

BOZZA TEMA C – FISICA

MATERIALE RISERVATO AI DOCENTI

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:

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

Materiali e strumenti:

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

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:

- 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 5.c della Fase B)
 - 3 cilindri graduati 1000 ml, altezza 43 cm, diametro 6,5 cm (o comunque identici a quelli che verranno utilizzati per allestire le postazioni dei partecipanti), riempiti con liquidi "incogniti" predisposti dal mentore di istituto per la fisica; questi liquidi dovranno avere densità rilevabili dal densimetro tester che il mentore di istituto assemblerà con il materiale di cui dispone.
 - Circa 1 kg di ghiaccio per ciascun partecipante per la fisica (da utilizzare nell'ultimo step dell'attività)
 - Una bacinella da utilizzare per raffreddare acqua alla temperatura vicino allo 0°C
- N.B.:** L'insegnante che assiste alla prova può iniziare a versare il ghiaccio nella bacinella per avere acqua vicino allo 0°C per la studentessa / lo studente che esegue la prova di fisica per uno dei gruppi quando ha svolto lo step 5. Se si dispone di un frigorifero si possono anche riempire delle bottiglie con acqua di rubinetto e tenerle in frigo alcuni giorni prima della prova in modo da aver bisogno di una minore quantità di ghiaccio.

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 andranno ricalcolate in proporzione.

Step 1 - Costruisci il densimetro

esempio di densimetro (Figura 1) assemblato con:

- scala graduata applicata su pipetta di plastica lunga 25 cm,
- tappo di gomma,
- provetta,
- zavorra (pallini di piombo/piccoli bulloncini/sferette/biglie (possibilmente diametro minore di 2mm)

Procedura di costruzione:

- a) Inserisci la pipetta di plastica dura attraverso l'apertura del tappo di gomma (o la cannucina rigida, se usi una pipetta inseriscila in modo che l'estremità conica sia rivolta verso l'esterno della provetta).
- 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 caso di eventuale successivo distacco del nastro metrico,



Figura 1

segna la posizione "0" direttamente sulla pipetta. Dalla posizione "0" del nastro metrico al livello del tappo di gomma dovrai poter leggere un dislivello di almeno 15 cm.

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:

Componenti del densimetro	massa (g) Da compilare a cura dell'insegnante che allestisce il laboratorio per la prova
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.

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

- c) inserisci nella provetta la massa di zavorra che hai calcolato e controlla che il densimetro galleggi in posizione verticale in acqua di rubinetto.
- il livello di galleggiamento del densimetro in acqua di rubinetto sia corrispondente o comunque vicino al segno della posizione "0" sul nastro metrico.

N.B.: 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.

Domanda C2: controllo della massa di zavorra calcolata

.....

Step 2 - Progetta come calibrare il densimetro:

È necessario calibrare la scala del densimetro per poterlo utilizzare per misure dirette di densità di liquidi. Traccerai, pertanto, un 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.

Domanda C4: progetta le miscele

.....

Prima di eseguire la procedura di diluizione che hai progettato chiedi al docente che assiste alla prova di firmare la tabella di diluizione compilata.

Step 3 – Calibra il densimetro

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

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

Nello spazio disponibile alla domanda C5 del foglio delle risposte imposta una tabella in cui registrare i livelli dell'acqua (menisco inferiore) sul nastro metrico del densimetro in corrispondenza delle diverse densità di miscele che assemblerai. Registra in questa tabella:

- il livello letto sul densimetro quando lo hai fatto galleggiare in acqua di rubinetto
- il livello che leggi sul densimetro ora che galleggia nella soluzione salina.

Esegui poi 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.

Attenzione: Al termine della fase di taratura, prima di iniziare lo Step 4, chiedi al docente che assiste alla prova di firmare la tabella compilata.

Step 4 – Costruisci la curva di taratura dell'idrometro

Domanda C6: registra le letture di taratura

riporta le misure della procedura di calibrazione sulla carta millimetrata.

Domanda C7: disegna la curva di taratura

.....

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: Usa il tuo densimetro per misurare la densità di questi campioni. Non è richiesto alcun errore di misurazione.

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. Utilizzerai per questa indagine acqua di rubinetto.

Domanda C9: Imposta sul foglio risposte, alla domanda C9, una tabella in cui registrare i livelli di galleggiamento corrispondenti ai diversi valori di temperatura dell'acqua di rubinetto.

Inserisci acqua di rubinetto nel becher da 1 L, misura la temperatura dell'acqua (t_0) e ripeti la prova di galleggiamento del densimetro. Registra, nella tabella che hai impostato, 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:

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

Per indagare sul galleggiamento del densimetro in acqua di rubinetto riscaldata, reinserisci 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 alla registrazione delle letture di temperatura e livello di galleggiamento

Nella tabella impostata sul foglio risposte alla domanda C9 registra i livelli di galleggiamento corrispondenti alle diverse temperature e rappresenta graficamente, su carta millimetrata, i dati sperimentali che hai raccolto. Commenta l'andamento trovato.