

- _ scala graduata applicata su pipetta di plastica lunga 27 cm,
- _ tappo di gomma,
- _ provetta,
- _ zavorra di pallini di piombo

Procedura di costruzione:

- a) Inserisci la pipetta di plastica dura attraverso l'apertura del tappo di gomma (o la cannucchia rigida).
- b) Applica il nastro metrico alla pipetta quando questa è ancora asciutta (se il nastro metrico non è adesivo attaccalo alla pipetta utilizzando scotch trasparente e idrorepellente): fissa la posizione "0" del nastro metrico a pochi centimetri dalla parte superiore della pipetta (in alto nella foto) in modo che:
 - dalla posizione "0" del nastro metrico al livello del tappo di gomma si possa leggere un dislivello di almeno 15 cm;
 - dalla posizione "0" del nastro metrico al bordo superiore della pipetta si possa leggere un dislivello di 2-3 cm.

N.B.:

- In caso di eventuale successivo distacco del nastro metrico, segna la posizione "0" con il pennarello indelebile direttamente sulla pipetta.
- In caso il tappo di gomma diventi lento con l'uso, segna con un pennarello dove il tappo di gomma incontra il bordo della provetta/del falcon.



Figura 1

Domanda C1 – Calcola la massa della zavorra.

#Progetta il densimetro in modo che riesca a galleggiare fino al livello "0" che hai fissato, rimanendo immerso senza toccare il fondo del cilindro graduato riempito con acqua di rubinetto: misura il volume della parte di densimetro che decidi di far galleggiare immerso in acqua di rubinetto fino al livello "0" fissato e calcola la massa della zavorra da aggiungere. Le masse delle varie parti del densimetro (esclusa la zavorra) sono in tabella (da compilare a cura dell'insegnante che allestisce il laboratorio per la prova):

| Componenti del densimetro | massa (g) |
|-----------------------------|-----------|
| Provetta | |
| Tappo in gomma | |
| Pipetta | |
| Nastro metrico millimetrato | |
| tot | |

Scrivi nel foglio risposte i tuoi procedimenti, completi dei calcoli e dei risultati, come risposta alla domanda C1.

N.B.: Se non riesci a calcolare la massa della zavorra seguendo il procedimento descritto, puoi procedere determinando sperimentalmente per tentativi la zavorra necessaria a garantire il galleggiamento come richiesto. In tal caso descrivi accuratamente il tuo procedimento. #

PRIMA DI CONTINUARE chiedi al docente che assiste alla prova di firmare di fianco alla tua risposta alla domanda C1 sul foglio risposte.



Domanda C2: controllo della massa di zavorra calcolata

#Inserisci nella provetta la massa di zavorra che hai calcolato e assembli il densimetro sigillandolo con il tappo di gomma e la pipetta su cui hai applicato il nastro metrico.

Inserisci il densimetro nel cilindro graduato riempito con acqua di rubinetto, controlla che galleggi in posizione verticale e che il livello di galleggiamento del densimetro sia corrispondente o comunque vicino al segno del livello "0" che hai fissato sul nastro metrico.

Registra la lettura del livello di galleggiamento e, in particolare, dichiara di quanto eventualmente si discosta dal livello "0" che avevi segnato. Commenta l'eventuale non corrispondenza tra il livello "0" fissato e l'effettivo livello di galleggiamento. Rispondi alla domanda C2 sul foglio risposte.#

Step 2 - Progetta come calibrare il densimetro:

È necessario calibrare la scala del densimetro per poterlo utilizzare per misure dirette di densità di liquidi. Ti viene chiesto, pertanto, di tracciare il grafico delle letture sulla scala del densimetro in funzione della densità del liquido, ottenendo così la curva di calibrazione del densimetro. Per ottenere i dati per questo grafico, registrerai le letture dei livelli di galleggiamento del densimetro ottenute quando immergi il densimetro in liquidi di densità nota.

Hai a disposizione:

- circa 1 litro di soluzione salina con una densità di $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$.
- acqua di rubinetto con una densità stimata di $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$.

Queste densità danno due punti sulla curva di calibrazione.

Per ottenere almeno altri cinque punti per la calibrazione immergerai il densimetro in miscele ottenute diluendo la soluzione salina con quantità adeguate di acqua di rubinetto.

Domanda C3: calcola la densità della miscela

#Ricava la relazione con cui si può calcolare la densità di una miscela ottenuta mescolando il volume V_1 di un liquido di densità ρ_1 con il volume V_2 di un liquido di densità ρ_2 . Scrivi i tuoi procedimenti, completi di calcoli e della relazione trovata, come risposta alla domanda C3 sul foglio risposte.#

Prima di iniziare a miscelare la soluzione salina con l'acqua di rubinetto pianifica come procedere per ottenere le miscele di densità adeguata, considerando i liquidi di densità nota di cui disponi.

Per progettare la procedura di diluizione:

- inizia con il calcolare quali valori di densità è opportuno avere per poter costruire un adeguato grafico di calibrazione del densimetro che contenga almeno sette punti;
- calcola come miscelare la soluzione salina fornita dal docente con acqua di rubinetto per ottenere la prima miscela;
- per le successive miscele tieni presente che, anche se puoi usare quanta acqua di rubinetto vuoi, disponi solo di 1 litro di soluzione salina. Pertanto, per ciascun passaggio di diluizione utilizzerai la miscela del passaggio precedente o anche parte della soluzione salina eventualmente messa da parte al primo passaggio di diluizione.
- considera che per poter far galleggiare il densimetro dovrai avere sempre un volume complessivo della miscela di circa 1L

Domanda C4: progetta le miscele

#Descrivi come progetti di procedere per ottenere le miscele di densità appropriata. Rivedi attentamente il tuo progetto, descrivilo chiaramente insieme ai tuoi procedimenti, completo di calcoli e dei valori di volume dei liquidi da miscelare sul foglio risposte alla domanda C4.#

Prima di eseguire la procedura di diluizione che hai progettato chiedi al docente che assiste alla prova di firmare la tabella di diluizione compilata in risposta alla Domanda C4 sul foglio risposte. È possibile apportare ulteriori modifiche al piano solo con il consenso e la firma del docente.

N.B. il docente ha facoltà di dare indicazioni in caso rilevi che il piano ideato dallo studente non sia adeguato: dovrà però scrivere le indicazioni fornite sul foglio risposte dello studente e apporre la sua firma.

Step 3 – Calibra il densimetro

Versa nel becher da 1 L l'acqua contenuta nel cilindro graduato e tienila da parte.

Versa la soluzione salina nel cilindro graduato e inserisci il tuo densimetro, osserva il galleggiamento del densimetro nella soluzione salina.

Domanda C5: tara il densimetro

Nella tabella che trovi impostata alla domanda C5 del foglio delle risposte registra i livelli letti sul nastro metrico del densimetro (menisco inferiore) in corrispondenza delle diverse densità dei liquidi indicati. Esegui le diluizioni secondo il tuo progetto approvato dal docente che assiste alla prova. Per ogni miscela diluita, registra nella tabella la densità della miscela e il livello di galleggiamento sulla scala del densimetro.

Attenzione: Durante la fase di taratura chiedi al docente di accertare almeno tre delle letture e di firmare di fianco alle corrispondenti registrazioni nella tabella sul foglio risposte. #

Step 4 – Costruisci la curva di taratura del densimetro

Domanda C6: registra le letture di taratura

#Riporta le misure della procedura di calibrazione sulla carta millimetrata.#

Domanda C7: disegna la curva di taratura

#Traccia la curva che meglio interpola i dati sperimentali e calcolane l'equazione. Assicurati di descrivere con chiarezza i tuoi procedimenti e calcoli e ricorda di allegare la curva di calibrazione ai fogli risposta.#

Step 5 - Misura della densità dei campioni A, B e C.

Disponi di tre campioni di liquidi sul tavolo del docente, etichettati A, B e C.

Domanda C8: misura la densità dei campioni A, B e C

#Usa il tuo densimetro per misurare la densità di questi campioni. Non è richiesto alcun errore di misurazione. Nella tabella che trovi impostata alla domanda C5 del foglio risposte registra i livelli di galleggiamento che leggi sulla scala del densimetro e le corrispondenti densità per ciascuno dei campioni A, B e C. #

Step 6 – Indaga sulla relazione tra densità e temperatura

Usa il tuo densimetro per indagare sulla relazione tra la temperatura di un liquido e la corrispondente densità. Per la tua indagine utilizzerai acqua di rubinetto e puoi proseguire come descritto di seguito:

Inserisci acqua di rubinetto nel becher da 1 L, misura la temperatura dell'acqua (t_0) e ripeti la prova di galleggiamento del densimetro.

Nella tabella impostata alla domanda C9 registra la temperatura t_0 dell'acqua e il corrispondente livello di galleggiamento del densimetro.

Dovrai ora utilizzare l'acqua raffreddata del frigorifero e/o il ghiaccio per riuscire a riempire il cilindro graduato con acqua di rubinetto a diversa temperatura. Progetta in modo da riuscire a fare prove di

galleggiamento per almeno 10 diversi valori di temperatura, cercando di prendere misurazioni a temperature vicine a quelle indicate di seguito:

- $t_1 = t_0 - 5^\circ\text{C}$
- $t_2 = t_1 - 4^\circ\text{C}$
- $t_3 = t_2 - 3^\circ\text{C}$
- $t_4 = t_3 - 3^\circ\text{C}$
- $t_5 = t_4 - 2^\circ\text{C}$
- $t_6 = t_5 - 2^\circ\text{C}$

- eventuali altri valori il più possibile vicini allo 0°C

Per indagare sul galleggiamento del densimetro in acqua di rubinetto riscaldata, reinserti il densimetro in acqua presa dal rubinetto e attendi 5 minuti, ripeti la prova di galleggiamento e registra nella tabella la temperatura di partenza (t_7) e il corrispondente livello di galleggiamento. Nel frattempo puoi far scaldare dell'acqua di rubinetto nel becher in modo da poter fare prove di galleggiamento in acqua di rubinetto a temperature:

- $t_8 = t_7 + 5^\circ\text{C}$
- $t_9 = t_8 + 5^\circ\text{C}$
- $t_{10} = t_9 + 5^\circ\text{C}$

N.B.:

- Quando inserisci il densimetro in acqua ad una diversa temperatura attendi il raggiungimento di uno stato adeguato per la registrazione delle letture di temperatura e livello di galleggiamento.
- Se segui un procedimento diverso spiegallo e descrivilo alla domanda C9 del foglio risposta.

Domanda C9:

#Nella tabella sotto impostata sul foglio risposte alla domanda C9 registra i livelli di galleggiamento corrispondenti ai diversi valori di temperatura dell'acqua di rubinetto. Se segui un procedimento diverso da quello indicato nel testo, spiegallo e descrivilo. Rappresenta graficamente, su carta millimetrata, i dati sperimentali che hai raccolto e commenta l'andamento trovato.#

Complimenti, hai completato il Tema di Fisica!