

Esercizi del corso di Fisica II (laurea in informatica) svolti in aula nell' a.a. 2007-2008

[ATTENZIONE: potrebbero esserci degli errori nel testo. Vi sarei grata se me li segnalaste.]

Settimana 14-16 Aprile 2008: potenziale ed energia potenziale del campo elettrostatico. Potenziale di conduttori all'equilibrio. Capacità elettrica e condensatori

1) calcolare il lavoro che fa il campo elettrico per spostare un elettrone ($q = -e = -1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$) da un punto A ad un punto B, sapendo che $V_B - V_A = 1 \text{ V}$. Se l'elettrone è fermo in A, che velocità avrà in B?
[$L = e(V_B - V_A) = 1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; $v = \sqrt{2L/m} = 5 \cdot 10^5 \text{ m/s}$]

2) un elettrone si muove lungo l'asse x con velocità iniziale $v_0 = 3.7 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ nel punto O. La velocità si riduce a $v_b = 1.4 \cdot 10^5 \text{ m/s}$ nel punto B a distanza $x = 2 \text{ cm}$ da O. Calcolare la differenza di potenziale $V_0 - V_b$. Quale punto si trova a potenziale maggiore? Si ricorda che l'elettrone ha carica $q = -e = -1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ e massa $m = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.
[$V_0 - V_b = m(v_0^2 - v_b^2) / (2e) = 39 \text{ V}$]

3a) Dimostrare che la quantità di lavoro necessario per mettere insieme quattro cariche puntiformi identiche di grandezza Q ai vertici di un quadrato di lato s è: $L = (4 + 2\sqrt{2}) Q^2 / (4\pi \epsilon_0 s)$

3b) Quattro cariche identiche $q = 10 \text{ microC}$ sono poste ai vertici di un rettangolo di lati $L = 60 \text{ cm}$ e $W = 15 \text{ cm}$. Calcolare l'energia potenziale della carica nel vertice sinistro in basso. [indicando D la diagonale, $U = q^2 / (4\pi \epsilon_0) (1/L + 1/W + 1/D) = 8.95 \text{ J}$]

4) Una sfera conduttrice ha raggio $R = 14 \text{ cm}$ e carica $q = 26 \text{ microC}$. Calcolare il campo elettrico ed il potenziale alle distanze $R_1 = 10 \text{ cm}$ $R_2 = 20 \text{ cm}$ $R_3 = 14 \text{ cm}$ [$E_1 = 0$ $V_1 = \text{cost} =$ al potenziale sulla superficie cioè per R_3 ;
 $E_2 = q / (4\pi \epsilon_0 R_2^2) = 5.84 \cdot 10^6 \text{ N/C}$ radiale uscente, $V_2 = q / (4\pi \epsilon_0 R_2) = 1.17 \text{ MV}$; $E_3 = q / (4\pi \epsilon_0 R_3^2) = \sigma / \epsilon_0 = 1.19 \cdot 10^7 \text{ N/C}$ radiale uscente, $V_3 = q / (4\pi \epsilon_0 R_3) = 1.67 \text{ MV}$]

5) Si considerino due sfere conduttrici 1 e 2 molto distanti tra loro, e sia $R_2 = 2 R_1$. Sulla sfera più piccola c'è inizialmente una carica q. Le sfere vengono poi collegate con un lungo cavo sottile. Ricavare a) l'espressione dei potenziali V_1 e V_2 finali delle sfere b) il rapporto tra le cariche finali q_1 e q_2 sulle sfere c) il rapporto tra le densità superficiali delle due sfere. Le sfere sono a grande distanza l'una dall'altra, quindi si può assumere che il campo elettrico generato da una non influenzi l'altra. [$V_1 = q_1 / (4\pi \epsilon_0 R_1)$ $V_2 = q_2 / (4\pi \epsilon_0 R_2)$ e $V_1 = V_2$, $q_1 / q_2 = R_1 / R_2$; $q_1 + q_2 = q$; $\sigma_1 / \sigma_2 = R_2 / R_1$]

6) Si ricavi l'espressione del potenziale elettrico, generato da un dipolo elettrico nel punto P posto sull'asse perpendicolare all'asse del dipolo passante per il centro del dipolo e a distanza y dall'asse del dipolo. Si indichi con 2a la distanza tra le cariche q e -q del dipolo. [$V = 0$]

7) Un sbarretta di lunghezza L ha densità lineare di carica costante λ e una carica totale q. Si ricavi l'espressione del potenziale elettrico in un punto P lungo l'asse della sbarretta a distanza d da un estremo della sbarretta
[$V = \lambda / (4\pi \epsilon_0) \ln(1 + L/d)$]

8) Il condensatore di un circuito integrato di una memoria RAM ha $C = 55 \cdot 10^{-15} \text{ F}$ ed ha $\Delta V = 5.3 \text{ V}$. Calcolare quanti elettroni ci sono sull'armatura negativa [$N = C \Delta V / e = 1.5 \cdot 10^6$]

9) A causa dei raggi cosmici, radioattività naturale, fulmini, sulla superficie della terra si accumula una carica $Q = -5 \cdot 10^5 \text{ C}$. Altrettanta carica positiva è distribuita nell'atmosfera. Considerando questo sistema come un condensatore sferico con armatura negativa sulla superficie terrestre e armatura positiva a distanza $L = 5 \text{ km}$ dalla superficie terrestre, se ne calcoli la capacità, sapendo che il raggio della terra è $R_t = 6.4 \cdot 10^3 \text{ km}$. [$C = 4\pi \epsilon_0 R_t (R_t + L) / L = 0.9 \text{ F}$]

10) In un defibrillatore ad uso medico, viene liberata una energia $U = 300 \text{ J}$, sapendo che ha $C = 30 \text{ microF}$, calcolare a quale d.d.p. è stato caricato. [$\Delta V = 4.47 \text{ kV}$]

11) Quando una persona si muove in un ambiente secco della carica elettrica si accumula sul suo corpo. Talvolta il corpo si può scaricare producendo una apprezzabile scintilla. Si consideri come capacità dell'uomo $C = 150 \text{ pF}$. a) Quale carica sul corpo produrrà un potenziale di 10 kV ? b) Sensibili dispositivi elettronici possono essere danneggiati dalla scarica di una persona. Un dispositivo viene danneggiato da una scarica che rilascia $U = 250 \text{ microJ}$. A quale tensione sul corpo corrisponde ciò? [a) $Q = 1.5 \cdot 10^{-6} \text{ C}$; b) $V = 1.83 \text{ kV}$]

12) E' possibile ottenere una grande differenza di potenziale caricando prima un banco di condensatori in parallelo, scollegarli e poi ricollegarli in serie. Quale e' la massima dif. di potenziale che si puo' ottenere usando $N=10$ condensatori ciascuno con $C=500 \text{ microF}$ e una sorgente di carica $DV=800V$?
 $[DV_{\text{finale}} = N DV = 8 \text{ KV}]$

13) Quando si considera la sorgente di energia per un'automobile, un parametro importante e' l'energia per unita' di massa che caratterizza la sorgente [Param.=Energia/massa (J/kg)]. Calcolare i valori di tale parametro per
 -benzina, dove l'energia prodotta per unita' di volume e' $\text{Energia/volume} = 126000 \text{ Btu/gal}$ e $\text{densita}' = 670 \text{ kg/m}^3$
 -batteria al piombo, dove si produce una $\text{Energia} = 1,2 \text{ kWh}$ e $\text{massa} = 16 \text{ kg}$
 -condensatore, con $\Delta V = 12 \text{ V}$, $C = 0.1 \text{ F}$ e $\text{massa} = 0.1 \text{ Kg}$
 $[\text{benzina} : \text{param} = 5.2 \cdot 10^7 \text{ J/kg}; \text{batteria} \text{ param} = 2.7 \cdot 10^5 \text{ J/kg}; \text{condensatore} \text{ param} = 72 \text{ J/kg}]$

14) Si consideri il circuito in figura con $C_1 = 6 \text{ microF}$ $C_2 = 3 \text{ microF}$ $\Delta V = 20V$. Prima si chiude S_1 e si carica C_1 . Calcolare la carica Q_1 . Si riapre poi S_1 e si chiude S_2 . Calcolare il potenziale ai capi dei condensatori e le cariche finali su ciascun condensatore. [$Q_1 = 120 \text{ microC}$; $\Delta V_f = 40/3 \text{ V}$ $Q_{1f} = 80 \text{ microC}$ $Q_{2f} = 40 \text{ microC}$]

