Soluzione degli esercizi del compito del 13 febbraio 2008

Esercizio 1 – All'impatto con l'acqua la pallina ha un'energia cinetica $mv^2/2 = mgh$, con $m = (4/3)\pi r^3\rho$. Nell'acqua la forza (diretta verso l'alto) che agisce sulla pallina è $F = F_A - mg = (4/3)\pi r^3(\rho_a-\rho)g$, dove F_A è la forza di Archimede e ρ_a la densità dell'acqua.

(a) La profondità massima p viene raggiunta quando il lavoro negativo della forza F eguaglia l'energia cinetica posseduta dalla pallina all'impatto con l'acqua: $Fp = mv^2/2 = mgh$. Ne consegue :
$p = mgh/F = (4/3)\pi r^3\rho gh/(4/3)\pi r^3(\rho_a-\rho)g = \rho h/(\rho_a-\rho)$;
$p = 0.670\cdot 2.00/(1.00-0.670) = 4.06$ m.

(b) Poiché si trascura la resistenza del mezzo, le forze che agiscono sulla pallina sono tutte conservative. La velocità della pallina quando incontra il pelo dell'acqua salendo dal basso è quindi la stessa che aveva al momento dell'impatto durante la caduta: $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2\cdot 9.8\cdot 2.00} = 6.26$ m/s.

Esercizio 2 –

(a) All'equilibrio la temperatura dell'alluminio sarà uguale a quella del ghiaccio (0.0 °C = 273 K), quindi esso avrà ceduto una quantità di calore $Q_{Al} = c_{Al}\, m_{Al}\, \Delta T = 896\cdot 0.150\cdot 250 = 33.600$ J = 8027 cal. Essendo il calore latente di fusione del ghiaccio pari a 79.5 cal/g, la massa di ghiaccio disciolta sarà $m_g = 8027/79.5 = 101$ g.

(b) La variazione di entropia del blocco di alluminio, calcolata lungo una trasformazione reversibile, è $\Delta S_{Al} = \int_{523}^{273} (c_{Al}\, m_{Al}\, dT)/T = c_{Al}\, m_{Al} \ln(273/523) = 896\cdot 0.150\cdot(-0.650) = -87.4$ J/K = -20.9 cal/K. La variazione di entropia del ghiaccio avviene alla temperatura costante T_g,ed è quindi $\Delta S_g = Q_{Al}/T_g = 33.600/273 = 123$ J/K = 29.4 cal/K.

Esercizio 3 – In tutti i punti dello spazio il campo elettrico è perpendicolare ai piani carichi, quindi è parallelo all'asse *x.*

(a) Per $x<x_1$, $E_x = (-\sigma_1-\sigma_2-\sigma_3)/2\varepsilon_o = 0.0$ V/m;
Per $x_1<x<x_2$, $E_x = (\sigma_1-\sigma_2-\sigma_3)/2\varepsilon_o = \sigma/\varepsilon_o = 5.00\cdot 10^{-9}/8{,}85\cdot 10^{-12} = 565$ V/m;
Per $x_2<x<x_3$, $E_x = (\sigma_1+\sigma_2-\sigma_3)/2\varepsilon_o = -2\sigma/\varepsilon_o = -2\cdot 5.00\cdot 10^{-9}/8{,}85\cdot 10^{-12} = 1130$ V/m;
Per $x_3<x$, $E_x = (\sigma_1+\sigma_2+\sigma_3)/2\varepsilon_o = 0.0$ V/m.

(b) $\Delta V_{12} = V_1-V_2 = -\int_{x_2}^{x_1} E_x\, dx = -(\sigma/\varepsilon_o)(x_1-x_2) = -565(0.0-0.05) = 28.2$ V.

(c) $\Delta V_{13} = V_1-V_3 = -\int_{x_3}^{x_1} E_x\, dx = -\int_{x_3}^{x_2} E_x\, dx -\int_{x_2}^{x_1} E_x\, dx =$

$(2\sigma/\varepsilon_o)(x_2-x_3) -(\sigma/\varepsilon_o)(x_1-x_2) = 1130(0.05-0.15)-565(0.0-0.05) = -84.8$ V.

(d) L'elettrone è decelerato da una forza costante nel tratto O_1O_2, ed è accelerato da una forza costante nel tratto O_2O_3. Applicando la conservazione dell'energia fra lo stato iniziale *i* e quello finale *f*: $K_i = mv_1^2/2 = K_f + (U_3-U_1) = mv_3^2/2 + q(V_3-V_1)$; da cui $v_3 = \sqrt{(v_1^2+2q\cdot\Delta V_{13}/m)} = \sqrt{[(5.00\cdot10^6)^2+2\cdot1.60\cdot10^{-19}\cdot84.8/9.11\cdot10^{-31}]} = 7.40\cdot10^6$ m/s.

Esercizio 4 – L'elettrone è soggetto alla forza di Lorentz: $\mathbf{F} = e\mathbf{v}\mathrm{x}\mathbf{B}$. Il campo magnetico forma delle linee di forza a forma di circonferenza centrata sul filo e a distanza 5,2 cm ha un'intensità $\mathrm{B} = \frac{\mu_0 \mathrm{i}}{2\pi \mathrm{r}} = \frac{1,26\cdot10^{-6}\cdot48,8}{2\pi5,2\cdot10^{-2}} = 1,877\cdot10^{-4}$ T

(a) Quando l'elettrone è diretto verso il filo la forza è parallela alla corrente e nello stesso verso e di modulo $\mathrm{F} = \mathrm{evB} = 1,6\cdot10^{-19}\cdot108\cdot10^{7}\cdot1,887\cdot10^{-4} = 324\cdot10^{-16}$ N

(b) Quando l'elettrone si muove parallelamente al filo la forza è diretta radialmente al filo e tende ad allontanare l'elettrone dal filo. L'intensità è la stessa del caso precedente.

(c) Quando la velocità dell'elettrone è perpendicolare ai casi precedenti, questa è parallela al campo magnetico e quindi la forza è nulla.

Esercizio 5 -

a) Formule consuete per media, deviazione standard, errore standard su media:

$$\bar{h} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} h_i; s_h = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(h_i - \bar{h})}{N-1}}; s_{\bar{h}} = \frac{s_h}{\sqrt{N}}$$

	Media (cm)	dev. Standard (cm)	Errore standard su M. (cm)
Sottocampione I	164.0	3.8	1.1
Sottocampione II	173.3	3.7	1.1

b) Propagazione degli errori statistici sulla differenza delle medie: gli errori standard si sommano in quadratura.

Differenza medie: 9.3 cm; errore su differenza: 1.5 cm. La differenza e' altamente significativa, e indica un effetto genetico.

[Il test statistico quantitativo appropriato al quesito e' il test di Student, nel quale si costruisce il rapporto *t* tra differenza e suo errore e si individua su un tabulato la probabilità di ottenere un valore pari o superiore a quello dell’esperimento in oggetto, per sola fluttuazione statistica, se vale l’ipotesi “nulla” , quindi se NON c’e’ effetto genetico.]