

**FACOLTÀ DI INGEGNERIA CIVILE E INDUSTRIALE**  
**Corso di laurea in ingegneria meccanica e ingegneria elettrotecnica**

**Anno Accademico 2012-2013**  
**Prova scritta dell'esame di Fisica I - 7 febbraio 2013**

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

1. Un punto materiale si muove con una velocità angolare  $\omega = \pi \text{ rad/s}$  lungo una circonferenza di raggio  $R$  e centro nel punto  $O$  origine di un sistema cartesiano ortogonale  $Oxy$ . Determinare l'angolo  $\varphi$  che formava inizialmente il raggio con la direzione positiva dell'asse  $x$ , sapendo che all'istante  $t_1 = 1/2 \text{ s}$  il modulo dell'ampiezza del moto armonico sull'asse  $x$  è  $x_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} R$ .
2. Una macchina di massa  $m = 1000 \text{ kg}$  ha un motore della potenza massima  $P_M = 100 \text{ kW}$  e viaggiando su un tratto piano con velocità costante  $v = 50 \text{ km/h}$  esso deve erogare una potenza  $P' = 50 \text{ kW}$ . Supponendo che tutte le forze dissipative rimangano costanti, quale sarà la massima pendenza di una salita che la macchina può affrontare mantenendo la velocità  $v$ ?
3. Un'asta di massa trascurabile lunga  $l$  è posta in un piano verticale e reca agli estremi,  $A$  e  $B$ , due masse,  $m_A$  ed  $m_B = 5m_A$ , rispettivamente; essa, rimanendo sempre nel piano verticale, può ruotare senza attrito attorno a un asse normale al piano e passante per il punto  $O$  dell'asta a distanza  $d$  da  $m_A$ . Determinare il periodo  $T$  delle piccole oscillazioni dell'asta attorno la sua posizione di equilibrio. ( $l = 1 \text{ m}$ ,  $d = 0.2 \text{ m}$ ,  $m_A = 0.1 \text{ kg}$ )<sup>1</sup>.
4. 10 moli di gas perfetto vengono compresse isotermicamente e reversibilmente da un volume iniziale  $V_1 = 1 \text{ m}^3$  a un volume finale  $V_2$ . Il gas è contenuto in un recipiente adiabatico che può scambiare calore unicamente con una massa  $m = 0.1 \text{ kg}$  di ghiaccio fondente alla temperatura  $t = 0^\circ \text{C}$ . Per quale valore di  $V_2$  si ha la completa fusione del ghiaccio? (Calore latente di fusione del ghiaccio  $\lambda = 79.7 \text{ kcal/kg}$ ).
5. In un ciclo di Carnot compiuto da un gas perfetto, la differenza di temperatura tra le due sorgenti è  $\Delta T = T_1 - T_2 = 50 \text{ K}$ , mentre la variazione di entropia del gas lungo l'isoterma a temperatura  $T_2$  è  $\Delta S_2 = -20 \text{ J/K}$ . Determinare il lavoro compiuto dal gas durante il ciclo.

*Rispondete concisamente e con precisione alle seguenti domande (facoltative).*

1. Si dimostri che l'accelerazione in un moto circolare uniforme possiede solamente la componente normale alla traiettoria e se ne determini il valore.
2. Giustificate l'affermazione secondo la quale l'entropia di un sistema isolato non può mai diminuire.

---

<sup>1</sup>Questo esercizio NON deve essere svolto dagli studenti che sostengono l'esame di Fisica I da 6 CFU.

**SOLUZIONI DELLA PROVA SCRITTA DELL'ESAME DI FISICA I DEL 7/2/2013**  
**CORSO DI LAUREA IN ING. MECCANICA E ING. ELETTRTECNICA**

**Esercizio N. 1**

$$x(t) = R \cos(\omega t + \varphi)$$

da cui:

$$x(t_1) = \frac{\sqrt{2}}{2}R \quad \Rightarrow \quad \frac{\sqrt{2}}{2}R = R \cos(\omega t_1 + \varphi) \quad \Rightarrow \quad \pm \frac{\pi}{4} = \frac{\pi}{2} + \varphi.$$

I due valori di  $\varphi$  compatibili con le condizioni imposte dall'esercizio sono quindi:  $\varphi_1 = -\frac{\pi}{4}$  e  $\varphi_2 = -\frac{3}{4}\pi$ .

**Esercizio N. 2**

Poiché  $P = \mathbf{F} \cdot \mathbf{v}$ , indicando con  $\vartheta$  l'inclinazione rispetto all'orizzontale della salita, la potenza residua erogata dal motore della macchina per affrontare la salita con velocità  $v$ ,  $P_M - P'$ , deve essere pari alla potenza dissipata dalla componente della forza peso lungo la salita:

$$P_M - P' = mgv \sin \vartheta \quad \Rightarrow \quad \sin \vartheta = \frac{P_M - P'}{mgv} \quad \Rightarrow \quad \vartheta = 21^\circ 34'.$$

**Esercizio N. 3**

Prendendo il punto  $O$  come polo rispetto al quale calcolare il momento delle forze, per piccole oscillazioni del sistema la seconda equazione cardinale della dinamica dei sistemi si scrive:

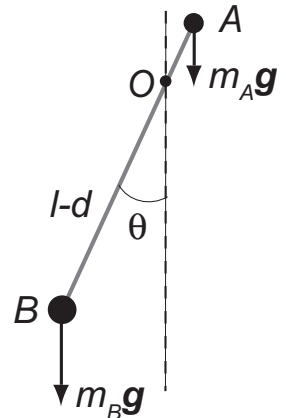
$$-m_B g(l-d)\vartheta + m_A g d \vartheta = [m_A d^2 + m_B(l-d)^2] \ddot{\vartheta},$$

ovvero

$$\ddot{\vartheta} + \frac{m_B g(l-d) - m_A g d}{m_A d^2 + m_B(l-d)^2} \vartheta = 0$$

che è l'equazione di un moto armonico avente pulsazione

$$\omega = \sqrt{\frac{m_B g(l-d) - m_A g d}{m_A d^2 + m_B(l-d)^2}} = 3.4 \text{ rad/s} \quad \Rightarrow \quad T = \frac{2\pi}{\omega} = 1.8 \text{ s}.$$



#### Esercizio N. 4

Il calore necessario a fondere la massa di ghiaccio è:  $Q = m\lambda$ . Applicando il I principio della termodinamica al gas, tenendo presente che per esso  $\Delta U = 0$  poiché la trasformazione è isoterma alla temperatura  $T = 273 \text{ K}$ , si ha:

$$Q = L = \int_1^2 p dV = nRT \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} = nRT \ln \frac{V_2}{V_1} < 0.$$

Quindi

$$m\lambda = -nRT \ln \frac{V_2}{V_1} \quad \Rightarrow \quad V_2 = V_1 \exp\left(-\frac{m\lambda}{nRT}\right) = 0.23 \text{ m}^3.$$

#### Esercizio N. 5

Indicando con  $\Delta S_1$  la variazione di entropia del gas lungo la trasformazione isoterma a temperatura  $T_1$ , deve essere:

$$\Delta S_1 + \Delta S_2 = 0 \quad \Rightarrow \quad \Delta S_1 = -\Delta S_2.$$

Poiché

$$Q_2 = \Delta S_2 T_2 \quad \text{e} \quad Q_1 = \Delta S_1 T_1 = -\Delta S_2 T_1,$$

si ha che:

$$L = Q_1 + Q_2 = -\Delta S_2 T_1 + \Delta S_2 T_2 = -\Delta S_2 (T_1 - T_2) = 1000 \text{ J}.$$