

Facoltà di Farmacia - Anno Accademico 2005-2006

A 26 maggio 2006 – Secondo esonero

Corso di Laurea: Laurea Specialistica in FARMACIA

Nome :

Cognome :

Matricola :

Corso di Laurea :

Canale :

Riportare sul presente foglio i risultati trovati per ciascun esercizio.

Gli studenti che nel primo esonero hanno riportato un voto inferiore a 15 devono svolgere necessariamente uno a scelta fra gli esercizi 5 e 7.

Esercizio 1. Calorimetria (6 punti)

Una miscela di acqua e ghiaccio è composta da 20 g di ghiaccio a 0°C e da 60 g di acqua a 30°C . Si ricorda che $\lambda_{FUS} = 80 \text{ cal/g}$, $c_{acqua} = 1 \text{ cal/(g }^{\circ}\text{C)}$, $c_{ghiaccio} = 0.5 \text{ cal/(g }^{\circ}\text{C)}$. Determinare:

a) la temperatura di equilibrio della miscela

$T_e = \underline{\hspace{2cm}}$

b) la quantità di calore complessiva fornita dall' acqua.

$Q = \underline{\hspace{2cm}}$

Esercizio 2. Termodinamica (7 punti)

Una mole di gas perfetto monoatomico viene portata dallo stato iniziale $p_0 = 1 \text{ atm}$ e $V_0 = 10 \text{ l}$, allo stato finale $p_1 = 2 p_0$ e $V_1 = 2 V_0$, con le seguenti due trasformazioni: prima si fa una espansione isoterma fino a $2 V_0$ e poi si fa aumentare la pressione fino a $2 p_0$, mantenendo il volume costante. Si ricorda che $R = 8.315 \text{ J/(mol K)} = 0.082 \text{ (l atm)/(mol K)} = 1.987 \text{ cal/(mol K)}$. Calcolare:

a) la variazione di energia interna

$\Delta U = \underline{\hspace{2cm}}$

b) la variazione di entropia lungo l' isocora

$\Delta S = \underline{\hspace{2cm}}$

Esercizio 3. Elettrostatica (7 punti)

Siano dati due conduttori sferici di raggio $r_1 = 10 \text{ cm}$ e $r_2 = 20 \text{ cm}$. Si supponga che essi siano sufficientemente lontani, tali che non vi sia alcun fenomeno di induzione fra loro. Il potenziale del primo vale $V_1 = 100 \text{ mV}$, mentre quello del secondo $V_2 = 200 \text{ mV}$. Essi vengono collegati con un filo conduttore di massa trascurabile. Determinare:

a) la carica complessiva nella configurazione finale

$Q_f = \underline{\hspace{2cm}}$

b) il rapporto fra le cariche sui due conduttori sferici

$R_q = \underline{\hspace{2cm}}$

c) il rapporto fra le densità di carica sui due conduttori sferici

$R_d = \underline{\hspace{2cm}}$

Esercizio 4. Condensatori (5 punti)

Su un condensatore C_1 , alla differenza di potenziale (d.d.p.) $V_1 = 300 \text{ V}$, si ha una carica sulle armature $Q_1 = 30 \text{ nC}$. Esso viene collegato in parallelo ad un secondo condensatore, inizialmente scarico, di capacità C_2 e si osserva che la d.d.p. ai capi dei due condensatori scende a 100 V . Determinare:

- il valore della capacità incognita $C_2 = \underline{\hspace{2cm}}$
- In C_2 , sempre in parallelo a C_1 , viene inserito un dielettrico. Quanto vale la costante dielettrica relativa tale che la d.d.p. si dimezzi ? $\epsilon_r = \underline{\hspace{2cm}}$

Esercizio 5. Elettrostatica + recupero (8 punti)

Un elettrone entra fra le armature di un condensatore piano, in prossimità dell'armatura negativa, con velocità iniziale $\vec{v}_i = 2 \cdot 10^5 \text{ m/s}$, parallela alle due armature. Fra le armature del condensatore c'è una d.d.p. $V = 2 \text{ V}$. L'elettrone impiega un tempo $t^* = 1 \text{ ns}$ per raggiungere l'armatura positiva. La carica dell'elettrone è $e = -1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ e la sua massa $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$. Determinare:

- la distanza percorsa dall'elettrone nella direzione parallela alle due armature $x^* = \underline{\hspace{2cm}}$
- la variazione di energia cinetica dell'elettrone fra l'istante in cui è entrato nel condensatore e l'istante in cui raggiunge l'armatura positiva, specificando se la sua energia cinetica è aumentata o diminuita $\Delta E_c = \underline{\hspace{2cm}}$
- la distanza fra le armature del condensatore $d = \underline{\hspace{2cm}}$

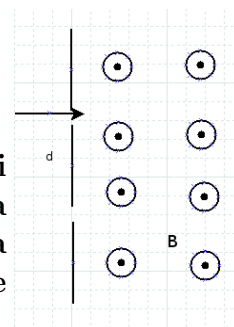
Esercizio 6. Circuiti (4 punti)

Una lampadina da 75 W a 110 V è in parallelo ad una da 40 W . Determinare:

- la resistenza complessiva del circuito $R_T = \underline{\hspace{2cm}}$
- il rapporto fra le correnti nelle due resistenze $i_1/i_2 = \underline{\hspace{2cm}}$

Esercizio 7. Forza di Lorentz + recupero (6 punti)

Un protone entra attraverso una fenditura in una regione di spazio (vedi figura) dove c'è un campo magnetico uniforme e perpendicolare alla velocità del protone. Il modulo del campo magnetico è $B = 5 \text{ T}$ e la velocità iniziale del protone $v_i = 10^7 \text{ m/s}$. La massa del protone vale $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ e la carica $e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Determinare:



- il raggio di curvatura della traiettoria $r = \underline{\hspace{2cm}}$
- a quale distanza dalla fenditura di ingresso deve essere messa una seconda fenditura (vedi figura) affinché il protone possa uscire fuori ? $d = \underline{\hspace{2cm}}$
- dopo quanto tempo esce dalla regione dove c'è il campo ? $t = \underline{\hspace{2cm}}$

Soluzione Esercizio 1. Calorimetria (6 punti: 3+3)

a) Per trovare la temperatura di equilibrio dobbiamo scrivere l'equazione:

$$c_a m_a (T_e - T_a) + \lambda_{FUS} m_g + c_a m_g (T_e - 0) = 0$$

(dove con a, g abbiamo indicato ciò che riguarda acqua e ghiaccio rispettivamente)

$$\text{Da cui: } T_e = \frac{c_a m_a T_a - \lambda_{FUS} m_g}{c_a m_a + c_a m_g} = 2.5^\circ\text{C}$$

b) L'acqua cede calore: $Q_c = c_a m_a (T_e - T_a) = -1.65 \text{ kcal}$. Q_c viene utilizzato per: 1) fondere il ghiaccio, 2) portare il ghiaccio a T_e . Per far questo l'acqua si raffredda.

Soluzione Esercizio 2. Termodinamica (7 punti: 4+3)

Chiamiamo A lo stato iniziale ($p_A = p_0$, $V_A = V_0$, T_A), B lo stato raggiunto dopo l'isoterma (p_B , $V_B = 2V_A$, $T_B = T_A$) e C lo stato finale, dopo l'isocora ($p_C = 2p_A$, $V_C = V_B$, T_C).

a) Variazione di energia interna: la variazione di energia interna lungo l'isoterma (A-B) è nulla. Lungo l'isocora: $\Delta U = Q_{BC} - L_{BC} = Q_{BC}$. $Q_{BC} = n c_v (T_C - T_B)$, con $T_B = T_A = (p_0 V_0)/(nR) = 1 \cdot 10/(0.082) = 121.95^\circ\text{C}$.

$$T_C = (p_C V_C)/(nR) = (2p_0 2V_0)/(nR) = 4 T_B$$

$$\text{Da cui } \Delta U = Q_{BC} = \frac{3}{2} R 3 T_A = 4.56 \text{ kJ}$$

b) Variazione di entropia lungo l'isocora:

$$\delta S_{BC} = n c_v \int_{T_B}^{T_C} \frac{dT}{T} = n c_v \ln 4 = 17.3 \text{ J/K}$$

Soluzione Esercizio 3. Elettrostatica (7 punti: 2+2+3)

Indichiamo con $c = 4\pi\epsilon_0 = 1.1 \cdot 10^{-10} \text{ F/m}$.

a) La carica si conserva, dunque la carica finale sarà la somma delle cariche iniziali: $Q_{fin} = c V_1 r_1 + c V_2 r_2 = (1.1 + 4.4) \text{ pC} = 5.5 \text{ pC}$.

b) Il potenziale, dopo avere collegato i due conduttori, deve essere lo stesso su entrambi. Dunque $Q_1/r_1 = Q_2/r_2$ e $Q_2/Q_1 = r_2/r_1 = 2$.

c) Le cariche si distribuiscono solo sulla superficie, dunque avremo: $Q_1 = \sigma_1 4\pi r_1^2$ e $Q_2 = \sigma_2 4\pi r_2^2$. Combinando queste relazioni con la precedente, si ha $\sigma_2/\sigma_1 = r_1/r_2 = 0.5$

Soluzione Esercizio 4. Condensatori (5 punti: 3+2)

a) I due condensatori in parallelo sono alla stessa d.d.p. La carica elettrica complessiva rimane Q_1 . Sia $V_f = 100 \text{ V}$. Dunque $C_1 + C_2 = Q_1/V_f$ e $C_2 = Q_1/V_f - C_1$. Dobbiamo anche calcolare $C_1 = Q_1/V_1 = 0.1 \text{ nF}$. Otteniamo: $C_2 = \frac{30 \cdot 10^{-9}}{100} - 0.1 \cdot 10^{-9} = 0.2 \text{ nF}$

b) Inserito il dielettrico abbiamo, dal testo, $V_{f1} = 100/2 = 50 \text{ V}$ e dunque: $C_1 + \epsilon_r C_2 = Q_1/V_{f1}$, da cui $\epsilon_r = Q_1/(V_{f1} C_2) - C_1/C_2 = 3 - 0.5 = 2.5$.

Soluzione Esercizio 5. Elettrostatica + recupero (8 punti:2+3+3)

- a) Nella direzione parallela alle armature (asse x ad esempio), l'elettrone prosegue il suo moto rettilineo uniforme. Dunque nel tempo t^* avrà percorso lo spazio $x^* = v_i t^* = 2 \cdot 10^5 \cdot 10^{-9} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ m}$.
- b) Si usa il teorema delle forze vive: $L = \Delta E_C = e \int_d^0 E \, dy = e \int_d^0 V/d \, dy = -eV = 3.2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ positiva. L'energia cinetica dell'elettrone è aumentata.
- c) Nella direzione ortogonale alle armature il moto è uniformemente accelerato con $a = eE/m_e$, dove $E = V/d$ e d è la distanza incognita da calcolare. L'elettrone parte da quota $y = d$ e si ferma in $y = 0$, con una scelta conveniente degli assi coordinati. Dunque: $y = d + \frac{1}{2} a t^2$ e dunque $d = \frac{1}{2} |a| (t^*)^2$. Sostituendo: $d = t^* \sqrt{|e|V/(2m_e)} = 0.42 \text{ mm}$.

Soluzione Esercizio 6. Circuiti (4 punti:2+2)

- La resistenza di ciascuna lampadina si calcola ricordando che $P = V^2/R$, dove P è la potenza. Dunque si ha: $R_1 = V^2/P_1 = 110^2/75 = 161.3 \Omega$ e $R_2 = V^2/P_2 = 110^2/40 = 302.5 \Omega$ (dove V è la stessa perchè sono in parallelo).
- a) La resistenza complessiva sarà $R_T = R_1 R_2 / (R_1 + R_2) = 105.2 \Omega$.
- b) Poichè la d.d.p. è la stessa ai capi delle due resistenze, si ha: $R_1 i_1 = R_2 i_2$ e dunque $i_1/i_2 = R_2/R_1 = 1.87$ (partitore di corrente).

Soluzione Esercizio 7. Forza di Lorentz + recupero (6 punti:2+2+2)

- Sul protone agisce la forza di Lorentz, dovuta al campo magnetico. Il campo magnetico piega la traiettoria del protone, facendole assumere una forma semicircolare di raggio r . $\vec{F} = m\vec{a}$ diventa: $ev_i B = m_p v_i^2 / r$, da cui
- a) $r = m_p v_i / (eB) = 2.1 \text{ cm}$.
- b) Il protone incontrerà di nuovo il piano dove era entrato ad una distanza dalla fenditura pari a $d = 2r = 4.2 \text{ cm}$.
- c) Il tempo impiegato dal protone per ritrovarsi fuori dalla regione dove c'è il campo è il tempo in cui ha percorso il semicerchio di raggio r alla velocità v_i : $t = \pi r / v_i = 6.59 \text{ ns}$.