

Facoltà di Farmacia - Anno Accademico 2005-2006

12 Giugno 2006 – Scritto di Fisica per Farmacia

Nome :

Cognome :

Matricola :

Corso di Laurea :

Canale :

Orale in questo appello : SI NO Libro di testo :

Riportate su questo foglio le risposte numeriche con la relativa unità di misura.

1. Un carico di 100 kg, inizialmente fermo, viene sollevato di 10 m mediante un cavo, con accelerazione costante uguale, in modulo, ad $a = 0.2 \cdot g$ m/s², dove g è l' accelerazione di gravità. Determinare:

- a) la tensione del cavo $T =$ _____
b) la velocità finale del carico $v_f =$ _____
c) il lavoro compiuto sul carico da tutte le forze agenti su di esso $L_t =$ _____

2. Un proiettile di piombo di massa $m_p=2$ g a $T_p=30$ °C, alla velocità $v_p=200$ m/s, colpisce un blocco di ghiaccio, rimanendovi conficcato. Il blocco di ghiaccio è alla temperatura di $T_G=0$ °C. Si supponga il blocco di ghiaccio di capacità termica infinita (ovvero di massa molto grande) e il sistema ghiaccio-proiettile energeticamente isolato. Si ricorda che il calore latente di fusione del ghiaccio vale $\lambda_{FUS} = 3.33 \cdot 10^5$ J/kg e il calore specifico del piombo vale $c_{pb} = 128$ J/(kg °C). Determinare:

- a) la temperatura finale di equilibrio $T_e =$ _____
b) quanto ghiaccio fonde $m_G =$ _____
c) la variazione di entropia nel processo di fusione del ghiaccio $\Delta S_G =$ _____
d) la variazione di entropia del proiettile, per raggiungere l' equilibrio termico con il ghiaccio $\Delta S_p =$ _____

3. Una sfera di materiale isolante e raggio $R = 10$ cm è carica con carica complessiva Q_x , uniformemente distribuita. Sapendo che la forza con la quale la sfera attrae una carica puntiforme $q = -1$ μC, posta a distanza $d=2$ m dal centro della sfera, è, in modulo, pari a $F_a = 4.5 \cdot 10^{-3}$ N, determinare:

- a) il valore, con segno, della carica della sfera $Q_x =$ _____
b) il valore del campo elettrico, in modulo, direzione e verso, che la sfera produce a distanza $r = 5$ cm dal suo centro $\vec{E} =$ _____

Supponendo ora che la stessa sfera sia conduttrice, ed eserciti la stessa forza sulla carica puntiforme (ignorando effetti di induzione di carica), rispondere di nuovo alle domande precedenti:

- c) il valore, con segno, della carica della sfera conduttrice $Q_c =$ _____
d) il valore del campo elettrico, in modulo, direzione e verso, che la sfera produce a distanza $r = 5$ cm dal suo centro $\vec{E}_c =$ _____

Avvertenze :

- consegnate questo foglio unitamente alla bella copia (foglio intestato con nome, cognome, etc...)
- Per la brutta copia si debbono usare SOLTANTO i fogli timbrati.
- Nel caso non si faccia in tempo a copiare TUTTO (passaggi e risultati) in bella copia, si può consegnare anche la brutta copia, riportando nome e cognome, ed evidenziando le parti da correggere.

SOLUZIONI SCRITTO DI FISICA DEL 12-6-2006 - FARMACIA

Soluzione 1

Prendiamo il sistema di riferimento verso l'alto, nella direzione del moto. Se indichiamo con T la tensione del cavo e con m la massa del carico, avremo $T - mg = ma$, dove $a = 0.2g$.

a) Dunque: $T = mg + ma = mg(1 + 0.2) = 100 \cdot 9.8 \cdot 1.2 = 1.18 \text{ kN}$

b) Possiamo usare il teorema dell'energia cinetica: $L_t = \Delta E_c$, dove L_t è il lavoro compiuto da tutte le forze agenti sul carico (la tensione del cavo e la forza di gravità). L' en. cinetica iniziale è nulla, dunque $L_t = 1/2 m v_f^2$, con $L_t = (Th - mgh) = mah$. Da qui ricaviamo:

$v_f = \sqrt{2L_t/m} = \sqrt{2ah} = \sqrt{2 \cdot 0.2 \cdot 9.8 \cdot 10} = 6.3 \text{ m/s}$. Possiamo rispondere a questa domanda anche utilizzando le equazioni della cinematica: il moto del carico è uniformemente accelerato verso l'alto, con accelerazione nota, ed è anche noto lo spazio complessivo percorso, che è proprio $h = 10 \text{ m}$. Dunque, possiamo calcolare il tempo t^* che il carico impiega ad essere sollevato a quota $h = 1/2 a t^{*2}$ e calcolare il valore della velocità finale $v_f = a t^*$ (prendendo la quota a $t=0 \text{ s}$ pari a 0 m e ricordando che la velocità iniziale è nulla). Si ha: $t^* = \sqrt{2h/a}$ e $v_f = a \sqrt{2h/a} = \sqrt{2ah} = \sqrt{2 \cdot 0.2 \cdot 9.8 \cdot 10} = 6.3 \text{ m/s}$.

c) Il lavoro compiuto dal cavo e dalla forza di gravità è dato da: $L_t = Th - mgh = 1.18 \cdot 10^3 \cdot 10 - 100 \cdot 9.8 \cdot 10 = 1.96 \text{ kJ}$ oppure $L_t = mah = 100 \cdot 0.2 \cdot 9.8 \cdot 10 = 1.96 \text{ kJ}$.

Soluzione 2

a) Poichè la lastra di ghiaccio è di massa molto grande la temperatura di equilibrio sarà uguale alla temperatura iniziale del ghiaccio, ossia il proiettile cederà calore per raffreddarsi e raggiungere l'equilibrio termico con il ghiaccio. Dunque: $T_e = T_G = 0 \text{ }^\circ\text{C}$.

b) Sia $E_c = \frac{1}{2} m_p v_p^2 = 40 \text{ J}$ ($m_p = 2/1000 \text{ kg}$), l' en. cinetica del proiettile. L' energia complessiva persa dal proiettile (en. cinetica + en. persa per raffreddarsi) viene assorbita dal ghiaccio e utilizzata per fondere una frazione della sua massa iniziale:

$$E_c + m_p c_{pb} (T_p - T_G) = m_G \lambda_{FUS}. \text{ Dunque si ha: } m_G = \frac{E_c + m_p c_{pb} (T_p - T_G)}{\lambda_{FUS}} = \frac{(40 + 0.002 \cdot 128 \cdot 30)}{(3.33 \cdot 10^5)} = 0.14 \text{ g.}$$

c) Il ghiaccio assorbe calore per fondere la massa m_G e questo processo avviene a temperatura costante: $\Delta S_G = \frac{m_G \lambda_{FUS}}{T_G} = (0.00014 \cdot 3.33 \cdot 10^5) / 273.15 = 0.175 \text{ J/K}$.

La variazione di entropia nel raffreddamento del proiettile, per raggiungere l'equilibrio termico con il ghiaccio, è: $\Delta S_p = m_p c_{pb} \int_{T_p}^{T_G} \frac{dT}{T} = m_p c_{pb} \ln \frac{T_G}{T_p} = 0.002 \cdot 128 \cdot \ln \frac{273.15}{303.15} = -0.027 \text{ J/K}$.

Soluzione 3

a) La forza su q è attrattiva, dunque la carica Q_x deve positiva. La forza che la sfera di carica Q_x esercita su una carica q a distanza d dal centro della sfera è data, in modulo, da: $F = \frac{k_0 Q_x q}{d^2} = 4.5 \text{ mN}$, con $k_0 = 1/(4\pi\epsilon_0) = 9.1 \cdot 10^9 \text{ m/F}$. Si ha: $Q_x = \frac{F d^2}{k_0 |q|} = \frac{4.5 \cdot 10^{-3} \cdot 2^2}{9.1 \cdot 10^9 \cdot 10^{-6}} = 1.98 \mu\text{C}$.

b) La carica è distribuita uniformemente sul volume della sfera. Dunque, per il teorema di Gauss, ho che il modulo del campo, a distanza $r \leq R$ dal centro della sfera, vale $E_r = k_0 Q_r / r^2$, dove $Q_r = Q_x r^3 / R^3 = 0.25 \mu\text{C}$ è la carica contenuta nel volume V_r . Sostituendo: $E_r = k_0 Q_x \frac{r^3}{R^3} \frac{1}{r^2} = k_0 Q_x \frac{r}{R^3} = 9.1 \cdot 10^9 \cdot 1.98 \cdot 10^{-6} \cdot 0.05 / 0.1^3 = 9 \cdot 10^5 \text{ N/C}$. Il campo è radiale e diretto verso l'esterno della sfera.

c) La risposta è la stessa del caso a), perchè il campo, e dunque la forza, all'esterno della sfera non dipendono da come la carica è distribuita sulla sfera, ma solo dal valore della carica stessa (vd. teorema di Gauss).

d) Il campo è nullo ovunque all'interno del conduttore.