Soluzioni del compito del 7 maggio 2009

Esercizio 1. (a) Quando il gatto raggiunge la quota massima h, la sua energia cinetica è nulla. Per il teorema dell'energia cinetica la variazione di energia cinetica è uguale al lavoro compiuto dalle forze presenti, la gravità e l'attrito:
$-½ mv_0^2 = - h (mg + f_a)$, da cui $h = ½ mv_0^2/(mg+ f_a)$; quindi
$h = 0.5 \times 3.48 \times (6.18)^2 / (3.48 \times 9.8 + 4.67) = 1.71$ m.
(b) Il teorema dell'energia cinetica vale anche durante la discesa, ma in questo caso la forza di gravità e la forza di attrito sono dirette in verso opposto: $½ mv_1^2 = (mg - f_a) h$, da cui
$v_1 = [2h (mg – f_a)/m]^{1/2} = [2 \times 1.71 \times (3.48 \times 9.8 – 4.67)/ 3.48]^{1/2} = 5.38$ m/s.
(c) Il calore prodotto dall'attrito è pari al lavoro svolto durante la salita e la discesa: $Q = 2hf_a = 2 \times 1.71 \times 4.67 = 16.0$ J .

Esercizio 2. (a) L'energia fornita dal pannello solare all'acqua deve essere sufficiente ad innalzarne la temperatura da 18 °C a 100 °C, e poi per trasformarla totalmente in vapore. Indicando con c il calore specifico dell'acqua (4.187 J/g) si ha: $0.37\ PAt = m(c\ \Delta T + L_e)$, da cui $t = m (c\ \Delta T + L_e)/0.37$
$PA = 6.37 \times (4.187 \times 10^3 \times 82 + 539 \times 4.187 \times 10^3)/(0.37 \times 784 \times 8.27) = 6904$ s = 1 ora, 55 minuti, 4 secondi.
(b) $\Delta S = mc \ln (T_2/T_1) = 6.37 \times 4.187 \times 10^3 \times \ln (373/291) = 6.62 \times 10^3$ J/K.
(c) Durante l'evaporazione la temperatura dell'acqua rimane costante, quindi
$\Delta S = m L_e / T_2 = 6.37 \times 539 \times 4.187 \times 10^3 / 373 = 3.85 \times 10^4$ J/K.

Esercizio 3. (a) Gli assi x,y corrispondono alle intersezioni del piano (x,y) con i due piani carichi, Le componenti di **E** valgono
$E_x = E_y = \sigma/2\varepsilon_0 = 1.32 \times 10^{-6} /(2 \times 8.85 \times 10^{-12}) = 7.46 \times 10^4$ N/C; $E_z = 0$ N/C. Quindi $E = (E_x^2 + E_y^2)^{1/2} = 2^{1/2} \times 7.46 \times 10^4 = 1.06 \times 10^5$ N/C. La direzione è parallela alla diagonale in ognuno dei quattro quadranti del piano coordinato (x,y), il verso è esterno. (b) La differenza di potenziale fra P_1 e P_2 è zero, per ragioni di simmetria. Ovvero, scegliendo un cammino d'integrazione rettilineo fra i due punti, la componente del campo elettrico lungo il cammino ha, per la simmetria dei piani carichi, valore costante ed opposto nelle due metà del cammino. (c) Il percorso rettilineo da P_1 all'origine è lungo
$d = 2.44 \times \sqrt{2} = 3.45$ cm.
L'energia cinetica della particella è pari al lavoro della forza elettrica:
$½ mv^2 = qEd$, da cui
$v = (2qEd/m)^{1/2} = (2 \times 7.21 \times 10^{-8} \times 1.06 \times 10^5 \times 3.45 \times 10^{-2} / 2.64 \times 10^{-11})^{1/2} = 4.47 \times 10^3$ m/s .

Esercizio 4. (a) All'uscita dal campo elettrico la particella ha un'energia cinetica $½ mv_0^2 = q\ \Delta V$, da cui $v_0 = (2q\ \Delta V/m)^{1/2} = (2 \times 5.84 \times 10^{-18} \times 6.85 / 4.17 \times 10^{-20})^{1/2} = 43.8$ m/s . Questa velocità non varia fino a P_0. (b) Quando viene acceso il campo magnetico **B** la traiettoria diventa una circonferenza, e la distanza

massima da P_0 è il suo diametro. Il campo magnetico modifica la direzione della velocità, ma non il suo modulo. Poiché sulla circonferenza la forza centripeta è dovuta alla forza di Lorentz, vale $mv_0^2/R = qv_0B$, dove R è il raggio della circonferenza. Si ha quindi $R = mv_0/qB = 4.17 \times 10^{-20} \times 43.8 / 5.84 \times 10^{-18} \times 1.12 = 0.279$ m = 27.9 cm . La distanza massima da P_0 è quindi $d = 2R = 55.8$ cm .
(c) Poiché la traiettoria circolare viene percorsa a velocità costante v_0, il tempo del (primo) ritorno in P_0 è $t = 2\pi R / v_0 = 2 \times 3.14 \times 0.279 / 43.8 = 4.00 \times 10^{-2}$ s.