

Facoltà di Farmacia e Medicina - A.A. 2013-2014

10 giugno 2014 – Scritto di Fisica

Corso di Laurea: Laurea Magistrale in FARMACIA

Nome:

Cognome:

Matricola

Aula:

Canale:

Docente:

Riportare sul presente foglio i risultati numerici trovati per ciascun esercizio.

Nell'elaborato riportare le soluzioni in formato sia alfanumerico che numerico.

Esercizio 1. Cinematica (5 punti)

Un camioncino che si muove con velocità costante di modulo 30 km/h, supera una moto ferma ad un semaforo. Nell'istante in cui i due veicoli si trovano appaiati, la moto inizia a muoversi con accelerazione costante ed impiega 9 s a percorrere 100 m. Determinare:

- a) l' accelerazione della moto durante i 100 m $a =$ _____
- b) la distanza percorsa dal camioncino quando la moto ha percorso 100 m $d =$ _____
- c) la velocità che aveva la moto quando ha sorpassato il camioncino $v^* =$ _____

Esercizio 2. Lavoro ed Energia (5 punti)

Una molla di costante elastica $k=4000$ N/m viene posta in posizione orizzontale, su un piano privo di attrito. Una pallina di massa 100 g viene spinta verso la molla, che si comprime di 2 cm. Quando la forza che comprime la molla viene tolta, la molla è libera di espandersi e la pallina scivola lungo il piano orizzontale per poi salire su un piano inclinato, anch' esso privo di attrito. Determinare:

- a) la velocità della pallina nell'istante in cui perde il contatto con la molla $v =$ _____
- b) L'altezza massima raggiunta dalla pallina sul piano inclinato $h_{max} =$ _____
- c) Il lavoro fatto dalla gravità sulla pallina per arrivare alla quota $h_{max}/3$ $L_g =$ _____

Esercizio 3. Urti (5 punti)

Una macchina di massa $m_M = 800$ kg e velocità di modulo 50 km/h, urta un camioncino di massa $m_C = 3000$ kg fermo. Dopo l'urto macchina e camioncino rimangono attaccati. Si suppongano macchina e camioncino alla temperatura ambiente di 25° C e che tale temperatura resti costante durante e dopo l' urto. Determinare, in seguito all' urto:

- a) la velocità della macchina e del camioncino $\vec{V} =$ _____
- b) la variazione della quantità di moto,
sia della macchina che del camioncino $\Delta p_M =$ _____ , $\Delta p_C =$ _____
- c) la perdita di energia cinetica del sistema macchina e camioncino $\Delta E_c =$ _____
- d) la variazione di entropia dell' ambiente esterno $\Delta S =$ _____

Esercizio 4. Calorimetria (5 punti)

Una miscela di acqua e ghiaccio, in un recipiente a pareti adiabatiche, è composta da 20 g di ghiaccio a 0°C e da 30 g di acqua a 10°C. Si osserva che la miscela raggiunge una temperatura di equilibrio di 0° C. Si ricorda che $\lambda_{FUS} = 80$ cal/g, $c_{acqua} = 1$ cal/(g °C). Determinare:

- a) la quantità di calore complessivo fornita dall' acqua $Q_1 =$ _____
- b) la percentuale di ghiaccio che si riesce a sciogliere $p_G =$ _____
- c) la quantità di calore che sarebbe servita per sciogliere
completamente il ghiaccio $Q_2 =$ _____

Esercizio 5. Termodinamica e macchine termiche (5 punti)

Una macchina termica scambia calore con due sorgenti a temperatura $T_1=500$ K e $T_2=300$ K. In un certo tempo la macchina compie un numero intero di cicli producendo un lavoro di 100 J, con rendimento pari al 50% della corrispondente macchina di Carnot. Si determini, specificando chiaramente i segni e il loro significato laddove necessario:

- | | |
|---|--------------------|
| a) il rendimento della macchina termica | $\eta =$ _____ |
| b) il calore totale scambiato con la sorgente a T_1 | $Q_1 =$ _____ |
| c) il calore totale scambiato con la sorgente a T_2 | $Q_2 =$ _____ |
| d) la variazione di entropia dell' Universo | $\Delta S =$ _____ |

Esercizio 6. Campo elettrico (5 punti)

Una sfera non conduttrice di raggio $R = 10$ cm e densità di carica $\rho = 1 \mu\text{C}/\text{m}^3$ è posta di fronte ad una sfera cava non conduttrice carica con $Q_2 = 2$ nC. La distanza fra i loro centri è $D = 1$ m. Determinare:

- | | |
|---|-------------------|
| a) La carica complessiva della sfera piena | $Q_1 =$ _____ |
| b) Il campo elettrico nel punto di mezzo del segmento che congiunge i due centri, in modulo, direzione e verso. | $\vec{E} =$ _____ |

Esercizio 7. Campo magnetico (5 punti)

Un filo rettilineo indefinito è percorso da una corrente $I_1 = 2$ A. Il filo è sul piano xy e la corrente scorre in verso concorde ad $\hat{y}$. Un secondo filo identico al primo viene messo sullo stesso piano, parallelo al primo filo, e ad una distanza D da esso. Determinare:

- | | |
|--|-------------------|
| a) il valore ed il verso della corrente I_2 che, scorrendo nel secondo filo, renda nullo il campo magnetico complessivo fra i due fili a distanza $D/3$ dal primo filo | $I_2 =$ _____ |
| b) in questa situazione, e dato $D = 60$ cm, determinare il campo magnetico (indicandone modulo, direzione e verso) fra i due fili e a distanza $D/2$ da entrambi | $\vec{B} =$ _____ |

Esercizio 8. Oscillazioni (5 punti)

Un pendolo semplice è costituito da una massa $m = 12$ g ed una fune inestensibile di lunghezza $l = 100$ cm. Il pendolo si muove di moto armonico ed il valore massimo dell' energia cinetica della massa è di 20 mJ. Calcolare:

- | | |
|--|-------------------|
| a) il periodo dell'oscillazione | $T =$ _____ |
| b) la quota massima raggiunta dalla massa durante il moto | $h =$ _____ |
| c) la velocità raggiunta dalla massa quando ripassa per la posizione verticale | $v =$ _____ |
| d) la tensione della corda quando la massa passa per la verticale | $T_{ens} =$ _____ |

Soluzione Esercizio 1. Cinematica (5 punti)

Prendiamo come origine della coordinata spaziale il punto in cui la moto (M) è ferma e come origine del tempo l'istante in cui il camioncino (C) la affianca.

Il moto risulta essere uniformemente accelerato per la moto M e rettilineo uniforme per il camioncino C:

$$s_C = v_C \cdot t; \quad s_M = \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

Con $v_C = 30 \text{ km/h} = 8.3 \text{ m/s}$.

a) Segue dunque, per M: $a = \frac{2s_M}{t^2} = \frac{2 \times 100}{9^2} = 2.47 \text{ m/s}^2$, che possiamo arrotondare a 2.5 m/s^2 .

b) Segue anche che, per C: $s_C = v_C t = 8.3 \times 9 = 74.7 \text{ m}$, che arrotondiamo a 75 m .

c) Per trovare la velocità di M quando supera C, devo prima calcolare il tempo t^* necessario ad M per raggiungere C, imponiamo dunque:

$$s_C = s_M \Rightarrow v_C \cdot t^* = \frac{1}{2} a \cdot t^{*2} \Rightarrow t^* = 2 \cdot v_C / a = 2 \cdot 8.3 / 2.5 = 6.6 \text{ s}$$

Dunque: $v_C = a \cdot t^* = 2.5 \cdot 6.6 = 16.5 \text{ m/s} = 59.4 \text{ km/h}$

Soluzione Esercizio 2. Energia (5 punti)

a) Dalla conservazione dell'energia meccanica si ha:

$$\frac{1}{2} k x^2 = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow v = x \cdot \sqrt{k/m} = 2 \cdot 10^{-2} \sqrt{\frac{4 \cdot 10^3}{10^{-1}}} = 4 \text{ m/s}$$

b) Sempre dalla conservazione dell'energia, si ha:

$$\frac{1}{2} k x^2 = m g h_{max} \Rightarrow h_{max} = \frac{k x^2}{2 m g} = \frac{4 \cdot 10^3 \cdot (2 \cdot 10^{-2})^2}{2 \cdot 10^{-1} \cdot 9.8} = 0.82 \text{ m}$$

c) Il lavoro fatto dalla gravità sulla pallina è resistente, dunque ci aspettiamo sia negativo. Usando il concetto di lavoro e variazione di energia potenziale gravitazionale, avremo: $L_g = -m g h_{max} / 3 = -0.1 \times 9.8 \frac{0.82}{3} = -0.27 \text{ J}$

Soluzione Esercizio 3. Urti (5 punti)

Indichiamo con v_M la velocità della macchina prima dell'urto, dunque $v_M = 50 \text{ km/h} = 13.9 \text{ m/s}$. Il moto si svolgerà tutto su un asse, che indichiamo con x, preso con verso concorde a v_M

a) Dalla conservazione della quantità di moto:

$$m_M v_M = (m_M + m_C) V \Rightarrow V = \frac{m_M}{m_M + m_C} v_M = \frac{800}{800 + 3000} \cdot 50 = 10.5 \text{ km/h} = 2.9 \text{ m/s}. \text{ Ossia: } V = 2.9 \hat{x} \text{ m/s}.$$

b) La variazione di quantità di moto complessiva del sistema è nulla, pertanto $\Delta p_M = -\Delta p_C$.

$$\Delta p_M = m_M V - m_M v_M = 800 \times (2.9 - 13.9) = -8800 \text{ Kg m/s}.$$

$$c) \Delta E_c = \frac{1}{2} (m_M + m_C) V^2 - \frac{1}{2} m_M v_M^2 = \frac{1}{2} (800 + 3000) \cdot 2.9^2 - \frac{1}{2} 800 \cdot 13.9^2 = -61.3 \text{ kJ}$$

d) L'energia persa nell'urto si trasforma in calore assorbito dall'universo. Il processo avviene a temperatura costante, per ipotesi. Pertanto:

$$\Delta S = \frac{Q}{T} = \frac{61.3 \times 10^3}{25 + 273.15} = 0.21 \text{ kJ/K}$$

Soluzione Esercizio 4. Calorimetria (5 punti)

Il sistema ghiaccio ed acqua è isolato, pertanto il calore ceduto dall'acqua viene interamente assorbito dal ghiaccio. Ma il calore che l'acqua può cedere non è abbastanza da far sciogliere tutto il ghiaccio presente. Pertanto, indicando con m_x la massa di ghiaccio che si scioglie, possiamo scrivere:

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

(dove con a abbiamo indicato ciò che riguarda l' acqua e dove $T_e = 0^\circ \text{ C}$)

$$Q_a = -m_a c_a T_a = -30 \times 1 \times 10 \text{ cal} = -300 \text{ cal.}$$

b) Dalle relazioni scritte abbiamo: $m_x = -\frac{Q_a}{\lambda_{FUS}} = \frac{300}{80} = 3.75 \text{ g.}$

In percentuale pertanto, indicando $m_G = 20 \text{ g}$:

$$p_G = \frac{m_x}{m_G} \times 100 = \frac{3.75}{20} \times 100 = 19 \%$$

c) Il calore che sarebbe servito per sciogliere tutto il ghiaccio m_G è dato da:

$$Q_2 = m_G \lambda_{FUS} = 1600 \text{ cal.}$$

Soluzione Esercizio 5. Macchine termiche e Termodinamica (5 punti)

Il rendimento della macchina termica reversibile che lavora fra le due stesse temperature è dato da:

$$\eta_C = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{300}{500} = 0.4. \text{ Dunque:}$$

$$\text{a) } \eta = 0.5 \times \eta_C = 0.2$$

b),c) Conosciamo il lavoro complessivo L svolto dalla macchina in un numero intero di cicli e il suo rendimento. Possiamo pertanto calcolare il calore assorbito dalla sorgente calda (Q_1) e quello ceduto alla sorgente fredda (Q_2):

$$Q_1 = \frac{L}{\eta} = \frac{100}{0.2} = 500 \text{ J.}$$

$$Q_2 = L - Q_1 = 100 - 500 = -400 \text{ J.}$$

d) La variazione di entropia dell' Universo è data dalla somma delle variazioni di entropia della macchina (nulla in un numero intero di cicli), della sorgente calda (negativa, perchè cede calore alla macchina) e della sorgente fredda (positiva, assorbe calore dalla macchina):

$$\Delta S = 0 - \frac{500}{500} + \frac{400}{300} = 0.33 \text{ J/K}$$

Soluzione Esercizio 6. Campo elettrico (5 punti)

a) La carica totale della sfera è data da : $Q_1 = \rho \times \frac{4}{3}\pi R^3 = 10^{-6} \times \frac{4}{3}\pi 0.1^3 = 4.19 \text{ nC}$

b) Prendiamo l' asse x lungo la congiungente i centri delle due sfere, con l' origine nel centro della sfera piena (che indichiamo con 1) e verso dalla sfera piena verso la corona sferica (che indichiamo con 2)

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = K_0 \times \left(\frac{Q_1}{(D/2)^2} (\hat{x}) + \frac{Q_2}{(D/2)^2} (-\hat{x}) \right) =$$

$$9 \times 10^9 \times \left(\frac{4.19 \times 10^{-9}}{(0.5)^2} (\hat{x}) - \frac{2 \times 10^{-9}}{(0.5)^2} (\hat{x}) \right) = \frac{9}{(0.5)^2} \times (4.19 - 2) (\hat{x})$$

$$\text{Da cui si ottiene: } \vec{E} = 78.8 \hat{x} \text{ V/m.}$$

Soluzione Esercizio 7. Campo magnetico (5 punti)

Prendiamo, come detto nel testo, l' asse y sull' asse del primo filo e positivo verso l' alto, concorde con il verso della corrente. Prendiamo l' asse z positivo uscente dal piano xy (piano dove sono i due fili). Si nota che il campo magnetico complessivo si può annullare nella regione fra i due fili solo se il verso della corrente I_2 è concorde a quello di I_1 . In tal modo sul piano (xy) e fra i due fili il campo $\vec{B}_1$ sarà diretto come $-\hat{z}$ mentre $\vec{B}_2$ sarà diretto come $\hat{z}$.

$$\text{Avremo: } \vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$$

$$\text{a) } \vec{B}(D/3) = \frac{\mu_0}{2\pi} \times \left(-\frac{I_1}{D/3} + \frac{I_2}{D-D/3} \right) (\hat{z}) = 0$$

$$\text{Da cui: } \frac{I_1}{D/3} = \frac{I_2}{D-D/3} = \frac{I_2}{2D/3} \text{ e quindi: } I_2 = 2I_1 = 4 \text{ A.}$$

$$\text{b) } \vec{B}(D/2) = \frac{\mu_0}{2\pi} \times \left(-\frac{I_1}{D/2} + \frac{I_2}{D/2} \right) (\hat{z}) = \frac{4\pi 10^{-7}}{2\pi} \times \left(-\frac{2}{0.3} + \frac{4}{0.3} \right) (\hat{z}) = 2 \times 10^{-7} \times \frac{2}{0.3} (\hat{z}) = 1.33 \mu\text{T } (\hat{z}),$$

Soluzione Esercizio 8. Oscillazioni (5 punti)

$$\text{a) Il periodo del pendolo è: } T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{1}{9.8}} = 2 \text{ s}$$

b) È nota la massima en. cinetica $E_c = 20 \text{ mJ}$, dunque: $mgh_{max} = E_c$, dove h_{max} è la quota massima. $h_{max} = \frac{E_c}{mg} = \frac{20 \times 10^{-3}}{12 \times 10^{-3}} 9.8 = 0.17 \text{ m}$

c) La velocità nella posizione verticale è massima, dunque: $v_{max}^2 = 2E_c/m$ e $v_{max} = \sqrt{2\frac{E_c}{m}} = \sqrt{2\frac{20 \times 10^{-3}}{12 \times 10^{-3}}} = 1.83 \text{ m/s}$ d) $T - mg = ma_c = m v_{max}^2/l$, $T = m(g + v_{max}^2/l) = 12 \times 10^{-3}(9.8 + 1.83^2) = 0.16 \text{ N}$.