

# Facoltà di Farmacia e Medicina - A.A. 2016-2017

## 21 Febbraio 2017 – Scritto di Fisica

Corso di Laurea: Laurea Magistrale in CTF

Nome:

Cognome:

Matricola:

Docente:

Riportare sul presente foglio i risultati numerici trovati per ciascun esercizio.

### Esercizio 1. Cinematica

Un cannone spara una palla di ferro di massa 500 g, orizzontalmente, da un'altezza di 50 cm. Qual è la minima velocità iniziale che deve imprimere il cannone affinché la palla tocchi il suolo ad una distanza superiore a 5 metri dal cannone?  $v = \underline{\hspace{2cm}}$

### Esercizio 2. Dinamica

Un cubetto di massa 25 g viaggia a 12 m/s su un piano orizzontale liscio quando entra in una zona scabra sulla quale si ferma dopo 7.8 m. Calcolare il lavoro fatto dalla forza di attrito sul cubetto ed il coefficiente di attrito dinamico tra cubetto e piano.  $L = \underline{\hspace{2cm}}$ ;  $\mu_d = \underline{\hspace{2cm}}$

### Esercizio 3. Urti ed Energia

Un uomo di 70 kg in piedi su un piano liscio (senza attrito) lancia in una direzione una palla da bowling di 5 kg con una velocità di 7 m/s. Con che velocità, in modulo, direzione e verso, si muove l'uomo di conseguenza?  $\vec{v} = \underline{\hspace{2cm}}$

### Esercizio 4. Fluidi

Un sommergibile di volume totale  $V = 500 \text{ m}^3$  e di massa  $M = 4.8 \cdot 10^5 \text{ kg}$  ha una camera interna di volume  $V_c$  che può essere riempita d'acqua per l'immersione. Calcolare la frazione di volume del sommergibile che si trova sotto il pelo dell'acqua e il volume della massa d'acqua che deve essere incamerata affinché il sommergibile cominci ad affondare.  $f_V = \underline{\hspace{2cm}}$ ;  $V_{acqua} = \underline{\hspace{2cm}}$

### Esercizio 5. Termodinamica

Un ciclo termodinamico è costituito da un'espansione isoterma, che porta il sistema dal volume  $V_A$  al volume  $V_B = 3V_A$ , seguito da una trasformazione isocora in cui la pressione raddoppia ( $p_C = 2p_B$ ). Successivamente viene effettuata una compressione isoterma che lo riporta al volume  $V_D = V_A$  ed infine una trasformazione isocora lo riporta alla condizione iniziale. Si disegni il ciclo nel piano ( $p, V$ ) e si calcolino il calore scambiato ed il lavoro effettuato dal sistema nel ciclo.  $Q = \underline{\hspace{2cm}}$ ;  $L = \underline{\hspace{2cm}}$

### Esercizio 6. Campo elettrico

Un condensatore è formato da due lastre conduttrici quadrate, di lato 30 cm con una distribuzione di carica uniforme pari a  $+1.2 \text{ nC/m}^2$  e  $-1.2 \text{ nC/m}^2$  rispettivamente, disposte una di fronte all'altra alla distanza di 1 cm. Qual è la differenza di potenziale tra di esse e la capacità del condensatore? (Trascurare gli effetti di bordo.)  $\Delta V = \underline{\hspace{2cm}}$ ;  $C = \underline{\hspace{2cm}}$

### Esercizio 7. Campo magnetico

Un circuito rettangolare percorso da una corrente di 1.2 A ha un lato lungo 20 cm, di massa 50 grammi, che può scorrere rimanendo parallelo al lato opposto. Il circuito è immerso in un campo magnetico uniforme di 0.4 Tesla ortogonale al piano del circuito. Con quale accelerazione inizia a muoversi?  $a = \underline{\hspace{2cm}}$

### Esercizio 8. Ottica

Un sistema è costituito da 3 lastre piane sovrapposte rispettivamente di indice di rifrazione  $n_1=2$ ,  $n_2=1.5$ ,  $n_3=1$ . Determinare l'angolo minimo di incidenza nel mezzo 1 affinché ci sia riflessione totale sull'interfaccia 1-2 o su quella 2-3.  $\theta_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ ;  $\theta'_1 = \underline{\hspace{2cm}}$

## Soluzioni

### Esercizio 1

Combinando le equazioni del moto lungo  $x$  ed  $y$  (moto di caduta dei gravi)

$$x(t) = v_0 \cdot t \quad y(t) = y_0 - \frac{1}{2}g \cdot t^2 \quad (1)$$

si ricava l'istante in cui tocca terra imponendo che  $y = 0$ , sostituendolo poi nell'espressione di  $x(t)$ , richiedendo sia pari a  $L=5$  m ed estraendo  $v_0$  da quella equazione:

$$t = \sqrt{\frac{2y_0}{g}} \quad x(t) = v_0 \sqrt{\frac{2y_0}{g}} \quad \Rightarrow \quad v_0 = L \sqrt{\frac{g}{2y_0}} = 15.65 \text{ m/s} \quad (2)$$

### Esercizio 2

Il lavoro fatto dalla forza di attrito è pari alla variazione di energia cinetica del cubetto

$$L_{att} = \Delta K = K_f - K_i = -\frac{1}{2}mv_i^2 = -1,8 \text{ J} \quad (3)$$

che chiaramente è negativo poichè si oppone al moto. Mentre il cubetto scorre nel tratto ruvido su di esso agisce una forza di attrito opposta al moto ed in modulo pari a

$$F_{att} = \mu_d N = \mu_d mg \quad (4)$$

che produce una decelerazione pari a

$$a = \frac{F}{m} = \mu_d g \quad (5)$$

Il moto risultante sarà quindi uniformemente decelerato e  $x(t)$  e  $v(t)$  saranno date da

$$x(t) = v_i t - \frac{1}{2}\mu_d g t^2 \quad v(t) = v_i - \mu_d g t \quad (6)$$

L'istante in cui si ferma si può ricavare imponendo che la velocità si annulli, inserendo quell'istante nell'espressione di  $x(t)$  calcolata alla distanza in cui si ferma, ricavando infine il coefficiente di attrito, unica incognita:

$$v_i - \mu_d g t = 0 \Rightarrow t = \frac{v_i}{\mu_d g} \quad L = v_i \frac{v_i}{\mu_d g} - \frac{1}{2}\mu_d g \left( \frac{v_i}{\mu_d g} \right)^2 = \frac{1}{2} \frac{v_i^2}{\mu_d g} \Rightarrow \mu_d = \frac{1}{2} \frac{v_i^2}{Lg} = 0.94 \quad (7)$$

### Esercizio 3

Questo esercizio può essere visto come un urto al contrario. Nel lancio della palla da bowling agiscono una coppia di forze impulsive uguali ed opposte per la terza legge di Newton: l'uomo allontana la palla e la palla allontana l'uomo. Come negli urti anche in questo caso la quantità di moto totale del sistema si deve conservare

$$\vec{p}_i^{TOT} = \vec{p}_f^{TOT} \quad \vec{0} = m\vec{v}_p + M\vec{v}_u \Rightarrow \vec{v}_u = -\frac{m}{M}\vec{v}_p = -0.5 \text{ m/s} \quad (8)$$

nella stessa direzione del moto della palla ma verso opposto.

### Esercizio 4

Affinchè il sottomarino galleggi si devono bilanciare la forza peso su di esso e la spinta di Archimede data dal fluido in cui esso è immerso

$$Mg = \rho_{acqua} V_I g \quad V_I = \frac{M}{\rho_{acqua}} \Rightarrow f_v = \frac{V_I}{V} = \frac{M}{V \rho_{acqua}} = 0.96 \quad (9)$$

La minima quantità di acqua da immagazzinare nella cavità per iniziare ad affondare è quella che fa stare tutto il sommergibile immerso, bilanciando nuovamente la forza di gravità (sul sommergibile e sull'acqua aggiunta) con la spinta di Archimede

$$(M + V_{acqua} \cdot \rho_{acqua})g = V\rho_{acqua}g \quad \Rightarrow \quad V_{acqua} = V - \frac{M}{\rho_{acqua}} = 20 \text{ m}^3 . \quad (10)$$

### **Esercizio 5**

Nella prima espansione isoterma, lavoro effettuato dal sistema è:

$$L_{AB} = nRT_A \ln \frac{V_B}{V_A} = nRT_A \ln 3. \quad (11)$$

Nella prima isocora (da B a C) il lavoro è nullo. Nella compressione isoterma:

$$L_{CD} = nRT_C \ln \frac{V_D}{V_C} = nRT_C \ln \frac{V_A}{V_B} = -nRT_C \ln 3. \quad (12)$$

dove per l'equazione di stato dei gas perfetti

$$T_C = \frac{P_C V_C}{nR} = \frac{2P_B V_B}{nR} = 2T_B = 2T_A. \quad (13)$$

Nella seconda isocora (da D a A) il lavoro è ancora nullo. In totale quindi il lavoro effettuato dal gas nel ciclo è:

$$L_{\text{ciclo}} = nRT_A \ln 3 - nRT_C \ln 3 = -nRT_A \ln 3 = -7307 \text{ J}. \quad (14)$$

Per il primo principio della termodinamica  $Q_{\text{ciclo}} = L_{\text{ciclo}}$ .

### **Esercizio 6**

La capacità di un condensatore piano è data dalla formula

$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d} = 79 \text{ pF} = 7.9 \cdot 10^{-11} \text{ F} \quad (15)$$

e dalla relazione che lega differenza di potenziale, carica e capacità del condensatore si ha

$$\Delta V = \frac{Q}{C} = \frac{\sigma S d}{\epsilon_0 S} = 1.35 \text{ V} . \quad (16)$$

### **Esercizio 7**

La forza magnetica sul lato mobile del circuito ha modulo:

$$F_m = iLB. \quad (17)$$

L'accelerazione con cui si muove tale lato (di massa  $m = 50 \text{ g}$ ) è quindi:

$$a = F_m/m = iLB/m = 1.92 \frac{m}{s^2}. \quad (18)$$

### **Esercizio 8**

In corrispondenza di ogni superficie di separazione vale la legge di Snell quindi

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 = n_3 \sin \theta_3 . \quad (19)$$

Da questa si ricava che la riflessione totale sulla prima interfaccia si ha quando

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \cdot 1 \quad \sin \theta_1 = \frac{n_2}{n_1} \quad \Rightarrow \quad \theta_1 = \arcsin \left( \frac{n_2}{n_1} \right) = 48.6^\circ , \quad (20)$$

mentre quella sulla seconda interfaccia si ha quando

$$n_2 \sin \theta_2 = n_3 \cdot 1 = n_1 \sin \theta_1 \quad \sin \theta'_1 = \frac{n_3}{n_1} \quad \Rightarrow \quad \theta'_1 = \arcsin \left( \frac{n_3}{n_1} \right) = 30.0^\circ . \quad (21)$$