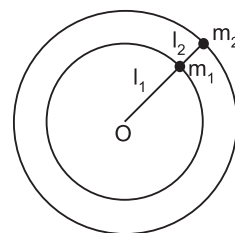


**FACOLTA' DI INGEGNERIA**  
**Corso di laurea in ingegneria meccanica e ingegneria elettrotecnica**

**Anno Accademico 2009-2010**  
**Prova scritta dell'esame di Fisica I (6/9 CFU) - 6 novembre 2010**

*Risolvete i seguenti esercizi formulando la soluzione dapprima in termini analitici, quindi in termini numerici.*

- Una massa puntiforme  $m_1$  è attaccata a un estremo di una corda avente lunghezza  $l_1$  il cui altro estremo è fissato in un punto  $O$  su di un piano orizzontale privo di attrito: la massa si muove di moto circolare uniforme su tale piano. Una seconda massa puntiforme  $m_2$  è attaccata radialmente alla prima tramite una corda di lunghezza  $l_2$  e si muove anch'essa di moto circolare uniforme con la stessa velocità angolare di  $m_1$ . Noto il periodo  $T$  del moto, trovare la tensione  $\tau_1$  e  $\tau_2$  in ciascuna delle due corde. Entrambe le corde sono inestensibili e prive di massa.



- Un'asta omogenea di massa  $m = 1$  kg e lunghezza  $l = 1$  m è appesa per un estremo  $O$  (vincolo senza attrito) in un piano verticale e, mentre si trova in equilibrio, viene colpita perpendicolarmente nell'estremo libero con un impulso  $J$ . Determinare  $J$  sapendo che, in seguito al colpo, l'asta raggiunge la posizione orizzontale con velocità nulla.
- NOTA: Questo esercizio è solo per coloro che devono sostenere l'esame di Fisica I da 9 crediti**  
Una bolla d'aria di volume  $V = 10 \text{ cm}^3$  si trova sul fondo di un lago a una profondità  $h = 50$  m dove la temperatura è  $T_f = 10^\circ \text{C}$ . La bolla, per la spinta di Archimede, sale sulla superficie del lago che si trova alla temperatura  $T_s = 25^\circ \text{C}$ . Supponendo che la bolla si mantenga sempre in equilibrio termico con l'acqua circostante, determinare il volume della bolla in superficie. (Si consideri l'aria un gas perfetto.)
- Un frigorifero viene utilizzato per congelare acqua che si trova liquida a  $0^\circ \text{C}$  scambiando calore con l'ambiente a  $40^\circ \text{C}$ . Assumendo che il frigorifero sia una macchina termica reversibile e che il costo dell'energia elettrica sia  $C = 0.6$  Euro/kWh, calcolare quanto costa congelare 100 litri d'acqua. (Calore latente di fusione del ghiaccio a pressione atmosferica:  $\lambda = 3.3 \times 10^5 \text{ J/kg}$ ;  $1 \text{ kWh} = 36 \times 10^5 \text{ J}$ )
- Una massa  $m = 100$  g a temperatura  $T_1 = 300$  K di un liquido avente calore specifico  $c = 0.8 \text{ cal/gK}$  viene versata in un recipiente adiabatico contenente un'eguale quantità dello stesso liquido a temperatura  $T_2 = 400$  K. Si determini la variazione di entropia subita dal sistema.

*Rispondete concisamente e con precisione alle seguenti domande.*

- Ricavate l'espressione dell'energia meccanica di un oscillatore armonico.
- Ricavate l'espressione di un'adiabatica reversibile di un gas perfetto.



**SOLUZIONI DELLA PROVA SCRITTA DELL'ESAME DI FISICA I DEL 06/11/10  
CORSO DI LAUREA IN ING. MECCANICA E ING. Elettrotecnica**

**Esercizio N. 1**

Applicando la seconda legge della dinamica rispettivamente alla massa  $m_1$  e  $m_2$ , e proiettando tale relazione in direzione radiale si ha:

$$\begin{aligned} \text{per } m_1 : \quad \tau_1 - \tau_2 &= m_1 a_1 & \text{dove } a_1 &= \omega^2 l_1 \\ \text{per } m_2 : \quad \tau_2 &= m_2 a_2 & \text{dove } a_2 &= \omega^2 (l_1 + l_2) \end{aligned}$$

Risolvendo tale sistema di due equazioni nelle due incognite  $\tau_1$  e  $\tau_2$ , si ha:

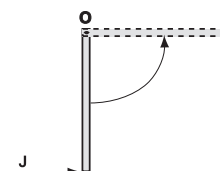
$$\tau_2 = m_2 \omega^2 (l_1 + l_2) \quad \text{e} \quad \tau_1 = \omega^2 [m_2(l_1 + l_2) + m_1 l_1] \quad \text{con} \quad \omega = \frac{2\pi}{T}$$

**Esercizio N. 2**

Durante il colpo (urto) si conserva il momento della quantità di moto rispetto al punto  $O$ , quindi:

$$Jl = I_0 \omega \quad \Rightarrow \quad J = \frac{I_0 \omega}{l}$$

dove  $I_0 = \frac{1}{3}ml^2$  e  $\omega$  la velocità angolare dell'asta subito dopo il colpo. Quest'ultima può essere calcolata applicando il principio di conservazione dell'energia meccanica tra lo stato iniziale (asta verticale) e quello finale (asta orizzontale):



$$\frac{1}{2}I_0 \omega^2 = mg \frac{l}{2} \quad \Rightarrow \quad \omega = \sqrt{\frac{3g}{l}} = 5.4 \text{ rad s}^{-1}$$

Pertanto:  $J = 1.8 \text{ N s}$ .

**Esercizio N. 3**

Indicando con il pedice  $f$  e  $s$  le quantità fisiche sul fondo e sulla superficie del lago, rispettivamente, si ha:

$$\begin{cases} p_f V_f = nRT_f \\ p_s V_s = nRT_s \end{cases} \quad \Rightarrow \quad V_s = \frac{T_s p_f}{T_f p_s} V_f.$$

Per la legge di Stevino, indicando con  $\rho_a$  la densità dell'acqua:  $p_f = p_s + \rho_a g h = 5.9 \times 10^5 \text{ Pa}$ ; pertanto  $V_s = 62 \text{ cm}^3$ .

**Esercizio N. 4**

Il lavoro necessario a congelare l'acqua è:

$$Q_1 = 100\lambda = 3.3 \times 10^7 \text{ J}.$$

Indicando con  $Q_2$  il calore ceduto all'ambiente, poichè il frigorifero opera reversibilmente,

$$\frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} = 0 \quad \Rightarrow \quad Q_2 = -\frac{Q_1}{T_1} T_2 = -3.784 \times 10^7 \text{ J}.$$

$$L = Q_1 + Q_2 = -0.484 \times 10^7 \text{ J}.$$

$C = 0.6 \text{ Euro/kWh} = 1.667 \times 10^{-7} \text{ Euro/J}$ , quindi la spesa è pari a  $CL = 0.81 \text{ euro}$ .

### Esercizio N. 5

La temperatura di equilibrio,  $T_E$ , del liquido nel contenitore sarà:

$$mc(T_E - T_1) = mc(T_2 - T_E) \quad \Rightarrow \quad T_E = \frac{T_1 + T_2}{2} = 350 \text{ K}.$$

Quindi,

$$\Delta S_1 = \int_{T_1}^{T_E} \frac{\dot{d}Q}{T} = mc \ln \frac{T_E}{T_1} = 12.33 \text{ cal/K}; \quad \Delta S_2 = \int_{T_E}^{T_2} \frac{\dot{d}Q}{T} = mc \ln \frac{T_E}{T_2} = -10.68 \text{ cal/K}.$$

$$\Delta S_{\text{Sist}} = \Delta S_1 + \Delta S_2 = 1.65 \text{ cal/K}.$$