



FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di laurea in ingegneria elettrica e ingegneria meccanica

Anno Accademico 2009-2010

Prova scritta dell'esame di Fisica I (6/9 CFU) - 18 febbraio 2010

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

1. Un punto materiale si muove lungo una traiettoria circolare di raggio $R = 250$ m. Dall'istante iniziale $t_0 = 0$ s all'istante $t_1 = 10$ s la sua velocità cresce quadraticamente con il tempo ($v = kt^2$); in tale intervallo di tempo, il punto materiale percorre uno spazio $\Delta s = 250$ m. Determinare il modulo dell'accelerazione all'istante t_1 .
2. Un punto materiale è soggetto ad un campo di forze centrali, la cui energia potenziale varia secondo la legge: $U(r) = -a/r + b/r^3$, con a e b costanti. Calcolare:
 - a) come varia la forza in funzione di r , indicando dove è repulsiva e dove è attrattiva;
 - b) la posizione di equilibrio stabile del corpo;
 - c) l'energia cinetica del corpo quando giunge nella posizione di equilibrio dopo essere partito dall'infinito con velocità trascurabile.
3. **NOTA: Questo esercizio è solo per coloro che devono sostenere l'esame di Fisica I da 9 crediti**

Un'asta omogenea di sezione costante di massa $m_1 = 1$ kg incernierata nel suo punto centrale, è inizialmente ferma in equilibrio in posizione orizzontale. Un proiettile di massa $m_2 = 100$ g e velocità $v = 10$ m/s la colpisce verticalmente restando conficcato a una sua estremità. Determinare il momento M (supposto costante) generato dalla forza di attrito che la cerniera esercita sulla sbarra, sapendo che quest'ultima si ferma dopo $n = 2$ giri.
4. Una mole di gas perfetto viene riscaldato reversibilmente mentre il volume varia in modo che $T = \alpha p^2$, con α costante. Determinare il lavoro compiuto dal gas sapendo che la temperatura del gas passa dal valore iniziale T_0 al valore finale $4T_0$.
5. Un corpo avente capacità termica $C = 5 \times 10^3$ J/K, costante nell'intervallo di temperature considerate, è in equilibrio termico con una sorgente a temperatura $T_1 = 800$ K. Esso viene posto a contatto con una sorgente a temperatura $T_2 = 400$ K quindi, raggiunto il nuovo equilibrio termico, viene riportato in contatto con la sorgente a temperatura T_1 . Determinare la variazione di entropia dell'universo (corpo e sorgenti).

Rispondete concisamente e con precisione alle seguenti domande.

1. Qual è la condizione necessaria per l'equilibrio di un sistema di punti materiali?
2. Ricavate l'espressione di un'adiabatica reversibile di un gas perfetto



**SOLUZIONI DELLA PROVA SCRITTA DELL'ESAME DI FISICA I DEL 18/02/10
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRICA E INGEGNERIA MECCANICA**

Esercizio N. 1

$$v(t) = kt^2 \Rightarrow \Delta s = \frac{1}{3}kt^3 \Rightarrow k = 0.75 \text{ m/s}^3; \quad a_t = \frac{dv}{dt} = 2kt \Rightarrow a_t(t_1) = 15 \text{ m/s}^2.$$
$$a_n = \frac{v^2(t_1)}{R} = 22.50 \text{ m/s}^2 \Rightarrow a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} = 27.04 \text{ m/s}^2.$$

Esercizio N. 2

a) $F(r) = -\frac{dU}{dr} = -\frac{a}{r^2} + \frac{3b}{r^4} : \quad F(r) > 0 \text{ per } r^2 < \sqrt{\frac{3b}{a}}$

b) $F(r) = 0 \Rightarrow -\frac{a}{r^2} + \frac{3b}{r^4} = 0 \text{ per } r^2 = \sqrt{\frac{3b}{a}} :$

nella posizione di equilibrio stabile $U(r)$ ha un minimo.

c) $T_i + U_i = T_{eq} + U_{eq} \Rightarrow T_{eq} = -U_{eq} = \frac{a}{r_0} - \frac{b}{r_0^3} = \frac{2}{3}a\sqrt{\frac{a}{3b}}$

Esercizio N. 3

Si conserva il momento della quantità di moto rispetto al punto centrale O della sbarretta; indicando con ω la velocità angolare del sistema sbarretta+proiettile subito dopo l'urto e con l la lunghezza (incognita) della sbarretta, si ha:

$$m_2 v \frac{l}{2} = I_O \omega \Rightarrow \omega = \frac{m_2 v l / 2}{I_0}$$

dove,

$$I_0 = \frac{1}{12}m_1 l^2 + m_2 \frac{l^2}{4} = \frac{l^2}{4} \left(\frac{m_1}{3} + m_2 \right).$$

Il lavoro del momento della forza di attrito è uguale alla variazione dell'energia cinetica:

$$-\frac{l}{2} I_O \omega^2 = - \int_0^{4\pi} M d\theta \Rightarrow M = \frac{1}{8\pi} I_O \omega^2 = \frac{1}{8\pi} \frac{m_2^2 v^2}{\frac{m_1}{3} + m_2} = 0.09 \text{ N}\cdot\text{m}.$$

Esercizio N. 4

$$T = \frac{pV}{nR} = \alpha p^2 \quad \Longrightarrow \quad V = \alpha n R p \quad \Longrightarrow \quad dV = \alpha n R dp;$$

quindi

$$L \int p dV = \int_{\sqrt{\frac{T_0}{\alpha}}}^{\sqrt{\frac{4T_0}{\alpha}}} \alpha n R p dp = \frac{3}{2} R T_0.$$

Esercizio N. 5

La trasformazione (ciclica) compiuta dal corpo è irreversibile, quindi $\Delta S_{univ} > 0$.

$\Delta S_{corpo} = 0$ perchè il corpo compie un ciclo termodinamico; la variazione di entropia dell'universo coincide con la variazione di entropia delle sorgenti:

$$\Delta S_2 = \frac{Q_2}{T_2} = -\frac{C(T_2 - T_1)}{T_2} = 5 \times 10^3 \text{ J/K} \qquad \Delta S_1 = \frac{Q_1}{T_1} = -\frac{C(T_1 - T_2)}{T_1} = -2.5 \times 10^3 \text{ J/K}$$

$$\Delta S_{univ} = \Delta S_1 + \Delta S_2 = 2.5 \times 10^3 \text{ J/K}$$