Facoltà di Farmacia e Medicina - A.A. 2019-2020
11 settembre 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

Una massa di 5.2 Kg legata ad una corda ideale di massa trascurabile ruota su un tavolo orizzontale liscio compiendo una traiettoria circolare di raggio R=0.6 m. La corda che la tiene resiste sino ad una tensione massima di 382 N prima di spezzarsi. Qual è la velocità massima $v_{\max}$ a cui può ruotare la massa prima che la corda si spezzi?

v_{max} = __________

Esercizio 2. Urti ed Energia

Un pendolo, costituito da un filo (inestensibile e di massa trascurabile) di lunghezza L e da una pallina di massa M=2.1 Kg (di dimensioni trascurabili), è nella sua posizione di riposo. Esso viene colpito da un proiettile di massa m=10 g che ha velocità orizzontale pari a v_0. L'urto è completamente anelastico. Se dopo l'urto la velocità del sistema pallina-proiettile è pari a $v_f = 0.5$ m/s, calcolare la velocità iniziale v_0 del proiettile e l'altezza massima h (rispetto alla posizione di riposo della pallina) raggiunta dal sistema pallina-proiettile dopo l'urto.

v_0= _______; h= _______

Esercizio 3. Fluidi

Un cilindro di plastica complessivamente alto 15 cm galleggia in acqua, in modo tale che la sua faccia sommersa si trova a una profondità di 7.1 cm rispetto al pelo dell'acqua. Se lo stesso cilindro viene posto in un fluido misterioso, la faccia sommersa viene a trovarsi 5.5 cm al di sotto della superficie del fluido. Determinare le densità del fluido e del cilindro.

ρ_{fluido}= _______; $\rho_{cilindro}$= _______

Esercizio 4. Termodinamica

Una mole di gas perfetto, inizialmente nello stato A caratterizzato da $P_A = 5 \cdot 10^5$ Pa, $V_A = 5 \cdot 10^{-3}$ m^3, esegue il seguente ciclo termodinamico: una isobara (A→B) che ne raddoppia il volume, una isocora (B→C), e una isoterma (C→ A). Disegnare il ciclo nel piano di Clapeyron e determinare il lavoro L eseguito dal gas nel ciclo termodinamico.

L = _________

Esercizio 5. Campo Elettrico

Una sfera isolante piena, di raggio r_1=2.8 cm e avente una carica totale di 9.3 μC, è contenuta in una sfera conduttrice cava, di raggio interno r_2=4.8 cm e raggio esterno r_3=7.3 cm. La carica totale distribuita su questa sfera cava è pari a -2 μC. Calcolare il modulo del campo elettrico E per $r_a < r_1$ (ovvero, all'interno della sfera isolante) e per $r_b > r_3$ (ovvero, al di fuori della sfera conduttrice). Quanto vale la carica Q_{int} che si accumula sulla parete interna della sfera cava conduttrice?

$E(r_a)$= ________; $E(r_b)$= ________; Q_{int}= _________

Esercizio 6. Campo Magnetico

Due lunghi fili (indefiniti) sono orientati in modo da essere perpendicolari l'uno all'altro e, nel punto in cui sono più vicini, distano 10 cm. Trovare il modulo B del campo magnetico a metà strada (ovvero a 5 cm di distanza da entrambi i fili) sapendo che i fili sono percorsi dalla corrente $I = 10$ A.

B = _________

Soluzioni

Esercizio 1. Dinamica

In questo esercizio, la tensione esercitata dalla corda fornisce la forza centripeta che permette al corpo di compiere una traiettoria circolare. Si ha quindi che:

$$T = F_c = ma_c = m\,\frac{v^2}{R} \qquad \Rightarrow \qquad v_{MAX} = \sqrt{\frac{R \cdot T_{MAX}}{m}} = 6.6 \text{ m/s} \; . \tag{1}$$

Esercizio 2. Urti ed Energia

Nell'urto completamente anelastico si conserva la quantità di moto, per cui si ha

$$v_0 = \frac{m+M}{m} v_f = 105.5 \text{ m/s}. \tag{2}$$

L'altezza massima raggiunta dal sistema pallina-proiettile dopo l'urto si ottiene utilizzando il principio di conservazione dell'energia

$$\frac{1}{2}(m+M)v_f^2 = (m+M)gh \rightarrow h = \frac{v_f^2}{2g} = 1.3 \text{ cm}. \tag{3}$$

Esercizio 3. Fluidi

Nella configurazione di equilibrio la forza di Archimede, verso l'alto, deve bilanciare esattamente la forza peso che agisce sul cilindro. Questo ci dice che per il volume immerso V_I si ricava (ρ_L è la densità di un liquido generico):

$$V_I \rho_L g = V_{TOT} \rho_{cilindro} g \qquad \Rightarrow \qquad \frac{\rho_{cilindro}}{\rho_L} = \frac{V_I}{V_{TOT}} = \frac{h_I}{h_{TOT}} = f_V \tag{4}$$

dove si è indicato con f_V la frazione di volume immersa.

Nel caso in cui il cilindro galleggi in acqua si ha che

$$f_{V_{H_2O}} = \frac{h_{I_{H_2O}}}{h_{TOT}} = \frac{\rho_{cilindro}}{\rho_{H_2O}} \qquad \Rightarrow \qquad \rho_{cilindro} = f_{V_{H_2O}} \rho_{H_2O} = 4.7 \cdot 10^2 \text{ kg/m}^3 \tag{5}$$

mentre dal caso in cui il cilindro galleggi nel fluido misterioso si ricava che

$$f_{V_F} = \frac{h_{I_F}}{h_{TOT}} = \frac{\rho_{cilindro}}{\rho_{fluido}} \qquad \Rightarrow \qquad \rho_{fluido} = \rho_{cilindro}/f_{V_F} = 1.3 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 \; . \tag{6}$$

Esercizio 4. Termodinamica

Il lavoro eseguito dal gas nel ciclo si ottiene calcolando il lavoro eseguito in ogni trasformazione

$$\begin{cases} L_{AB} = P_A(V_B - V_A) = 2500 \text{ J} \\ L_{BC} = 0 \\ L_{CA} = nRT_A \ln(V_A/V_C) = P_A V_A \ln(V_A/V_B) = -1733 \text{ J} \\ L = L_{AB} + L_{BC} + L_{CA} = 767 \text{ J} \end{cases} \tag{7}$$

Esercizio 5. Campo elettrico

Per $r_a < r_1$, ci troviamo all'interno della sfera isolante, e il teorema di Gauss ci consente di dire (prendendo come superficie di Gauss una sfera di raggio r_a) che il flusso del campo elettrico, Φ_E, è pari a

$$\Phi_E = \oint \overrightarrow{E} \cdot \overrightarrow{dA} = E 4\pi r_a^2 = \frac{q_{\text{int}}^a}{\epsilon_0}, \tag{8}$$

dove q_{int}^a è la carica interna alla sfera di Gauss. La sfera isolante è uniformemente carica (con densità pari a $\rho_{\text{isolante}} = \frac{Q_{\text{isolante}}}{(4\pi/3)r_1^3}$, dove Q_{isolante} è la carica totale della sfera isolante), per cui la carica contenuta nella sfera di raggio r_a è

$$q_{\rm int}^a = \rho_{\rm isolante} \cdot \frac{4\pi}{3} r_a^3 = Q_{\rm isolante} \frac{(4\pi/3) r_a^3}{(4\pi/3) r_1^3} = Q_{\rm isolante} \frac{r_a^3}{r_1^3} \tag{9}$$

Ne consegue che, per r_a interno alla sfera isolante,

$$E = \frac{q_{\rm int}^a}{4\pi\epsilon_0 r_a^2} = \frac{Q_{\rm isolante}}{4\pi\epsilon_0 r_a^2} \frac{r_a^3}{r_1^3} = \frac{Q_{\rm isolante}}{4\pi\epsilon_0 r_1^3} r_a \tag{10}$$

Al di fuori della sfera esterna ($r_b > r_3$) si ottiene—sempre grazie al teorema di Gauss, e considerando che la carica contenuta nella sfera di raggio r_b è $Q_{\rm tot} = Q_{\rm conduttore} + Q_{\rm isolante}$, dove $Q_{\rm conduttore}$=-2 μC è la carica totale presente nella sfera conduttrice—che il campo elettrico è pari a

$$E(r_b) = \frac{Q_{\rm tot}}{4\pi\epsilon_0 r_b^2} \tag{11}$$

Nella sfera conduttrice, in equilibrio elettrostatico, la carica si distribuisce sulle superfici. Sulla superficie interna si dispone una carica tale da annullare il campo elettrico all'interno del conduttore. Utilizzando il teorema di Gauss ancora una volta, si ha quindi che all'interno di una sfera di raggio r_c tale che $r_2 < r_c < r_3$, la carica totale deve essere nulla. Si avrà quindi che $Q_{\rm int} = -Q_{\rm isolante} = -9.3\ \mu$C.

Esercizio 6. Campo Magnetico

Il campo magnetico si ottiene dalla sovrapposizione del campo prodotto dal filo 1 e dal filo 2. Per soddisfare le richieste del problema (ovvero fili indefiniti perpendicolare e posti a una distanza $d = 10$ cm) i due fili non possono giacere nello stesso piano, e i campi prodotti risulteranno essere sempre perpendicolari tra loro, a prescindere dal verso della corrente. Il modulo del campo risultante si ottiene quindi

$$B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = \frac{\mu_0 I}{2\pi \frac{d}{2}} \cdot \sqrt{2} = 5.7 \cdot 10^{-5}\ \mathrm{T} \tag{12}$$