Facoltà di Farmacia e Medicina - A.A. 2019-2020
22 giugno 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 scansionarlo col cellulare, seguendo le indicazioni riportate su exam.net.**

Esercizio 1. Dinamica

Un giocatore di football americano lancia il pallone con un angolo di 36^o rispetto al suolo e una velocità iniziale v_p = 88 Km/h. Un suo compagno, che inizialmente si trova 28 m più in avanti rispetto al giocatore che lancia la palla, inizia a correre nello stesso istante in cui parte il lancio. A che velocità v_g (che supponiamo costante) dovrà correre questo secondo giocatore per riuscire a prendere il pallone un momento prima che tocchi terra? A che distanza d dal punto iniziale avverrà la presa? v_g= ______; d= ______

Esercizio 2. Urti ed Energia

Un corpo A di massa M=1.5 Kg può scorrere su un piano orizzontale caratterizzato da un coefficiente di attrito dinamico μ=0.2. Il corpo A, inizialmente fermo, viene colpito da un proiettile di massa m=100 g che viaggia, nell'istante dell'urto, parallelamente al piano con velocità v_0 = 80 m/s. In seguito all'urto il proiettile rimane conficcato nel corpo A e insieme si muovono sul piano. A distanza L=4.08 m dalla posizione iniziale di A si trova una molla a riposo di costante elastica K=100 N/m (il cui estremo più lontano da A è collegato ad una parete di massa infinita). Determinare la velocità v_f con cui il corpo A e il proiettile raggiungono l'estremo più vicino della molla e la compressione massima della molla. v_f= ______; d= ______

Esercizio 3. Fluidi

Un cilindro galleggia in acqua con l'82% del suo volume al di sotto della superficie dell'acqua. Lo stesso cilindro galleggia in un fluido sconosciuto con il 32% del volume al di sopra della superficie del fluido. Determinare la densità del cilindro (ρ_c) e quella del fluido (ρ_f). ρ_c= ______; ρ_f= ______

Esercizio 4. Termodinamica

Un gas perfetto inizialmente nello stato A caratterizzato dalla temperatura T_A= 27 °C, pressione P_A=1 atm e volume V_A= 1 L, può essere portato nello stato B caratterizzato da $T_B = T_A$ e $PB = P_A/2$ attraverso le seguenti trasformazioni: (1) Una trasformazione isoterma. (2) Una trasformazione isobara seguita da una isocora (3) Una trasformazione isocora seguita da una isobara. Disegnare le trasformazioni nel piano di Clapeyron. Supponendo che le trasformazioni siano reversibili, determinare: (a) la variazione di energia interna e (b) il lavoro compiuto dal gas per le trasformazioni 1,2,3. $\Delta U_{1,2,3}$= ______; $L_{1,2,3}$= ______

Esercizio 5. Campo Elettrico

Un condensatore ad armature piane di superficie A = 12 cm^2, distanti d = 0.16 cm, è caricato con carica Q = 3.1 nC. Determinare la velocità v che acquisterebbe un elettrone andando dall'armatura negativa a quella positiva. v = ________

Esercizio 6. Campo Magnetico

Una spira quadrata, di lato a=10 cm e percorsa dalla corrente i = 100 mA, ha uno dei suoi lati posto a distanza L= 5 cm da un filo rettilineo indefinito percorso dalla corrente I = 200 mA. La spira e il filo giacciono sullo stesso piano, e la corrente nel lato della spira vicino al filo è concorde con la corrente che scorre nel filo stesso. Assumendo che la spira e il filo siano indeformabili, determinare modulo, direzione e verso della forza netta che la spira esercita sul filo. $\overrightarrow{F}$ = ________

Soluzioni

Esercizio 1. Dinamica

Dalle condizioni iniziali e dalla seconda legge di Newton in presenza della sola accelerazione di gravità si ricavano le equazioni del moto del pallone. Per la velocità si ha

$$\begin{cases} v_p^x = v_p \cos(\theta) \\ v_p^y = v_p \sin(\theta) - gt \end{cases} \tag{1}$$

mentre per la posizione

$$\begin{cases} x_p = v_p \cos(\theta) t \\ y_p = v_p \sin(\theta) t - \frac{1}{2} g t^2 \end{cases} \tag{2}$$

Il tempo di volo t_{volo}, ovvero quello che trascorre prima che il pallone tocchi di nuovo terra, si trova uguagliando la y_p a zero:

$$y_p = v_p \sin(\theta) t_{\text{volo}} - \frac{1}{2} g t_{\text{volo}}^2 = 0 \rightarrow v_p \sin(\theta) - \frac{1}{2} g t_{\text{volo}} = 0 \rightarrow t_{\text{volo}} = \frac{2 v_p \sin(\theta)}{g} \tag{3}$$

Inserendo t_{volo} all'interno dell'equazione relativa a x_p, si trova la distanza percorsa dal pallone in orizzontale, d :

$$x_p = d = v_p \cos(\theta) t_{\text{volo}} = \frac{2 v_p^2 \sin(\theta) \cos(\theta)}{g} = \frac{v_p^2 \sin(2\theta)}{g} = 58 \text{ m} \tag{4}$$

Il secondo giocatore si muove di moto rettilineo uniforme, per cui la sua equazione del moto è (essendo x_g^0 la sua posizione quando parte il pallone)

$$x_g = x_g^0 + v_g t \tag{5}$$

Naturalmente, per prendere il pallone un attimo prima che quest'ultimo tocchi terra il secondo giocatore dovrà trovarsi in d nell'istante t_{volo}. Dobbiamo quindi porre

$$x_g = d = x_g^0 + v_g t_{\text{volo}} \rightarrow d - x_g^0 = v_g t_{\text{volo}} \rightarrow v_g = \frac{d - x_g^0}{t_{\text{volo}}} = 10 \text{ m/s} = 36 \text{ Km/h} \tag{6}$$

Esercizio 2. Urti ed Energia

Per la conservazione della quantità di moto prima e dopo l'urto, la velocità del sistema A più il proiettile è:

$$v_1 = \frac{m}{(M+m)} v_0 \tag{7}$$

Per il bilancio energetico si ha quindi:

$$v_f = \sqrt{v_1^2 - 2\mu L g} = 3 \text{ m/s} \tag{8}$$

La massima compressione della molla d si trova utilizzando ancora il bilancio energetico:

$$\frac{1}{2} K d^2 - \frac{1}{2} (M+m) v_f^2 + \mu (M+m) g d = 0 \tag{9}$$

da cui si ricava d= 0.35 m.

Esercizio 3. Fluidi

il peso del volume d'acqua spostato è uguale a quello del cilindro, per cui

$$m_{\mathrm{H_2O}}g = m_c g \rightarrow \rho_{\mathrm{H_2O}}V_{\mathrm{H_2O}} = \rho_c V_c \rightarrow \rho_{\mathrm{H_2O}}0.82V_c = \rho_c V_c \rightarrow \rho_{\mathrm{H_2O}}0.82 = \rho_c = 820\ \mathrm{Kg/m^3} \tag{10}$$

Lo stesso ragionamento si può applicare quando il cilindro è immerso nel fluido sconosciuto, per cui

$$\rho_s 0.68V_c = \rho_c V_c \rightarrow \rho_s = \rho_c/0.68 = \rho_{\mathrm{H_2O}}\frac{0.82}{0.68} = 1200\ \mathrm{Kg/m^3} \tag{11}$$

Esercizio 4. Termodinamica

Per disegnare le trasformazioni sul piano di Clapeyron è necessario prima calcolare V_B, che si ottiene utilizzando la legge dei gas perfetti in A e B, ovvero

$$V_B = \frac{P_A}{P_B}V_A = 2\ \mathrm{L} \tag{12}$$

Possiamo anche ricavare il numero di moli, che risulta essere pari a

$$n = \frac{P_A V_A}{RT_A} = 0.4\ \mathrm{mol}. \tag{13}$$

La variazione di energia interna è nulla in tutti e tre i casi poichè le temperature dello stato iniziale e finale sono uguali. Quindi $\Delta U_1 = \Delta U_2 = \Delta U_3 = 0$. Per il lavoro invece abbiamo:

$$\begin{cases} L_1 = nRT_A \ln\frac{V_B}{V_A} = 70\ \mathrm{J} \\ L_2 = P_A(V_B - V_A) = 100\ \mathrm{J} \\ L_3 = P_B(V_B - V_A) = 50\ \mathrm{J} \end{cases} \tag{14}$$

Esercizio 5. Campo elettrico

La capacità del condensatore piano è $C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$; dunque, la differenza di potenziale tra la faccia negativa e quella positiva è

$$\Delta V = \frac{Q}{C} = \frac{Qd}{\epsilon_0 S}(= \frac{\sigma d}{\epsilon_0} = Ed) \tag{15}$$

La velocità finale dell'elettrone si ricava dalla conservazione dell'energia,

$$-\Delta U = -e\Delta V = -\frac{eQd}{\epsilon_0 S} = \frac{1}{2}m_e v^2 \tag{16}$$

da cui è semplice ricavare

$$v_e = \sqrt{\frac{-2eQd}{\epsilon_0 S m_e}} = 1.2 \cdot 10^7\ \mathrm{m/s} \tag{17}$$

Esercizio 6. Campo magnetico

Per risolvere il problema è conveniente calcolare la forza che il filo esercita sulla spira per poi notare che questa risulta essere di pari modulo e direzione ma verso opposto alla forza che la spira esercita sul filo. Pertanto, calcoliamo la forza netta che il filo produce sulla spira, notando che i lati della spira ortogonale al filo risentono di una forza uguale ed opposta, fornendo quindi contributo nullo alla forza netta. Chiamando $\hat{u}$ il versore ortogonale al filo e diretto verso la spira, il lato della spira vicino al filo e parallelo ad esso risente della forza:

$$\vec{F}^1_{\mathrm{spira}} = -\frac{\mu_0 I i a}{2\pi L}\hat{u} \tag{18}$$

Il lato più lontano della spira risente invece della forza:

$$\overrightarrow{F}^{2}_{\text{spira}} = \frac{\mu_0 I i a}{2\pi(L+a)}\hat{u} \tag{19}$$

La forza netta sarà quindi:

$$\overrightarrow{F}^{\text{tot}}_{\text{spira}} = \frac{\mu_0 I i a}{2\pi}\left(\frac{1}{L+a} - \frac{1}{L}\right)\hat{u} = -(5.3 \cdot 10^{-9}\ \text{N})\hat{u} \tag{20}$$