

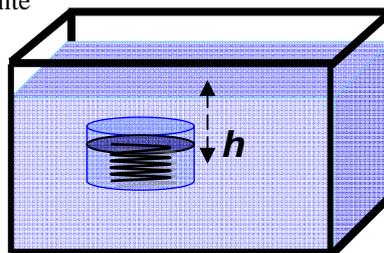
## Prova scritta di Fisica per Scienze Biologiche – 12 Settembre 2008

I risultati saranno pubblicati sul sito <http://matisse.chem.uniroma1.it/biologia/>

- **Fisica** (vecchio ordinamento quadriennale e quinquennale)..... Esercizi 1,2,4
- **Fisica I** (ordinamento triennale non riformato).....Esercizi 1,2
- **Fisica II** (ordinamento triennale non riformato).....Esercizi 3,4
- **Fisica I + Fisica II** (ordinamento triennale non riformato).....Esercizi 1,2,4
- **Fisica** (ordinamento triennale riformato).....Esercizi 1,2,3

**Gli studenti devono spiegare brevemente le relazioni e ed i passaggi più importanti del loro elaborato, che deve essere chiaro e facilmente leggibile**

**Esercizio 1** – Un disco di area  $S = 400 \text{ cm}^2$ , vincolato ad una molla di costante elastica  $K = 10^5 \text{ N/m}$ , può scorrere all'interno di una camera vuota di forma cilindrica. L'intero pistone così costituito, di massa complessiva  $M = 15,0 \text{ Kg}$ , nel vuoto è in equilibrio con la molla alla lunghezza di riposo  $L = 30,0 \text{ cm}$ .

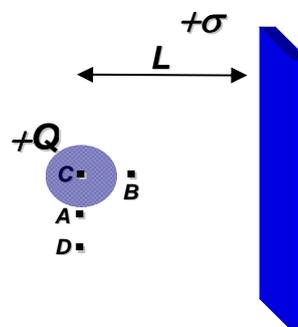


- (a) Calcolare di quanto si comprime la molla se il pistone viene immerso in acqua alla profondità  $h = 10,0 \text{ m}$ , supponendo che la pressione esterna sia  $1 \text{ atm}$ .
- (b) Corrispondentemente, calcolare la spinta di Archimede indicando se in queste condizioni il pistone tende a scendere o a salire.

**Esercizio 2** – Una macchina di Carnot lavora tra due sorgenti alle temperature  $T_1 = 390 \text{ K}$  e  $T_2 = 273 \text{ K}$  compiendo ad ogni ciclo un lavoro  $L = 10^5 \text{ J}$ . La sorgente alla temperatura più bassa è costituita da una massa di ghiaccio  $M = 10^4 \text{ Kg}$  (calore latente di fusione  $\lambda = 80 \text{ cal/g}$ ). Si chiede di determinare:

- (a) dopo quanti cicli il ghiaccio è totalmente sciolto;
- (b) la variazione di entropia della sorgente più calda quando il ghiaccio è totalmente fuso.

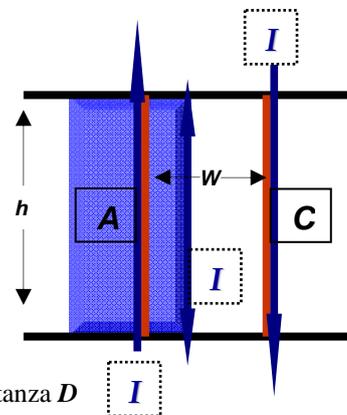
**Esercizio 3** – Una sfera isolante di raggio  $R = 20 \text{ cm}$ , dotata di una carica elettrica  $Q = +2 \cdot 10^{-10} \text{ C}$  distribuita uniformemente, è posta presso un piano isolante infinitamente esteso, uniformemente carico con densità superficiale di carica  $\sigma = +5 \cdot 10^{-10} \text{ C/m}^2$ , distante  $L = 100 \text{ cm}$  dal suo centro  $C$ . Con riferimento alla figura, calcolare:



- (a) la differenza di potenziale elettrico tra i punti  $A$  e  $D$ , che distano rispettivamente  $30 \text{ cm}$  e  $40 \text{ cm}$  dal centro della sfera e  $100 \text{ cm}$  dal piano;
- (b) la differenza di potenziale elettrico tra i punti  $A$  e  $B$ , quest'ultimo distante  $30 \text{ cm}$  dal centro della sfera e  $70 \text{ cm}$  dal piano.

**Esercizio 4** – Fili conduttori verticali sono fissati sia su un lato di una porta scorrevole di altezza  $h = 190 \text{ cm}$  che alle estremità fisse della apertura ( $A$ , "aperto";  $C$ , "chiuso") di larghezza  $W = 75 \text{ cm}$ , entro le quali la porta può scorrere.

Una corrente elettrica di intensità  $I = 5 \text{ A}$  scorre in tutti i fili, diretta verso l'alto in  $A$  e verso il basso in  $C$ .



Si determini:

- (a) in quale verso deve scorrere la corrente nel filo solidale con la porta per provocarne la chiusura;
- (b) quanto vale il campo magnetico nel punto centrale dell'apertura quando la porta è completamente aperta;
- (c) assumendo che nella posizione di chiusura il filo solidale con la porta sia a distanza  $D = 1 \text{ cm}$  dal filo fisso in  $C$ , con quale forza dovrebbe essere tirata la porta per provocarne l'apertura.

## Soluzione dello scritto di Fisica per Sc. Biologiche del 11 settembre 2008

### Esercizio n. 1

A 10 m di profondità la pressione è  $P = P_0 + \rho gh = 10^5 + 10^3 \cdot 9,8 \cdot 10 = 1,98 \cdot 10^5$  Pa . La forza che agisce sulla base mobile è quindi  $F = PS = 1,98 \cdot 10^5 \cdot 0,04 = 7,92 \cdot 10^3$  N . Tale forza è equilibrata dalla tensione della molla per cui  $F = PS = kx \rightarrow x = \frac{PS}{k} = \frac{7,92 \cdot 10^3}{10^5} = 7,92$  cm , avendo indicato con x l'accorciamento della molla.

La forza di Archimede  $F_A = \rho_{\text{acqua}} V_{\text{cil}} g = 10^3 \cdot 400 \cdot 10^{-4} \cdot (30 - 7,92) 10^{-2} \cdot 9,8 = 86,6$  N . Poiché il peso del corpo è  $F_g = Mg = 15 \cdot 9,8 = 147$  N , il corpo tende a scendere.

### Esercizio n. 2

Il rendimento della macchina termica è  $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 0,3$  . Poiché il rendimento è anche  $\eta = \frac{L}{Q_1}$  , si

ricava  $Q_1 = \frac{L}{\eta} = 3,3 \cdot 10^5$  J e  $Q_2 = Q_1 - L = 2,3 \cdot 10^5$  J . Il calore necessario per fondere la massa di ghiaccio è

$Q = M\lambda = 10^4 \cdot 80 \cdot 10^3 = 8 \cdot 10^9$  J Poiché questo calore è quello ceduto alla sorgente fredda, che

acquista  $2,3 \cdot 10^5$  J per ogni ciclo, saranno necessari  $n = \frac{Q}{Q_2} = \frac{8 \cdot 10^9}{2,3 \cdot 10^5} = 3478260$  cicli .

In ogni ciclo la sorgente calda diminuisce la sua entropia di:  $\Delta S_1 = \frac{Q_1}{T_1} = -\frac{3,3 \cdot 10^5}{390} = -8,46 \cdot 10^2$  J / K e

quindi la variazione totale di entropia è  $\Delta S = n\Delta S_1 = -1478260 \cdot 8,46 \cdot 10^2 = -1,25 \cdot 10^9$  J / K

### Esercizio n. 3

Il potenziale elettrico all'esterno della sfera uniformemente carica è  $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R}$  e quindi la differenza

di potenziale tra i punti A e D, dovuta alla sfera, è :

$$V_D - V_A = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R_D} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R_A} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{R_D} - \frac{1}{R_A} \right) = 9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-10} \left( \frac{1}{0,4} - \frac{1}{0,3} \right) = -1,8 \cdot 10^9 = -1,8 \cdot 10^9 \text{ V}$$

La differenza di potenziale tra A e D dovuta al piano è nulla perché i due punti stanno alla stessa distanza dal piano.

La differenza di potenziale i punti A e B dovuta alla sfera è nulla perché i punti sono alla stessa distanza dal centro. Se definiamo con  $\vartheta$  l'angolo tra la normale al piano e il segmento AB, la differenza di potenziale tra A e B dovuta al piano è data da :

$$V_B - V_A = \vec{E} \cdot \vec{d} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} d \cos \vartheta = \frac{5 \cdot 10^{-10}}{2 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12}} \cdot 0,3 = 8,5 \text{ V} .$$

### Esercizio n. 4

Il filo solidale con la porta deve essere respinto da A e attirato da C, quindi la corrente deve scorrere in verso concorde a quello della corrente in C e opposto ad A, cioè verso il basso.

Quando la porta è completamente aperta il campo magnetico al centro dell'apertura è dato da:

$$B = B_A + B_{\text{porta}} + B_C = \frac{\mu_0}{2\pi} \left( \frac{2i_A}{w} - \frac{2i_{\text{filo}}}{w} + \frac{2i_C}{w} \right) = \frac{\mu_0 i}{\pi w} = \frac{1,26 \cdot 10^{-6} \cdot 5}{3,14 \cdot 0,75} = 2,67 \cdot 10^{-6} \text{ T} \quad , \quad \text{avendo}$$

chiamato con  $i_{\text{filo}}$  la corrente che circola nel filo solidale con la porta. Il campo magnetico è perpendicolare al piano della figura e diretto verso l'interno.

Quando la porta è chiusa la forza che agisce sul filo solidale con la porta è:

$$F = F_{A,\text{filo}} + F_{C,\text{filo}} = \frac{\mu_0 h i^2}{2\pi(w-D)} + \frac{\mu_0 h i^2}{2\pi D} = \frac{\mu_0 h i^2}{2\pi} \left( \frac{1}{w-D} + \frac{1}{D} \right) = \frac{1,26 \cdot 10^{-6}}{6,28} \left( \frac{1}{0,74} + \frac{1}{0,01} \right) = 2 \cdot 10^{-5} \text{ N} .$$

Questa è la forza necessaria, in questa posizione, per aprire la porta.