Facoltà di Farmacia e Medicina - A.A. 2018-2019
21 Gennaio 2019 – 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'automobile sta procedendo a una velocità v_0=40 Km/h verso un semaforo, che diventa rosso quando l'automobile si trova a una distanza d= 200 m da esso. Che decelerazione a va impressa all'automobile affinchè essa si fermi esattamente in corrispondenza del semaforo?

a = _________

Esercizio 2. Dinamica

Un uomo di massa m=85 Kg è assicurato al seggiolino di una ruota panoramica di raggio R=10 m, che gira a una velocità di modulo costante $v = 5$ m/s. Qual è la forza F_{alto} esercitata dal sedile quando l'uomo si trova nel punto più alto del percorso della ruota? E nel punto più basso quanto vale la forza F_{basso} esercitata dal sedilie?

F_{alto}= _______; F_{basso}= _______

Esercizio 3. Urti ed Energia

Qual è l'altezza massima h_{max1} a cui arriva un sasso di massa m=5.0 Kg, che parta dalla superficie della Terra con una velocità $v_0 = 12$ m/s? Se la velocità iniziale fosse invece pari a $5.6 \cdot 10^3$ m/s, a che quota h_{max2} si arriverebbe?

h_{max1}= _______; h_{max2}= _______

Esercizio 4. Fluidi

Il 22% del volume di un oggetto galleggiante in acqua si trova al di sopra della superficie del fluido. Determinare la densità ρ_{ogg} dell'oggetto. L'oggetto viene ora spinto completamente al di sotto della superficie dell'acqua. Sapendo che il suo volume è pari a 0.1 m^3, determinarne l'accelerazione a una volta che esso è lasciato libero di tornare in superficie.

ρ_{ogg}= _______; a= _______

Esercizio 5. Calorimetria

Un recipiente cubico di lato 80 cm è riempito con 300 litri di acqua alla temperatura di 15 °C. Si vuole riempire il recipiente fino all'orlo con altra acqua al fine di ottenere una temperatura finale all'equilibrio di 22 °C. Qual è la temperatura dell'acqua che va aggiunta?

T = _________

Esercizio 6. Campo elettrico

Due cariche puntiformi, q_1= 0.15 μC e q_2 incognita, distano tra loro d. Si osserva che nel punto A, lungo la loro congiungente ad una distanza $d/3$ da q_1, il campo elettrico è nullo ed il potenziale vale 40 kV. Determinare la distanza tra le due cariche e il valore (modulo e segno) della carica q_2.

d= _______; q_2= _______

Esercizio 7. Campo magnetico

Un filo di rame é disposto orizzontalmente lungo l'asse z; esso é lungo 2 m ed in esso scorre una corrente di 1.3 A. Si calcoli la forza che percepisce un protone che viaggia nella direzione del filo ad una velocità di $3 \cdot 10^7$ m/s ad una distanza di 5 cm da esso.

F = _________

Esercizio 8. Onde

Una fune lunga 120 cm è fissata ad una estremità e tenuta in tensione dall'altra da un oggetto di massa 5 kg (tramite una carrucola). Un impulso di frequenza ν=0.5 Hz che parte da una estremitá impiega 0.2 secondi a raggiungere l'altra estremitá . Determinare la massa della fune e la lunghezza d'onda dell'impulso, ricordando che la velocità di propagazione di un'onda in una corda è pari a $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ (dove T e μ sono rispettivamente la tensione nella corda e la sua massa per unità di lunghezza).

m= _______; λ= _______

Soluzioni

Esercizio 1. Cinematica

Nell'istante t_s in cui l'automobile arriva al semaforo, dopo aver percorso una distanza d dal punto in cui essa comincia a frenare, la sua velocità è pari a zero. Si ha quindi che

$$v = v_0 - a \cdot t_s \tag{1}$$

e che

$$d = v_0 \cdot t_s - \frac{1}{2} \cdot a \cdot t_s^2 \tag{2}$$

dalla prima equazione si ottiene che $t_s = \frac{v_0}{a}$, che sostituito nella seconda risulta in

$$d = v_0 \cdot \frac{v_0}{a} - \frac{1}{2} \cdot a \cdot \frac{v_0^2}{a^2} = \frac{v_0^2}{a} - \frac{v_0^2}{2a} = \frac{v_0^2}{2a} \tag{3}$$

per cui

$$a = \frac{v_0^2}{2d} = 0.31 \ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \tag{4}$$

Esercizio 2. Dinamica

La cosa importante è scegliere correttamente il segno della forza di gravità e della forza esercitata dal sedile rispetto all'accelerazione centripeta. Visto che quest'ultima punta sempre verso il centro della ruota panoramica, quando l'uomo si trova nel punto più alto si ha

$$ma = -m\frac{v^2}{R} = F_{alto} - mg \tag{5}$$

per cui

$$F_{alto} = mg - m\frac{v^2}{R} = m\left(g - \frac{v^2}{R}\right) = 600 \ \mathrm{N} \tag{6}$$

Viceversa, nel punto più basso si ha

$$ma = m\frac{v^2}{R} = F_{basso} - mg \tag{7}$$

e quindi

$$F_{basso} = mg + m\frac{v^2}{R} = m\left(g + \frac{v^2}{R}\right) = 1000 \ \mathrm{N} \tag{8}$$

Esercizio 3. Urti ed Energia

Quando v_0=12 m/s il sasso rimane in prossimità della superficie terrestre, e la forza di gravità F_g si può approssimare con l'espressione $F_g = m \cdot g$. Ne consegue che la conservazione dell'energia meccanica per il nostro sistema risulta in

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = mgh_{max1} \tag{9}$$

Da cui naturalmente $h_{max1} = \frac{v_0^2}{2g}$=7.3 m. A posteriori la nostra ipotesi risulta dunque verificata: $h_{max1} << R_T$, dove R_T =$6.37 \cdot 10^6$ m è il raggio della Terra. Se però la velocità iniziale è v_0=$5.6 \cdot 10^3$m/s (una frazione significativa della velocità di fuga di un corpo dall'attrazione gravitazionale della Terra, che è di 11.2 Km/s), dobbiamo utilizzare l'espressione esatta della forza (e quindi dell'energia potenziale) gravitazionale. In questo caso quindi dalla conservazione dell'energia meccanica si ha che

$$\frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{GmM_T}{R_T} = -\frac{GmM_T}{h_{max2}} \tag{10}$$

dove M_T=5.97·10^{24} Kg è la massa della Terra e G=6.674·10^{-11} $\frac{\mathrm{N\cdot m^2}}{\mathrm{Kg^2}}$ è la costante di gravitazione universale. Da qui si ricava che

$$\frac{v_0^2}{2GM_T} - \frac{1}{R_T} = -\frac{1}{h_{max2}} \tag{11}$$

e quindi

$$h_{max2} = \left(\frac{1}{R_T} - \frac{v_0^2}{2GM_T}\right)^{-1} = 8.5 \cdot 10^6 \text{ m.} \tag{12}$$

<u>Esercizio 4. Fluidi</u>

Il corpo è in equilibrio statico, per cui le forze agenti su di esso—la forza di gravità e la spinta di Archimede—si equivalgono. Si ha quindi che

$$m_{ogg}g - \rho_{acqua} \cdot V_{imm} \cdot g = 0 = \rho_{ogg} \cdot V_{tot} \cdot g - \rho_{acqua} \cdot V_{imm} \cdot g \tag{13}$$

da cui si ottiene

$$\rho_{ogg} \cdot V_{tot} = \rho_{acqua} \cdot V_{imm} \tag{14}$$

e quindi

$$\rho_{ogg} = \rho_{acqua} \cdot \frac{V_{imm}}{V_{tot}} = 780 \ \frac{\mathrm{Kg}}{\mathrm{m^3}} \tag{15}$$

Quando il corpo viene lasciato libero di muoversi dopo essere stato spinto sott'acqua, esso è soggetto a un'accelerazione verso l'alto, dal momento che il modulo della spinta di Archimede è superiore alla forza di gravità (il corpo è meno denso dell'acqua). Si ha quindi che

$$m_{ogg}a = \rho_{acqua} \cdot V_{ogg} \cdot g - m_{ogg}g \tag{16}$$

ovvero

$$\rho_{ogg} \cdot V_{ogg} \cdot a = \rho_{acqua} \cdot V_{ogg} \cdot g - \rho_{ogg} \cdot V_{ogg} \cdot g \tag{17}$$

da cui si ottiene

$$a = \frac{\rho_{acqua} - \rho_{ogg}}{\rho_{ogg}} \cdot g = 2.8 \ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s^2}}. \tag{18}$$

<u>Esercizio 5. Calorimetria</u>

Il recipiente ha un volume totale $V = (0.8\ m)^3$= $0.512\ m^3$ che corrispondono a 512 l. Sapendo che ve ne sono giá 300 presenti, occorre aggiungere altri (512-300 =) 212 litri di acqua per riempirlo sino all'orlo. Ricordando che 1 dm^3 di acqua pesa 1 kg, le quantitá dei due liquidi sono rispettivamente m_1 = 300 kg e m_2 = 212 kg. Per raggiungere la temperatura di equilibrio T_e il liquido freddo si scalda e quello che aggiungiamo, piú caldo, si raffredda. Il calore assorbito dal primo e ceduto dal secondo sono:

$$Q_1 = m_1 c_{H2O}(T_e - T_1) \qquad Q_2 = m_2 c_{H2O}(T_e - T_2)\ . \tag{19}$$

Sapendo che il calore ceduto dal primo viene assorbito dal secondo

$$|Q_1| = |Q_2| \qquad m_1 c_{H2O}(T_e - T_1) = m_2 c_{H2O}(T_2 - T_e) \tag{20}$$

Semplificando i calori specifici che sono uguali

$$m_1(T_e - T_1) = m_2(T_2 - T_e) \qquad T_2 = \frac{m_1}{m_2}(T_e - T_1) + T_e = 32\ ^\circ\text{C}. \tag{21}$$

Esercizio 6. Campo elettrico

Sia per il campo elettrico che per il potenziale elettrico vale il principio di sovrapposizione quindi gli stessi calcolati nel punto A si ottengono tramite la somma di campo elettrico e potenziale generati in quel punto da ciascuna carica. Affinché il campo elettrico sia nullo in un punto che si trovi lungo la congiungente le due cariche, di sicuro entrambe le cariche devono avere lo stesso segno. Scegliendo un asse orientato nel verso positivo dalla carica q_1 a quella q_2, si uguagli il campo elettrico totale a zero:

$$\vec{E}(A) = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = 0 \qquad 0 = k_0 \frac{q_1}{(d/3)^2} - k_0 \frac{q_2}{(2d/3)^2} = k_0 \frac{9q_1}{d^2} - k_0 \frac{9q_2}{4d^2} = \frac{9k_0}{d^2}\left(q_1 - \frac{q_2}{4}\right) \tag{22}$$

che, a parte soluzioni banali, è pari a zero solo se si annulla il termine in parentesi, ovvero $q_2 = 4q_1 = 0.60\ \mu$C.

Per ció che riguarda il potenziale elettrostatico:

$$V(A) = 40kV = k_0 \frac{q_1}{d/3} + k_0 \frac{q_2}{2d/3} = k_0 \frac{3q_1}{d} + k_0 \frac{6q_1}{d} = \frac{k_0 9q_1}{d} \qquad \text{da cui} \qquad d = \frac{k_0 9 q_1}{V(A)} = 30\text{ cm} \tag{23}$$

Esercizio 7. Campo magnetico

Il filo in questione genera un campo magnetico le cui linee di campo si avvolgono attorno al filo stesso ed alla distanza d il campo $\vec{B}$ vale

$$B(d) = \frac{\mu_0 i}{2\pi d} \tag{24}$$

Il protone, che ha carica positiva pari in modulo alla carica dell'elettrone e, viaggiando con velocitá parallela al filo, che forma quindi un angolo di 90° con le linee di campo magnetico, risente di una forza di Lorentz:

$$\vec{F} = q_p \vec{v}_p \times \vec{B} \qquad F = |q_e| v_p \frac{\mu_0 i}{2\pi d} = 2 \cdot 10^{-17}\text{N}. \tag{25}$$

Esercizio 8. Onde

La tensione della fune è data dal peso attaccato all'estremità della corda tramite la carrucola, e vale quindi $T = Mg = 49$ N. Sapendo che l'onda impiega 0.2 secondi per andare da un estremo all'altro della corda, ovvero percorrere la sua lunghezza L, sappiamo che la velocità con cui l'onda si muove lungo la corda è

$$v_p = \frac{L}{\Delta t} = \frac{1.2\ m}{0.2\ s} = 6\ \frac{\text{m}}{\text{s}}. \tag{26}$$

Uguagliando l'espressione della velocità a quella di propagazione di un'onda in una fune si ricava la massa della corda

$$\frac{T}{\mu} = v_p^2 \qquad \frac{TL}{m_c} = v_p^2 \qquad m_c = \frac{TL}{v_p^2} = 2\text{ kg}. \tag{27}$$

La lunghezza d'onda si può ricavare dalla relazione che lega frequenza, lunghezza d'onda e velocità di propagazione, invertendola:

$$\lambda\nu = v_p \qquad \lambda = \frac{v_p}{\nu} = 10\text{ m}. \tag{28}$$