Facoltà di Farmacia e Medicina - A.A. 2017-2018
28 Febbraio 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 uomo lancia una pallina al suo cane. Quando lascia la mano dell'uomo, la pallina parte con una velocità iniziale di 10 m/s, e con un angolo di 45^o rispetto al terreno. Il cane, che inizialmente è fermo al fianco del suo padrone, parte per recuperare la pallina con un'accelerazione costante, e riesce a prendere la pallina nell'istante in cui essa si trova alla stessa quota da cui è stata lanciata. Qual è l'accelerazione a del cane? $a =$ _________

Esercizio 2. Dinamica

Due corpi di massa m_1 =11.0 Kg e m_2 = 8.0 Kg sono attaccati alle due estremità di una corda inestensibile e di massa trascurabile, che scorre su una puleggia attaccata al soffitto. Calcolare la tensione T della corda e l'accelerazione a_1 e a_2 dei due corpi, specificando per ciascuno se il moto avvenga verso l'alto o verso il basso.

T= ________; a_1= ________; a_2= ________

Esercizio 3. Urti ed Energia

NOTA: Nel testo originale mancava un dato. Questo è il testo completo.
Una pallina di massa 3.0 Kg parte da ferma e scivola lungo un piano inclinato lungo 10 m e che forma un angolo di 30^o con l'orizzontale. In fondo al piano inclinato essa ha un urto completamente anelastico con un'altra pallina di massa 2.0 Kg, e il sistema così formato va a comprimere una molla con costante elastica 1200 N/m. Di quanto si comprime la molla? $\Delta x =$ _________

Esercizio 4. Fluidi

In un serbatoio, aperto all'aria e appoggiato a terra, il livello dell'acqua si trova a un'altezza h = 1.2 m da terra. Nel serbatoio c'è un foro (di diametro trascurabile rispetto a quello del serbatoio), posto a h_f = 0.3 m da terra, da cui esce acqua a una velocità v_1. Calcolare tale velocità. Il serbatoio viene ora chiuso, e sulla superficie superiore dell'acqua viene mantenuta una pressione P = 3 atm. Che valore assume la velocità v_2 da cui l'acqua fuoriesce dal foro? v_1= ______; v_2= ______

Esercizio 5. Calorimetria

La temperatura di tre liquidi diversi A, B, C, presi in massa eguale ($m_A = m_B = m_C$), è rispettivamente 12, 18 e 28 °C. Quando A e B vengono mescolati, la temperatura raggiunta è di 16 °C. Quando si mescolano B e C è invece 23 °C. Qual è la temperatura di equilibrio quando si mescolano A e C? $T_e(A+C) =$ _________

Esercizio 6. Campo elettrico

Un condensatore ad armature piane di superficie S = 10 cm^2, distanti d = 0.1 cm, è caricato con carica Q = 2 nC. Determinare la velocità che acquisterebbe un elettrone andando dall'armatura negativa a quella positiva.

$v =$ _________

Esercizio 7. Campo magnetico

NOTA: Nel testo originale una frase è poco chiara. In questa versione il problema è risolto.
Un lungo filo rettilineo è percorso da una corrente di 20 A. Un circuito rettangolare che giace sullo stesso piano del filo ha due lati lunghi 10 cm paralleli al filo rettilineo e due lunghi 5 cm ortogonali ad esso. Il lato più vicino del circuito si trova a una distanza di 2 cm dal filo. In questo circuito rettangolare scorre una corrente di 5 A. Calcolare la forza netta totale che agisce sui due lati più lunghi del circuito (direzione, modulo, verso). Si può dire qualcosa sulle forze che agiscono sui lati corti? $F_{tot} =$ _________

Esercizio 8. Onde

Un delfino naviga ed individua ostacoli tramite ultrasuoni con una frequenza di 55 kHz. Supponiamo un delfino emetta una serie di suoni che vengono riflessi dal fondo dell'oceano, 75 m più in basso. Trovare il tempo t che passa prima che il delfino senta l'eco dei suoni che ha emesso (v_{H_2O} = 1530 m/s) e la lunghezza d'onda λ di un tale suono nell'oceano. t= ______; λ= ______

Soluzioni

Esercizio 1. Cinematica

Le equazioni del moto per la pallina (P) e per il cane (C) sono rispettivamente

$$\begin{cases} x_{\mathrm{P}} = v \cdot \cos\theta \cdot t \\ y_{\mathrm{P}} = v \cdot \sin\theta \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \end{cases} \tag{1}$$

e

$$x_{\mathrm{C}} = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \tag{2}$$

dove $v = 10$ m/s è la velocità iniziale della pallina e $\theta = 45^{\mathrm{o}}$ l'angolo con cui quest'ultima parte dalla mano dell'uomo. Per risolvere il problema bisogna eguagliare il valore della coordinata x del cane a quella della pallina, nell'istante in cui quest'ultima torna alla quota di partenza. Nel nostro sistema di riferimento, questo coincide con l'istante in cui la coordinata y della pallina è pari a zero. Dalle equazioni del moto, questo istante è

$$t^* = \frac{2 \cdot v \cdot \sin\theta}{g} \tag{3}$$

che, sostituito nell'equazione della coordinata x, ci dà la distanza percorsa dalla pallina:

$$d = \frac{2 \cdot v^2 \cdot \sin\theta\cos\theta}{g} \tag{4}$$

A questo punto, eguagliando a d la coordinata x del cane al tempo t^* si ottiene

$$\frac{2 \cdot v^2 \cdot \sin\theta\cos\theta}{g} = \frac{1}{2} a \cdot t^2 = \frac{1}{2} a \cdot \frac{4v^2\sin^2\theta}{g^2} \tag{5}$$

Da cui infine si ricava

$$a = g\frac{\cos\theta}{\sin\theta} = g = 9.8 \text{ m/s} \tag{6}$$

Esercizio 2. Dinamica

Scegliendo opportunamente i segni delle forze rispetto all'accelerazione (considerando cio che a un'accelerazione verso l'alto del primo corpo corrisponde un'accelerazione verso il basso del secondo), la seconda legge di Newton per i due corpi si pu scrivere come

$$\begin{cases} m_1 a = T - m_1 g \\ m_2 a = m_2 g - T \end{cases} \tag{7}$$

(il modulo dell'accelerazione per i due corpi lo stesso, visto che la corda è inestensibile). Sommando le due equazioni e risolvendo per a otteniamo

$$a = \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} g = -1.5 \text{ m/s}^2 \tag{8}$$

che corrisponde a un moto verso il basso per il corpo 1 e verso l'alto per il corpo 2. Sostituendo l'espressione trovata per l'accelerazione in una qualsiasi delle equazioni delle forze otteniamo la tensione

$$T = \frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} g = 90 \text{ N} \tag{9}$$

Esercizio 3. Urti ed Energia

L'altezza del piano inclinato si ricava a partire dalla sua lunghezza, l= 10 m, e dall'angolo θ=30$^{\mathrm{o}}$ che esso forma con l'orizzontale: $h = l \cdot \sin\theta$= 5 m. La velocità della prima pallina in fondo al piano inclinato si può dunque ricavare dalla conservazione dell'energia meccanica:

$$m_1 g h = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 \tag{10}$$

da cui si ottiene che

$$v_1 = \sqrt{2gh} \tag{11}$$

La velocità del sistema che si forma dopo l'urto anelastico delle due palline si può ora ricavare a partire dalla conservazione della quantità di moto:

$$m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v_{\mathrm{tot}} \tag{12}$$

da cui

$$v_{\mathrm{tot}} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} v_1 \tag{13}$$

Per ottenere la contrazione della molla, Δx, bisogna applicare nuovamente la conservazione dell'energia:

$$\frac{1}{2}(m_1 + m_2) v_{\mathrm{tot}}^2 = \frac{1}{2} k \Delta x^2 \tag{14}$$

da cui infine si ottiene

$$\Delta x = \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{k}} v_{\mathrm{tot}} = 0.38 \text{ m} \tag{15}$$

Esercizio 4. Fluidi

Innanzitutto notiamo che il fatto che l'area del recipiente A_r sia molto più grande dell'area del foro da cui fuoriesce l'acqua (A_f) ci consente di ipotizzare che la velocità del fluido sulla superficie del recipiente (v_r) sia nulla ($v_r/v_f = A_f/A_r \simeq 0$). Nel primo caso, abbiamo anche che la superficie del liquido nel recipiente e l'uscita del foro sono entrambe esposte all'aria, per cui la pressione del liquido nei due punti corrisponde con quella atmosferica, p_0. Ne consegue che la velocità v_1 dell'acqua all'uscita dal foro si può ricavare dall'equazione di Bernoulli per il sistema, che appunto nel primo caso si può scrivere come

$$\rho_{\mathrm{H_2O}} g h = \frac{1}{2} \rho_{\mathrm{H_2O}} v_1^2 + \rho_{\mathrm{H_2O}} g h_f \tag{16}$$

Da cui si ottiene facilmente

$$v_1 = \sqrt{2g(h - h_f)} = 4 \text{ m/s} \tag{17}$$

Nel secondo caso esiste una differenza di pressione tra la superficie dell'acqua nel recipiente, che si trova a $p =$ 3 atm, e quella all'uscita del foro, per cui la pressione è p_0. L'equazione di Bernoulli diviene dunque

$$p + \rho_{\mathrm{H_2O}} g h = p_0 + \frac{1}{2} \rho_{\mathrm{H_2O}} v_2^2 + \rho_{\mathrm{H_2O}} g h_f \tag{18}$$

e l'espressione per la velocità va corretta in

$$v_2 = \sqrt{2 \left[\frac{p - p_0}{\rho_{\mathrm{H_2O}}} + g(h - h_f) \right]} = 20 \text{ m/s} \tag{19}$$

(ricordiamo che 1 atm = $1.013 \cdot 10^5$ Pa).

Esercizio 5. Calorimetria

Lo scambio di calore tra il liquido A e il liquido B, che porta al raggiungimento della temperatura di equilibrio $T_e(A + B)$, è determinato dall'equazione

$$m_A c_A (T_e(A + B) - T_A) = m_B c_B (T_B - T_e(A + B)) \tag{20}$$

Da cui si ricava la relazione

$$c_A = c_B \cdot \frac{T_B - T_e(A + B)}{T_e(A + B) - T_A} = c_B \cdot K_{A+B} \tag{21}$$

In modo del tutto analogo, per il sistema formato dai liquidi B e C si ottiene

$$c_C = c_B \cdot \frac{T_e(B + C) - T_B}{T_C - T_e(B + C)} = c_B \cdot K_{B+C} \tag{22}$$

Scrivendo ora l'espressione calorimetrica relativa allo scambio di calore tra A e C,

$$m_A c_A (T_e(A + C) - T_A) = m_C c_C (T_C - T_e(A + C)) \tag{23}$$

e inserendovi le espressioni di c_A e c_C appena trovate, otteniamo

$$c_B \cdot K_{A+B}(T_e(A+C) - T_A) = c_B \cdot K_{B+C}(T_C - T_e(A+C)) \tag{24}$$

Da cui si ricava infine la temperatura di equilibrio $T_e(A+C)$:

$$T_e(A+C) = \frac{K_{B+C}T_C + K_{A+B}T_A}{K_{B+C} + K_{A+B}} = 23\ ^\circ\mathrm{C} \tag{25}$$

Esercizio 6. 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

$$\Delta V = \frac{Q}{C} = \frac{Qd}{\epsilon_0 S}(= \frac{\sigma d}{\epsilon_0} = Ed) \tag{26}$$

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

$$-\Delta U = -e\Delta V = -\frac{eQd}{\epsilon_0 S} = \frac{1}{2}m_e v^2 \tag{27}$$

da cui è semplice ricavare

$$v_e = \sqrt{\frac{-2eQd}{\epsilon_0 S m_e}} = 9 \cdot 10^6\ \mathrm{m/s} \tag{28}$$

Esercizio 7. Campo magnetico

Il campo magnetico generato dalla corrente che scorre nel filo, I_f, è pari a

$$B_f = \frac{\mu_0 I_f}{2\pi r} \tag{29}$$

dove r è la distanza dal filo. La forza esercitata sui due tratti del circuito paralleli al filo è

$$\begin{cases} F_1 = I_c B_f(r_1)L = I_c L\dfrac{\mu_0 I_f}{2\pi r_1} = I_c L\dfrac{\mu_0 I_f}{2\pi d} \\ F_2 = -I_c B_f(r_2)L = -I_c L\dfrac{\mu_0 I_f}{2\pi r_2} = -I_c L\dfrac{\mu_0 I_f}{2\pi(d+l)} \end{cases} \tag{30}$$

dove I_c, d, L, e l sono la corrente che scorre nel circuito, la distanza tra il filo e il lato del circuito ad esso più vicino, e la lunghezza dei tratti di circuito rispettivamente paralleli (L) e ortogonali (l) al filo. Le due forze sono entrambe dirette perpendicolarmente al filo, per cui il modulo della forza totale è

$$F_{tot} = F_1 + F_2 = \mu_0 I_c I_f L \cdot \left[\frac{1}{2\pi d} - \frac{1}{2\pi(d+l)}\right] = \pm 7 \cdot 10^{-5}\ \mathrm{N} \tag{31}$$

Notiamo che il verso della forza dipende dal verso relativo delle due correnti (il circuito è attratto dal filo se il verso della corrente nel filo e nel tratto del circuito ad esso più vicino sono concordi, respinto se sono discordi). Le forze esercitate sui due lati corti del circuito (il cui calcolo esplicito richiederebbe la soluzione di un integrale non banale, anche se comunque relativamente semplice da risolvere analiticamente) sono tra loro uguali in modulo e opposte in verso, per cui il loro contributo alla forza totale F_{tot} si annulla.

Esercizio 8. Onde

Il tempo che l'onda sonora impiega per tornare dal delfino è

$$t = \frac{2d}{v_{\mathrm{H_2O}}} = 0.098\ \mathrm{s} \tag{32}$$

La lunghezza d'onda di un suono con una frequenza $f = 55$ kHz nell'oceano è invece

$$\lambda = \frac{v_{\mathrm{H_2O}}}{f} = 2.8\ \mathrm{cm} \tag{33}$$