

# Facoltà di Farmacia e Medicina - A.A. 2019-2020

## 13 luglio 2020 – Scritto di Fisica

### Corso di Laurea: Laurea Magistrale in CTF

- Si ricorda di NON uscire dall'interfaccia di exam.net durante l'esame. Si sconsiglia in particolare l'uso dei tasti ESC e TAB.
- In caso di uscita involontaria seguite le istruzioni che compariranno sullo schermo e attendete l'intervento del docente.
- Compilare l'esame su carta. Al termine della prova scansarlo col cellulare, seguendo le indicazioni riportate su exam.net.

#### Esercizio 1. Dinamica

Uno sciatore scivola lungo un pendio inclinato di  $\theta=45^\circ$  rispetto all'orizzontale. Alla fine del pendio vi è un salto di 5 m (con una parete verticale) per raggiungere un tratto pianeggiante (ovvero parallelo all'orizzontale). Sapendo che lo sciatore arriva al bordo del pendio con una velocità in modulo uguale a  $v = 15$  m/s, a quale distanza  $d$  dalla parete verticale lo sciatore termina il suo salto?  $d =$  \_\_\_\_\_

#### Esercizio 2. Urti ed Energia

Una biglia di massa  $m = 12$  g si trova inizialmente a contatto con una molla di costante elastica  $K = 750$  N/m, compressa di  $\Delta x=16$  cm. La molla viene improvvisamente lasciata libera di muoversi, sparando la biglia a una velocità  $v$  su un piano orizzontale privo di attrito. Calcolare  $v$ . In fondo al piano la biglia va a urtare contro un blocco di paraffina, entro cui penetra fino a una profondità  $d = 42$  cm prima di fermarsi. Determinare la forza media  $\bar{F}$  che la paraffina esercita sulla biglia per causarne l'arresto.  $v =$  \_\_\_\_\_;  $\bar{F} =$  \_\_\_\_\_

#### Esercizio 3. Fluidi

Un uomo di massa  $M = 90$  kg costruisce una zattera con tronchi di diametro  $d= 0.3$  m e lunghi  $l = 1.5$  m. Sapendo che la densità del legno  $\rho_{\text{legno}}= 758$  kg/m<sup>3</sup> quanti tronchi  $n$  sono necessari a tenere a galla l'uomo (si trascuri il peso del materiale che serve a tenere uniti i tronchi).  $n =$  \_\_\_\_\_

#### Esercizio 4. Termodinamica

Un recipiente cubico di lato 84 cm contiene 240 litri di acqua alla temperatura  $T_1 = 22$  °C. Si vuole riempire il recipiente fino all'orlo con altra acqua al fine di ottenere una temperatura finale all'equilibrio  $T_{eq} = 35$  °C. Qual è la temperatura  $T_2$  dell'acqua che va aggiunta?  $T_2 =$  \_\_\_\_\_

#### Esercizio 5. Campo Elettrico

Due sfere metalliche identiche con carica  $Q_A= 1.5 \cdot 10^{-6}$  C e  $Q_B= -1.1 \cdot 10^{-6}$  C sono poste in un piano nei punti individuati dalle coordinate (-1, 0) m (per la carica  $Q_A$ ) e (3, 0) m (per quanto riguarda  $Q_B$ ). Sapendo che il raggio delle sfere è trascurabile rispetto alla loro distanza, calcolare il campo elettrico  $\vec{E}_1$  nel punto P (1, -1) m (modulo direzione e verso). Successivamente la sfere cariche vengono poste a contatto, per essere poi riportate nelle loro posizioni originarie. Calcolare il campo elettrico  $\vec{E}_2$  nel medesimo punto (1, -1) m.  $\vec{E}_1 =$  \_\_\_\_\_;  $\vec{E}_2 =$  \_\_\_\_\_

#### Esercizio 6. 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 sinistra ed un campo magnetico  $B$  uniforme e orientato in modo tale che la forza magnetica sia diretta verso destra. Come è diretto il campo magnetico? Se il modulo di  $B$  è pari a 44 mT, calcolare il campo elettrico  $E$  per il quale una particella con velocità  $v = 6.7 \cdot 10^7$  m/s non viene deflessa.  $E =$  \_\_\_\_\_

## Soluzioni

### Esercizio 1. Dinamica

Con un'opportuna scelta del sistema di riferimento possiamo scrivere

$$\begin{cases} a_x = 0 \rightarrow v_x = v \cos \theta \rightarrow x = v \cos \theta t \\ a_y = -g \rightarrow v_y = -v \sin \theta - gt \rightarrow y = h - v \sin \theta t - \frac{1}{2}gt^2 \end{cases} \quad (1)$$

Otteniamo quindi l'equazione della parabola

$$y = h - \tan \theta x - \frac{1}{2} \frac{g}{(v \cos \theta)^2} x^2. \quad (2)$$

La distanza  $d$  si ottiene imponendo  $y = 0$ , da cui si ricava (la soluzione negativa non ha senso fisico)

$$d = \frac{-v^2 \cos \theta \sin \theta + \sqrt{v^4 (\cos \theta \sin \theta)^2 + 2v^2 gh \cos^2 \theta}}{g} = 4.2 \text{ m}. \quad (3)$$

### Esercizio 2. Urti ed Energia

La velocità raggiunta dalla biglia una volta esauritasi la spinta esercitata dalla molla si può ricavare dall'equazione

$$\frac{1}{2} K \Delta x^2 = \frac{1}{2} m v^2 \rightarrow v = \sqrt{\frac{K}{m}} \Delta x = 40 \text{ m/s} \quad (4)$$

D'altro canto, la paraffina esercita sulla biglia una forza non conservativa, che causa la conversione dell'energia cinetica posseduta dalla biglia in energia interna e, conseguentemente, porta la biglia a rallentare fino a fermarsi. L'energia dissipata a causa dell'azione della forza non conservativa è quindi pari a

$$\bar{F} \cdot d = \frac{1}{2} m v^2 \quad (5)$$

da cui si ricava

$$\bar{F} = \frac{\frac{1}{2} m v^2}{d} = 23 \text{ N}. \quad (6)$$

### Esercizio 3. Fluidi

Il numero minimo di tronchi  $n^*$  si ottiene imponendo la "condizione peggiore", ovvero quando i tronchi sono completamente sommersi. In tale condizione la forza di Archimede deve bilanciare il peso dell'uomo e della zattera. Pertanto si ha

$$n^* \rho_{\text{acqua}} V g = M g + n^* \rho_{\text{legno}} V g \quad [\text{con } V = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 l = 0.11 \text{ m}^3] \quad (7)$$

da cui si arriva a

$$n^* = \frac{M}{(\rho_{\text{acqua}} - \rho_{\text{legno}}) V} = 3.6 \quad (8)$$

Visto che il numero di tronchi deve essere intero, il numero di tronchi necessario per tenere a galla l'uomo è  $n = 4$ .

### Esercizio 4. Termodinamica

Il volume del recipiente è pari a  $V_{\text{tot}} = l^3 = (0.84 \text{ m})^3 = 0.593 \text{ m}^3$ , corrispondenti a 593 L. L'acqua che va aggiunta al volume iniziale  $V_1 = 240 \text{ L}$  per riempire il recipiente fino all'orlo è dunque pari a  $V_2 = 353 \text{ L}$ . Ne consegue che il calore scambiato tra l'acqua che viene aggiunta e quella inizialmente presente nel contenitore rispetta l'equazione

$$Q_1 = m_1 c_{H_2O} (T_{eq} - T_1) = -Q_2 = m_2 c_{H_2O} (T_2 - T_{eq}) \quad (9)$$

da cui si ottiene

$$\rho_{H_2O} V_1 c_{H_2O} (T_{eq} - T_1) = \rho_{H_2O} V_2 c_{H_2O} (T_2 - T_{eq}) \rightarrow V_1 (T_{eq} - T_1) = V_2 (T_2 - T_{eq}) \quad (10)$$

e quindi

$$(V_1 + V_2)T_{eq} = V_1T_1 + V_2T_2 \rightarrow T_2 = \frac{V_{tot}T_{eq} - V_1T_1}{V_2} = 317 \text{ K oppure } 44 \text{ }^\circ\text{C.} \quad (11)$$

### Esercizio 5. Campo Elettrico

Le due cariche sono equidistanti dal punto  $P$  (con  $r_A^2 = r_B^2 = r^2 = 5 \text{ m}^2$ ) e i campi elettrici  $\vec{E}_A$  e  $\vec{E}_B$  formano, rispettivamente, gli angoli  $\beta = \arctan(-\frac{1}{2}) = -26.6^\circ$  e  $\theta = \arctan(\frac{1}{2}) = 26.6^\circ$  con l'asse  $x$ . I moduli dei campi elettrici invece valgono

$$\begin{cases} |\vec{E}_A| = \frac{Q_A}{4\pi\epsilon_0 r^2} = 2.7 \cdot 10^3 \text{ N/C} \\ |\vec{E}_B| = \frac{Q_B}{4\pi\epsilon_0 r^2} = 2.0 \cdot 10^3 \text{ N/C} \end{cases} \quad (12)$$

Il campo elettrico risultante si trova quindi sommando le componenti dei campi e risulta essere

$$\vec{E}_1 = [(|\vec{E}_A| + |\vec{E}_B|) \cos \theta \hat{u}_x + (|\vec{E}_B| - |\vec{E}_A|) \sin \theta \hat{u}_y] = [(4.2 \cdot 10^3 \text{ N/C})\hat{u}_x - (0.3 \cdot 10^3 \text{ N/C})\hat{u}_y] \quad (13)$$

Tale campo ha modulo  $|\vec{E}_1| = 4.2 \cdot 10^3 \text{ N/C}$  e forma con l'asse  $x$  l'angolo  $\alpha = -4.1^\circ$ .

Dopo il contatto le sfere avranno la stessa carica  $Q = \frac{(Q_A + Q_B)}{2} = 0.2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ . Essendo le cariche equidistanti dal punto  $P$ , i moduli dei campi elettrici da esse generati risultano essere di uguale modulo, pari a  $|\vec{E}_A| = |\vec{E}_B| = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} = 0.36 \cdot 10^3 \text{ N/C}$ . Le componenti  $x$  dei campi elettrici ora si annullano, e il campo elettrico risulta essere diretto lungo la direzione negativa dell'asse  $y$ :

$$\vec{E}_2 = -(|\vec{E}_A| + |\vec{E}_B|) \sin \theta \hat{u}_y = -(0.32 \cdot 10^3 \text{ N/C})\hat{u}_y \quad (14)$$

Tale campo ha naturalmente modulo  $|\vec{E}_2| = 0.32 \cdot 10^3 \text{ N/C}$ .

### Esercizio 6. Campo Magnetico

Prima di tutto, nella configurazione indicata nel testo, per avere una forza magnetica diretta verso destra è necessario che il campo magnetico sia diretto "verso l'esterno 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

$$\sum F = qE - qvB = 0 \quad (15)$$

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

$$E = vB = 6.7 \cdot 10^7 \cdot 44 \cdot 10^{-3} \frac{\text{V}}{\text{m}} = 2.9 \cdot 10^6 \frac{\text{V}}{\text{m}} \quad (16)$$