

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

23 giugno 2014 – Scritto di Fisica

Corso di Laurea: Laurea Magistrale in FARMACIA

Nome:

Cognome:

Matricola

Aula:

Canale:

Docente:

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

Esercizio 1. Cinematica e urti. (5 punti)

Un'automobile di massa $M = 1300 \text{ kg}$ che viaggia ad una velocità di 65 km/h va a sbattere contro un albero, arrestandosi completamente in un tempo $t^* = 0.07 \text{ s}$. Si calcoli:

- l'accelerazione media del veicolo nella collisione (in unità del SI e in termini di g)
- la velocità rispetto al suolo che acquisterebbe il guidatore se non avesse la cintura allacciata
- la variazione di quantità di moto del veicolo
- la forza media esercitata dall'albero durante l'urto

Esercizio 2. Lavoro e energia (5 punti)

Una cabina di ascensore di massa $m = 750 \text{ kg}$ sta scendendo alla velocità costante $v_i = 20 \text{ km/h}$, quando il sistema di argani che ne controlla la discesa comincia a slittare, facendolo cadere con una accelerazione costante $a = \frac{g}{6}$. Durante la caduta per una distanza $d = 20 \text{ m}$, si calcoli

- il lavoro sviluppato sulla cabina dalla forza gravitazionale
- il lavoro sviluppato sulla cabina dalla forza di trazione esercitata dal cavo dell'ascensore
- il lavoro totale sviluppato sulla cabina durante la caduta
- la velocità raggiunta dalla cabina alla fine della caduta

Esercizio 3. Fluidi (5 punti)

Una pompa ha una portata di 5 l/min , ed è connessa ad un condotto orizzontale di sezione circolare inizialmente di raggio 3 cm . La densità del liquido che vi scorre è 1.056 g/cm^3 . A un certo punto a valle del condotto, si misura la velocità del fluido pari a 1.3 m/s . Si calcoli:

- la velocità con cui il fluido attraversa il tratto di condotto immediatamente successivo alla pompa
- il raggio del condotto nel tratto in cui viene misurata la velocità
- la variazione di pressione nel tratto di condotto in cui viene misurata la velocità (si dica se la pressione aumenta o diminuisce)

Esercizio 4. Calorimetria (5 punti)

In una stanza a tenuta (ossia nella quale il numero di moli di aria resta costante) di dimensioni $10 \text{ m} \times 5 \text{ m} \times 4 \text{ m}$ si trova dell'aria a temperatura ambiente pari a 25°C . Si vuole raffreddare l'aria con un blocco di ghiaccio di 10 kg posto a zero gradi Celsius. Si ricorda che il calore latente di fusione dell'acqua è $\lambda_{FUS} = 335 \text{ kJ/kg}$, il calore specifico dell'acqua è $C_{acqua} = 4186 \text{ J/(kg K)}$, il calore specifico dell'aria è 1005 J/(kg K) e la densità dell'aria è $\rho_{aria} = 1.225 \text{ kg/m}^3$. Si trovi:

- il numero di moli di gas presenti nella stanza
- la percentuale di ghiaccio che si è sciolto nel portare la temperatura dell'aria a 22°C

c) la temperatura di equilibrio del sistema

Esercizio 5. Termodinamica e macchine termiche (5 punti)

Una centrale elettrica produce 700 MW di potenza elettrica. Si consider l'impianto come una macchina di Carnot con un rendimento $\eta = 38\%$. La temperatura della sorgente a cui cede calore è $T = 25^\circ\text{C}$. Si calcoli:

- a) la temperatura della sorgente calda
- b) il calore assorbito in un giorno
- c) il calore ceduto al secondo

Esercizio 6. Campo elettrico (5 punti)

Due cariche puntiformi q_1 e q_2 si trovano, rispettivamente, nei punti di coordinate $d_1 = 10$ cm e $d_2 = 20$ cm, nel sistema di riferimento di origine O (dunque l'asse x è diretto lungo la congiungente le due cariche, con verso dalla carica q_1 verso la carica q_2). Il valore della carica in d_1 è $q_1 = 2\mu\text{C}$. Determinare:

- a) il valore della carica q_2 , con segno, tale che il campo elettrico totale in O sia nullo
- b) l'accelerazione (modulo, dir, verso) acquistata da un elettrone posto in O , in questa situazione
- c) l'accelerazione (modulo, dir, verso) acquistata da un elettrone posto in O , nella situazione in cui la carica q_2 sia stata tolta

Si ricorda che carica e massa di un elettrone valgono $e = -1.6 \cdot 10^{-19}$ C, $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31}$ kg.

Esercizio 7. Campo magnetico (5 punti)

Un conduttore rigido molto lungo orizzontale è bloccato agli estremi e percorso da una corrente i_1 . Un secondo conduttore, libero di muoversi, è parallelo al primo, posto più in alto di $d = 2$ cm e percorso da una corrente $i_2 = 10$ A. Entrambi i conduttori sono lunghi $L = 50$ m ed hanno massa $m = 4$ g. Determinare:

- a) il valore della corrente i_1 tale che il conduttore in alto rimanga sospeso e non cada per effetto della gravità
- b) il verso di percorrenza della corrente i_1 rispetto ad i_2 , spiegandone il motivo
- c) la densità di massa dei due conduttori, in kg/m e in g/m

Esercizio 8. Energia e oscillazioni (5 punti)

Un flipper è fatto da un piano privo di attrito e inclinato di 15 gradi rispetto al suolo, e una molla appoggiata su un piano orizzontale alla sua base che preme su una pallina di massa $m = 50$ g. Un giocatore all'istante $t = 0$ comprime la molla di 8 cm, e osserva che la pallina percorre una distanza $d = 1$ m sulla superficie inclinata del flipper prima di fermarsi. Si calcoli

- a) la velocità con cui si stacca dalla molla
- b) la costante elastica della molla
- c) l'istante in cui la pallina si stacca dalla molla

Soluzione Esercizio 1. Cinematica e urti (5 punti)

a) Essendo un moto uniformemente accelerato (con accelerazione negativa) si ha che la velocità istantanea è $v(t) = v_0 + at$ dunque scegliendo l'istante t^* in cui si ferma, l'equazione precedente diviene $a = -v_0/t^*$ essendo $v(t^*) = 0$. Si ottiene $a = 258.6 \text{ m/s}^2$, o analogamente $a = 26.3g$.

b) Il guidatore se non fosse vincolato al mezzo, acquisterebbe la stessa velocità che aveva l'automobile prima dell'urto: $v = v_i = 65 \text{ km/h}$.

c) la variazione di quantità di moto è $-Mv_i = -23.5 \times 10^3 \text{ kg m/s}$

d) L'impulso ricevuto dalla macchina è $I = Ft^*$ dove F è la forza media esercitata dall'albero nell'intervallo di tempo t^* della collisione. Visto che l'impulso I è pari alla variazione della quantità di moto, si avrà che la forza media esercitata dall'albero sarà $F = 335 \times 10^3 \text{ N}$.

Soluzione Esercizio 2. Lavoro e Energia (5 punti)

a) tenendo conto che lo spostamento $\vec{d}$ della cabina e la forza peso $\vec{P}$ sono due vettori paralleli, si ottiene per il lavoro $L_P = mgd\cos(0) = 147 \text{ kJ}$.

b) proiettando il secondo principio della dinamica lungo la direzione verticale (scegliendo come verso positivo quello verso il basso) e denotando la tensione come T , si ottiene $P - T = ma$ dunque $T = P - ma$. Si ottiene il lavoro $L_T = Td\cos(180) = m(g - a)d\cos(180)$, che considerando $a = g/6$ porta a $L_T = -123 \text{ kJ}$.

c) il lavoro totale risulta essere la somma dei lavori svolti sulla cabina dalle varie forze: $L = L_P + L_T = 24 \text{ kJ}$

d) l'energia cinetica finale si ricava dal teorema dell'energia $K_f = K_i + L = 36 \text{ kJ}$, da cui si ottiene $v_f = 9.8 \text{ m/s}$.

Soluzione Esercizio 3. Fluidi (5 punti)

a) La portata è legata alla velocità del fluido e alla sezione del condotto: $Q = Av = \pi r^2 v$ da cui $v = 2.9 \text{ cm/s}$

b) la portata si conserva dunque $Q = \pi r^2 v = \pi r'^2 v'$ da cui si ottiene ponendo $v' = 1.3 \text{ cm/s}$, $r' = 4.5 \text{ cm}$

c) la variazione di pressione è positiva (la pressione aumenta, la velocità diminuisce). Infatti da Bernoulli si ha $p + 1/2\rho v^2 = p' + 1/2\rho v'^2$ da cui $\Delta p = 1/2\rho(v^2 - v'^2) = 0.35 \text{ Pa}$.

Soluzione Esercizio 4. Calorimetria (5 punti)

a) dall'equazione dei gas perfetti $PV = nRT$ si ottengono il numero di moli $n = 8170$.

b) è dato il calore specifico ma non il calore molare. Bisogna dunque ricavarsi la massa del gas contenuto nella stanza $m = \rho_{aria} * V = 245 \text{ kg}$. La percentuale α di ghiaccio sciolto per raffreddare l'aria nella stanza si ottiene equiparando il calore ceduto dal ghiaccio con quello assorbito dall'aria $Q_{aria} + Q_{ghiaccio} = 0$ da cui $m_{aria}C_V^{aria}\Delta T = \alpha m_{ghiaccio}\lambda_{FUS}$ e dunque $\alpha = \frac{m_{aria}C_V^{aria}\Delta T}{m_{ghiaccio}\lambda_{FUS}} = 22\%$. Riportiamo che $Q_{aria} = 739 \text{ kJ}$ e la massa di ghiaccio sciolto 2.2 kg .

c) dalla soluzione del punto precedente si ricava anche che quando il ghiaccio si scioglie completamente, la temperatura dell'aria è di circa 11 C . L'equilibrio termico tra acqua e aria si raggiunge dunque quando entrambe avranno raggiunto la stessa temperatura. Dall'equazione dello scambio di calore $Q_{aria} + Q_{acqua} = 0$ dunque $m_{aria}C_{aria}(T_f - T_{i,aria}) + m_{ghiaccio}\lambda + m_{acqua}C_{acqua}(T_f - T_{i,acqua})$ si ottiene che $T_f = 9 \text{ C}$

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

a) La temperatura della sorgente calda si ottiene usando per il rendimento la seguente espressione:
 $\eta = 1 - \frac{T_F}{T_C}$ dunque $T_C = \frac{T_F}{1-\eta} = 481 \text{ K}$.

b) il lavoro compiuto in un giorno si esprime come $L = P \cdot 86400 = 60.5 \times 10^{12} \text{ J} = 60.5 \text{ TJ}$. Dove 86400 sono i secondi in un giorno ($24 \times 60 \times 60$) Il calore assorbito si ottiene con $Q_{ass} = \frac{L}{\eta} = 159 \times 10^{12} \text{ J} = 159 \text{ TJ}$.

c) il calore ceduto si ottiene dall'espressione per il rendimento $\eta = 1 - \frac{|Q_{ced}|/\Delta t}{Q_{ass}/\Delta t}$ dunque $Q_{ced}/\Delta t = (1 - \eta)Q_{ass}/\Delta t = 1140 \text{ MW}$.

Soluzione Esercizio 6. Campo elettrico (5 punti)

Indichiamo con $k_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ m/F}$.

a) Il campo elettrico complessivo in O è dato da: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = k_0 \times (\frac{q_1}{d_1^2} + \frac{q_2}{d_2^2})(-\hat{x})$

avendo preso l'asse x sulla congiungente le due cariche, origine in O e verso da q_1 a q_2 . Il campo generato da q_1 in O è diretto nel verso negativo delle x (uscendo da q_1).

Affinchè il campo complessivo si annulli innanzitutto la carica q_2 deve avere segno opposto a q_1 in modo che il campo $\vec{E}_2$ possa essere opposto ad $\vec{E}_1$. Inoltre:

$\frac{q_1}{d_1^2} - \frac{|q_2|}{d_2^2} = 0$, ossia: $\frac{|q_2|}{q_1} = \frac{d_2^2}{d_1^2} = \frac{20^2}{10^2} = 4$. Dunque: $q_2 = -8 \mu\text{C}$.

b) In questa situazione, essendo il campo elettrico in O nullo, la forza su un elettrone in O è nulla.

c) Tolta la carica q_2 , il campo in O è dato da: $\vec{E}_1 = k_0 \times (\frac{q_1}{d_1^2})(-\hat{x})$. E la forza sull'elettrone:
 $\vec{F} = e \vec{E}_1 = m \vec{a}$.

Il campo in modulo vale: $E_1 = 9 \times 10^9 \times (\frac{2 \times 10^{-6}}{0.1^2}) = 1.8 \times 10^6 \text{ V/m}$. L'accelerazione vale: $\vec{a} = \frac{e \vec{E}_1}{m}$. Parallela ad x e nel verso $\hat{x}$, ossia opposta al campo (carica e negativa).

In modulo: $a = \frac{|e| E_1}{m} = \frac{1.6 \cdot 10^{-19} \times 1.8 \times 10^6}{9.11 \cdot 10^{-31}} = 3.2 \times 10^{17} \text{ m/s}^2$

Soluzione Esercizio 7. Campo magnetico (5 punti)

a) Il conduttore in alto, libero di muoversi, risente del campo magnetico generato dal primo: il campo magnetico generato dal primo (quello in basso) è dato dalla formula di Biot-Savart, la forza che esso esercita sul secondo conduttore e una (quello in alto) è data dalla seconda formula di Laplace. $B_1 = \mu_0 i_1 / (2\pi d)$ e $F_{12} = i_2 L B_1$, dove L è la lunghezza del secondo conduttore. Su questo agisce la forza di gravità mg , verso il basso, e la forza F_{12} . Affinchè esso non cada, deve aversi $F_{12} - mg = 0$, dove il riferimento è stato preso positivo verso l'alto.

b) Affinchè F_{12} sia diretta verso l'alto il verso della corrente i_1 deve essere **discorde** ad i_2 , ossia i due conduttori devono respingersi.

a) Si ricava: $\mu_0 i_1 i_2 L / (2\pi d) = mg$, da cui, esplicitando rispetto a i_1 si ha:

$$i_1 = mg 2\pi d / (\mu_0 i_2 L) = \frac{4 \times 10^{-3} \times 9.8 \times 2\pi \times 2 \times 10^{-2}}{4\pi \times 10^{-7} \times 10 \times 50} = 7.84 \text{ A}.$$

c) $\lambda = \frac{m}{L} = \frac{4 \times 10^{-3}}{50} = 8 \times 10^{-5} \text{ kg/m} = 0.08 \text{ g/m}$.

Dunque $\lambda_1 = 8 \times 10^{-5} \text{ kg/m}$. $\lambda_2 = 8 \times 10^{-2} \text{ g/m}$.

Soluzione Esercizio 8. Energia e Oscillazioni (5 punti)

a) la velocità si ottiene dalla conservazione dell'energia, tra l'istante in cui la pallina si stacca dalla molla, e quello in cui arriva ferma ad una distanza d dall'inizio del piano inclinato, e dunque ad un'altezza $h = d \sin(15) = 0.26 \text{ m}$. Dunque si ha $1/2 mv^2 = mgh$ da cui $v = 2.3 \text{ m/s}$.

b) la costante elastica della molla si ricava anch'essa dalla conservazione dell'energia $1/2 mv^2 = 1/2 kx^2$ da cui $k = 41 \text{ N/m}$

c) il tempo necessario al distacco è un quarto del periodo dell'oscillazione, dunque $\omega = \sqrt{k/m} = 29\text{s}^{-1}$ e $t = T/4 = \pi/2\omega = 0.054\text{s}$.

Vedetelo così: dalle equazioni del moto.

Siccome la molla viene compressa di D (8 cm). Allora, con x ovviamente parallela al piano: $x(t) = D \cos(\omega t + \phi)$

Al tempo $t=0$ mettiamo $x(t) = 0$ così al tempo di stacco $x(t_s) = D$ (la pallina si stacca quando la molla si riallunga di D).

Da queste due viene:

$x(0)=0$ porta a $\phi = \pm \pi/2$ (il coseno deve dare 0 e $\omega t=0$)

$x(t_s)=D$. Ora ϕ lo sappiamo, il coseno deve dare 1 e dunque $\omega t_s + \phi = \omega t_s + \pi/2 = 0$. E $t_s = -\phi/\omega$.

Per averlo positivo prendiamo $\phi = -\pi/2$ e viene

$t_s = \pi/2\omega$

(Siccome $T = 2\pi/\omega$ il valore trovato corrisponde ad $1/4$ di periodo).

Detto questo: il ragionamento veloce è che si deve passare da $x=0$ a $x=D$ (ossia il massimo), allora il coseno deve passare da zero ad 1 e questo avviene in un quarto di periodo.