Facoltà di Farmacia e Medicina - A.A. 2017-2018
23 Gennaio 2018 – Scritto di Fisica

Corso di Laurea: Laurea Magistrale in CTF

Nome: **Cognome:**

Matricola: **Data appello orale:**

Canale **Docente:**

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

Esercizio 1. Cinematica

Un ragazzo nota a 30 metri da sé un pallone che a velocità costante di 50 km/h si muove raso-terra verso di lui. Egli scappa in direzione opposta con un'accelerazione costante di 3 m/s^2. Dopo quanto tempo il pallone colpisce il ragazzo? (si trascurino gli attriti.) $t =$ _________

Esercizio 2. Dinamica

Una molla di massa trascurabile, di costante elastica 65 N/m, è attaccata al soffitto ad una estremità mentre all'altra ha attaccata una pallina di massa 200 grammi. Alla pallina è attaccata una seconda molla identica alla prima ed all'altra estremità di questa vi è una seconda pallina identica alla prima. Di quanto è allungata ciascuna molla all'equilibrio? $\Delta x_1 =$ ______; $\Delta x_2 =$ ______

Esercizio 3. Urti ed Energia

Una sfera di massa m_1 scende lungo una guida curvilinea partendo da un'altezza di 30 cm e nel punto più basso colpisce una seconda pallina di massa $2/3m_1$, inizialmente ferma, con un urto perfettamente elastico. Sino a che quota sale lungo la guida la seconda pallina? $h =$ _________

Esercizio 4. Fluidi

Un bicchiere di carta di massa 50 grammi, approssimativamente cilindrico di base 12.5 cm^2 ed altezza 10 cm, è appoggiato sul pelo dell'acqua di una bacinella. Quanta acqua si può versare nel bicchiere senza che questo affondi completamente? $V_{H2O} =$ _________

Esercizio 5. Calorimetria

Una barra di ferro di 2.25 kg (c_{Fe}=450 J/(Kg·K)), alla temperatura iniziale di 500 °C, viene gettato in un secchio contenente 30.0 Kg d'acqua alla temperatura di 20.0 °C. Qual è la temperatura finale del sistema T_f? (Si trascuri il calore specifico del contenitore e la quantità d'acqua vaporizzata nell'immersione)

$T_f =$ _________

Esercizio 6. Campo elettrico

Una sfera isolante solida di raggio r_1=1.0 m ha una densità di volume di carica uniforme e carica positiva pari a 5.0 nC. La sfera è contenuta in un guscio conduttore ad essa concentrico, avente raggio interno r_2=2 m e raggio esterno r_3= 3 m. Calcolare il campo elettrico ad una distanza di 0.5, 1.5 e 2.5 m dal centro della sfera.

$E(0.5\ m) =$ ________; $E(1.5\ m) =$ ________; $E(2.5\ m) =$ ________

Esercizio 7. Campo magnetico

In un selettore di velocità, ad una particella carica positivamente e diretta verso l'alto vengono applicati un campo elettrico uniforme diretto verso destra ed un campo magnetico B uniforme e orientato in modo tale che la forza magnetica sia diretta verso sinistra. Come è diretto il campo magnetico? Se il modulo di B è pari a 20 mT, calcolare il campo elettrico E per il quale una particella con velocità $v = 2.1 \cdot 10^7$ m/s non viene deflessa.

$E =$ _________

Esercizio 8. Onde

Una corda viene eccitata a una frequenza di 10.0 Hz. L'ampiezza del moto è 15.0 cm e la velocità di propagazione dell'onda è 23.0 m/s. L'onda è tale che per x=0 e t=0 l'ampiezza dell'onda è massima. Scrivere un'espressione per la funzione d'onda e determinare la pulsazione ω ed il numero d'onda k per essa.

$\omega =$ ______; $k =$ ______

Soluzioni

Esercizio 1. Cinematica

Ponendo l'asse x con lo zero nel punto in cui si trova il pallone ed il verso positivo dell'asse verso dove si trova il ragazzo, la legge oraria dei due sarà (moto rettilineo uniforme per il pallone e moto uniformemente accelerato per il ragazzo):

$$x_P(t) = v_{0,P}\ t \qquad x_R(t) = x_{0,R} + \frac{1}{2}at^2 \tag{1}$$

e la soluzione si trova ugliando le due posizioni, ovvero per $x_P = x_R$. L'istante di tempo in cui si incrociano è una delle due soluzioni dell'equazione di secondo grado

$$\frac{1}{2}at^2 - v_{0,P}t + x_{0,R} = 0 \tag{2}$$

e vale t=3.4 s. (L'altra soluzione è l'istante in cui il ragazzo ri-raggiunge il pallone dopo che quest'ultimo lo ha superato.)

Esercizio 2. Dinamica

Per risolvere l'esercizio si considerino le forze agenti sulle due palline, considerando che su di esse agiscono sia forze peso che forze elastiche dovute all'allungamento delle molle (x_1 e x_2). Sulla pallina più in alto (1) e su quella più in basso (2) il bilanciamento delle forze all'equilibrio (assumendo un asse y positivo verso l'alto) sarà

$$kx_1 - kx_2 - mg = 0 \qquad kx_2 - mg = 0\ . \tag{3}$$

Ricavando dalla seconda x_2 e sostituendolo nella prima si ottiene

$$x_2 = \frac{mg}{k} = 3\ \text{cm} \qquad x_1 = \frac{2mg}{k} = 2x_2 = 6\ \text{cm}\ . \tag{4}$$

Esercizio 3. Urti ed Energia

Scendendo dalla quota di partenza la prima pallina acquisisce una certa energia cinetica, che nel punto più basso si ricava dalla conservazione dell'energia

$$mgh_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 \qquad v_1 = \sqrt{2gh_1} = 2.4\ m/s\ . \tag{5}$$

Nell'urto elastico si conserva la quantità di moto e l'energia cinetica del sistema formato dalle due palline (di cui la seconda inizialmente ferma, $v_2 = 0$) quindi la velocità con cui esce dall'urto la seconda pallina è

$$v_2' = \frac{2m_1v_1}{m_1 + m_2} = \frac{2m_1\sqrt{2gh_1}}{m_1(1+\frac{2}{3}})) = \frac{6\sqrt{2gh_1}}{5} = 2.9\ m/s\ . \tag{6}$$

Dalla conservazione dell'energia possiamo calcolare l'altezza h_2 a cui arriva questa seconda pallina dopo l'urto

$$\frac{1}{2}m_2v_2'^2 = m_2gh_2 \qquad h_2 = \frac{v_2'^2}{2g} = 43.2\ cm\ . \tag{7}$$

Esercizio 4. Fluidi

Posto che il volume del bicchiere vale $V_B = base \times altezza = 12.5 \cdot 10^{-5}\ cm^3$, il caso limite è quello in cui il bicchiere, con l'acqua al suo interno, è totalmente immerso in acqua (sino a quando essa raggiunge il bordo). In tal caso, perché si abbia l'equilibrio, la spinta di Archimede deve bilanciare il peso del bicchiere e dell'acqua al suo interno

$$F_A - m_Bg - M_{H_2O}g = \rho_{H_2O}V_Bg - m_Bg - M_{H_2O}g = 0 \qquad M_{H_2O} = \rho_{H_2O}V_B - m_B \tag{8}$$

che corrisponde ad un volume di acqua

$$V_{H_2O} = \frac{M_{H_2O}}{\rho_{H_2O}} = V_B - \frac{m_B}{\rho_{H_2O}} = 7.5\ cl\ . \tag{9}$$

Esercizio 5. Calorimetria

L'energia rilasciata dalla barra raffreddandosi è uguale all'energia ceduta all'acqua:

$$m_{Fe} \cdot c_{Fe} \cdot (T_{Fe} - T_f) = m_A \cdot c_A \cdot (T_f - T_A) \tag{10}$$

Ne consegue che

$$T = \frac{m_{Fe} \cdot c_{Fe} \cdot T_{Fe} + m_A \cdot c_A \cdot T_A}{m_{Fe} \cdot c_{Fe} + m_A \cdot c_A} = 297 \text{ K} = 24\ ^{\circ}\text{C} \tag{11}$$

Esercizio 6. Campo elettrico

Innanzitutto, definiamo la densità di carica ρ della sfera isolante di raggio r_1:

$$\rho = \frac{Q}{V_{\text{sfera}}} = \frac{3}{4\pi} \cdot \frac{Q}{r_1^3} \tag{12}$$

Un punto a 0.5 m dal centro della sfera si trova all'interno di quest'ultima. Pertanto, il campo elettrico si calcola applicando il teorema di Gauss a una sfera di raggio r=0.5 m,

$$E(r = 0.5 \text{ m}) = k \cdot \frac{q_{\text{int}}}{r^2} \tag{13}$$

stando bene attenti a considerare che la carica interna alla sfera di Gauss è pari a

$$q_{\text{int}} = \rho \cdot \frac{4\pi}{3} r^3 = \frac{3}{4\pi} \cdot \frac{Q}{r_1^3} \cdot \frac{4\pi}{3} r^3 = Q \cdot \left(\frac{r}{r_1}\right)^3 \tag{14}$$

Ne consegue che

$$E(r = 0.5 \text{ m}) = k \cdot Q \cdot \left(\frac{r}{r_1}\right)^3 \cdot \frac{1}{r^2} = k \cdot \frac{Q}{r_1^3} \cdot r = 9.0 \cdot 10^9 \cdot \frac{5.0 \cdot 10^{-9}}{1.0^3} \cdot 0.5 \frac{\text{V}}{\text{m}} = 22 \frac{\text{V}}{\text{m}} \tag{15}$$

Per quanto riguarda il campo in r=1.5 m, bisogna nuovamente applicare il teorema di Gauss, considerando però che in questo caso tutta la sfera isolante è contenuta nella superficie di Gauss:

$$E(r = 1.5 \text{ m}) = k \cdot \frac{Q}{r^2} = 9.0 \cdot 10^9 \cdot \frac{5.0 \cdot 10^{-9}}{(1.5)^2} \frac{\text{V}}{\text{m}} = 20 \frac{\text{V}}{\text{m}} \tag{16}$$

Infine, in $r = 2.5$ m ci troviamo all'interno di una sfera conduttrice in equilibrio elettrostatico, per cui il campo elettrico è nullo.

Esercizio 7. Campo magnetico

Prima di tutto, nella configurazione indicata nel testo, per avere una forza magnetica diretta verso sinistra è necessario che il campo magnetico sia diretto "verso l'interno della pagina". Se poi non vogliamo che la particella venga deflessa a seguito dell'effetto combinato del campo elettrico e di quello magnetico, la risultante delle forze deve essere nulla. Ne consegue che dobbiamo avere

$$\sum F = qE - qvB = 0 \tag{17}$$

dove q è la carica della particella. Da questa condizione si ricava facilmente il valore del modulo del campo elettrico:

$$E = vB = 2.1 \cdot 10^7 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \frac{\text{V}}{\text{m}} = 4.2 \cdot 10^5 \frac{\text{V}}{\text{m}} \tag{18}$$

Esercizio 8. Onde

La generica espressione per la funzione d'onda è

$$y = A \cdot \sin(kx - \omega t - \phi) \tag{19}$$

dove A è l'ampiezza massima dell'onda e ϕ è la fase. Quest'ultima è determinata dalla condizione per cui l'ampiezza dell'onda è massima per $x = 0$ e $t = 0$, da cui si ricava che $\phi = \frac{\pi}{2}$ e

$$y = A \cdot \cos(kx - \omega t) \tag{20}$$

Per ω e k si ha, rispettivamente,

$$\omega = 2\pi \cdot f = 62.8 \frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s}} \tag{21}$$

e

$$k = \frac{\omega}{v} = 2.73 \frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{m}} \tag{22}$$

(dove f e v sono la frequenza e la velocità di propagazione dell'onda). La funzione d'onda può dunque essere riscritta come

$$y = (0.150\ \mathrm{m}) \cdot \cos\left[\left(2.73 \frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{m}}\right) \cdot x - \left(62.8 \frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s}}\right) \cdot t\right] \tag{23}$$