

OLIMPIADI DI FISICA 2000

Giochi di Anacleto: Istruzioni per la prova in laboratorio
24 marzo 2000

Materiale riservato per i docenti

La prova.

Questo esperimento richiede agli studenti di sviluppare un progetto inventando un metodo di misura per ricavare i dati necessari.

Lo studente deve progettare una procedura sperimentale e fare misure che lo portino a prevedere a priori la quantità di zavorra da introdurre nel bicchiere. In seguito deve mettere nel bicchiere la quantità di zavorra determinata precedentemente ed infine, dopo aver consegnato la sua relazione fare UNA SOLA prova di galleggiamento.

Il testo è volutamente parco di direttive procedurali e lascia ciascuno studente libero di seguire uno dei diversi procedimenti possibili. Perché tutti gli studenti abbiano a disposizione le informazioni essenziali per giungere alla soluzione è riportata la legge di Archimede e si ricorda la proporzionalità fra massa e volume. Può bastare che gli studenti pensino in termini di equivalenza fra la massa del liquido spostato e la massa del bicchierino zavorrato.

Gli studenti consegneranno i loro rapporti scritti dopo 90 minuti dall'inizio della prova: i 30 minuti rimanenti saranno dedicati alle prove di galleggiamento che ciascuno dovrà fare alla presenza dell'insegnante. La linea effettiva di galleggiamento sarà segnata e la differenza minore o maggiore con la linea prevista costituiranno uno degli elementi di valutazione.

I materiali.

- Si sceglieranno bicchierini di plastica a tronco di cono da 20 cm^3 di materiale un po' trasparente. Sul bicchiere andrà segnata con un pennarello di colore rosso resistente all'acqua la linea di galleggiamento nella metà superiore del bicchiere. È opportuno preparare tre o quattro serie di bicchieri con linee di galleggiamento a diversi livelli. Al fine di agevolare la valutazione dei lavori è bene che gli insegnanti conoscano il volume del bicchiere sottostante alle diverse linee di galleggiamento.
- Il liquido X può essere una soluzione satura in acqua di sale da cucina o, meglio, di zucchero.
- Date agli studenti circa 30 cm^3 di soluzione (mezza tazzina) contenuta in una bottiglietta o altro contenitore che non consenta prove dirette di galleggiamento. È assai importante che il contenitore abbia dimensioni tali da non permettervi l'immersione del bicchiere così da evitare che lo studente giunga alla determinazione della corretta quantità di zavorra non attraverso la progettazione di una procedura operativa, bensì attraverso un atteggiamento improntato a tentativi con prove ed errori.
- Preparate delle bacinelle di plastica (ne basterà una per classe) adatte a verificare alla fine il risultato del progetto con ciascuno studente. Potete segnare con un pennarello nero resistente all'acqua la linea effettiva di galleggiamento. Se la zavorra non è ben distribuita il bicchiere, galleggiando, si inclina vistosamente. Aiutate gli studenti a pareggiare il livello della zavorra.
- Per zavorra si può usare del riso, pallini di piombo molto piccoli o anche zucchero e sale. Se usate zucchero o sale avvisate gli studenti di prestare attenzione a non bagnarli.
- Qualche studente potrebbe voler misurare il volume del bicchiere sottostante alla linea di galleggiamento usando l'acqua. Ne basterà un becher da 50 cm^3 o anche un normale bicchiere da vino.
- La squadra ed il righello serviranno a quegli studenti che vogliono misurare il volume con la formula del tronco di cono. Sugerite la formula solamente a chi la chiede esplicitamente. È meglio se la squadra è del tipo con angoli di 30° , 60° e 90° .

- Non è necessario che ciascuno studente abbia una bilancia a disposizione: pure è opportuno che ce ne sia almeno una ogni otto studenti. Un paio di settimane prima della prova chiedete agli studenti di procurarsi a casa o presso amici delle bilance da cucina precise al grammo.

Esempio di soluzione.

Volume dell'acqua spostata

Misurare il raggio della base del bicchiere, r . Misurare il raggio della circonferenza alla tacca di galleggiamento, R . Misurare l'altezza della linea di galleggiamento dal fondo del bicchiere, h .

r (cm)	R (cm)	h (cm)
2.30 ± 0.05	2.91 ± 0.02	5.3 ± 0.1

La circonferenza di galleggiamento è stata misurata usando un pezzetto di filo e ricavando, quindi, il raggio. È possibile anche tagliare il secondo bicchiere di plastica all'altezza corrispondente alla linea di galleggiamento misurare il diametro con il righello. L'altezza della linea di galleggiamento viene misurata dal fondo con la squadra appoggiata al tavolo usando il righello come traguardo per evitare errori di parallasse. L'incertezza della misura aumenta perché appoggiando la squadra sul tavolo è probabile che sia necessario eseguire un'aggiunta per la traslazione dello zero della scala sulla squadra.

Il volume di acqua spostata è dato da

$$V_{\text{immerso}} = \frac{1}{3} \pi h (R^2 + r^2 + rR) = (114 \pm 5) \text{ cm}^3.$$

L'incertezza di misura

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta h}{h} + \frac{(2R + r) \Delta R + (2r + R) \Delta r}{R^2 + r^2 + rR}$$

è del 4.5%.

Il volume (interno) del bicchierino fino al segno potrebbe essere misurato versando acqua fino al segno guardando controluce. Il volume d'acqua poi può essere misurato usando la siringa da 10 cm^3 . Dovrebbe venire notato esplicitamente che il bicchierino è molto sottile e il volume esterno differisce poco da quello interno.

Densità del liquido

Si misura più volte la massa di volumi d'acqua determinati mediante la siringa graduata.

Volume (cm^3)	5	10	15	20	25	30
Massa (g)	4	9	14	20	24	30
Densità (g/cm^3)	0.80	0.90	0.93	1.00	0.96	1.00

In questa prova il liquido era acqua; la densità risulta $\rho = 0.958 \pm 0.018 \text{ g}/\text{cm}^3$ con scarto quadratico medio della media al 2%.

Massa dell'acqua spostata

$$M_{\text{spostata}} = \rho V_{\text{immerso}} = 109 \text{ g, con incertezza del 6\%}.$$

Massa del bicchiere con la zavorra

Perché il bicchiere galleggi nell'acqua alla linea di galleggiamento fissata, la massa del bicchiere con la zavorra deve essere uguale alla massa dell'acqua spostata per il principio di Archimede. Il bicchiere viene messo sulla bilancia e poi riempito con la zavorra finché la massa è quella richiesta.

Criteri di valutazione.

È necessario che gli studenti producano un ragionamento, delle tabelle con misure e l'elaborazione delle misure. I punti di cui tenere conto:

- Chiarezza e coerenza dell'esposizione della procedura.

- Scrittura corretta (con le unità di misura e le incertezze) delle misure dirette.
- Uso di prove ripetute (soprattutto nella misura della densità del liquido X) e corretta elaborazione dei dati.

Si tenga conto, nei limiti del possibile, dell'originalità delle soluzioni proposte e degli accorgimenti efficaci e motivati messi in atto per migliorare la prova.

Nella valutazione della procedura sperimentale prevedere punteggi distinti per i tre passaggi obbligati:

- ◇ il calcolo del volume della parte immersa;
- ◇ la misura della densità del liquido X ;
- ◇ la misura della massa zavorra più bicchiere;

tenendo conto che il ragionamento complessivo è di più della somma delle parti.

I risultati delle misure dovrebbero avvicinarsi ragionevolmente a quelli attesi e noti all'insegnante.

Anche tenendo conto della motivazione che ne deriva per gli studenti si preveda un punteggio aggiuntivo per il successo della prova finale di galleggiamento.

Materiale prodotto dal Gruppo



PROGETTO OLIMPIADI

c/o Dipartimento di Fisica, Università di Padova
via Marzolo, 8 35131 Padova

Tel. + Fax: 049 8277 270

e-mail: olifis@no.sctrade.it