

**Corso di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio**  
**(Prof. G. Naletto)**  
**Prova scritta di Fisica 1 - Padova, 29 Aprile 2003**

Cognome ..... Nome ..... Matricola .....

**Problema 1**

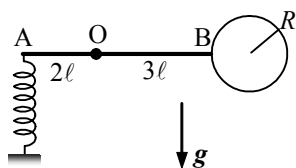


Un corpo di massa  $m_1 = 0.5$  kg e dimensioni trascurabili inizialmente fermo su un piano orizzontale liscio è messo in moto da un impulso orizzontale (verso sinistra in figura) di modulo  $J = 2$  Ns. Durante il moto esso urta una molla ideale a riposo di costante elastica  $k = 100$  N/m vincolata ad un estremo e rimbalza indietro. Nel suo moto all'indietro (verso destra in

figura) esso attraversa una porzione di piano scabro di lunghezza  $d = 0.4$  m e coefficiente di attrito  $\mu$ , e ne esce con velocità  $v_1' = 3.6$  m/s. A questo punto il corpo urta in modo completamente anelastico un altro corpo di massa  $m_2 = 0.1$  kg e dimensioni trascurabili fermo sul piano e poi i due corpi uniti salgono su di un piano inclinato liscio. Calcolare:

1. la massima compressione  $\Delta x$  della molla a seguito dell'urto con il corpo di massa  $m_1$ ;
2. il coefficiente di attrito  $\mu$ ;
3. la massima altezza  $h$  rispetto al piano cui arriva il sistema costituito dai due corpi uniti;
4. il numero  $N$  di volte che il sistema costituito dai due corpi uniti passa sopra il tratto di piano orizzontale scabro prima di fermarsi.

**Problema 2**



Un corpo rigido è costituito da una sbarretta AB di massa trascurabile e lunghezza  $5\ell$  e da una sfera di massa  $m = 5$  kg e raggio  $R = \ell$  attaccata all'estremo B. Il sistema può ruotare attorno ad un asse orizzontale O privo di attriti, perpendicolare alla sbarretta e posto sulla sbarretta stessa a distanza  $2\ell$  dall'estremo A (vedi figura). In A è attaccata una molla di costante elastica  $k$  vincolata all'altro estremo e orientata lungo la direzione verticale. Il sistema è inizialmente in equilibrio con la sbarretta orizzontale e la molla allungata di  $\Delta x = 0.4$  m rispetto alla sua posizione di riposo. Calcolare:

1. la costante elastica  $k$  della molla.

Successivamente, si stacca la molla da A ed il sistema inizia ad oscillare. Determinare:

2. l'accelerazione  $a$  del centro di massa della sfera subito dopo aver staccato la molla;
3. la tensione  $T$  presente sulla sbarretta quando questa, durante il moto oscillatorio, si trova esattamente sulla verticale.

**Problema 3**

Una macchina termica reversibile a gas lavora su un ciclo di Carnot (espansione isoterma AB, espansione adiabatica BC, compressione isoterma CD e compressione adiabatica DA) assorbendo ad ogni ciclo un calore  $Q_{\text{ASS}} = 10^4$  J da un serbatoio alla temperatura  $T_2 = 373$  K contenente una miscela di acqua in ebollizione e vapor acqueo in equilibrio con la pressione ambiente. Sapendo che il rendimento della macchina è  $\eta = 0.25$  e che il rapporto tra i volumi finale ed iniziale dell'espansione isoterma è pari a  $V_B/V_A = 1.5$ , calcolare:

1. il lavoro  $W$  prodotto dalla macchina ad ogni ciclo;
2. il numero  $n$  di moli di gas;
3. la variazione di volume  $\Delta V$  del vapor acqueo nel serbatoio a temperatura  $T_2$  dopo che la macchina ha compiuto  $N = 20$  cicli (calore latente di ebollizione dell'acqua:  $\lambda_e = 22.6 \cdot 10^5$  J/kg; volume specifico del vapor acqueo:  $v_{\text{vap}} = 168$  m<sup>3</sup>/kg).

## Soluzioni

### Problema 1

1.  $J = m_1 v_1; \quad \frac{1}{2} k \Delta x^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 \Rightarrow \Delta x = v_1 \sqrt{\frac{m_1}{k}} = \frac{J}{\sqrt{m_1 k}} = 0.283 \text{ m}$
2.  $m_1 a = F_{\text{attr}} = -\mu N = -\mu m_1 g; \quad v_1'^2 = v_1^2 + 2ad = v_1^2 - 2\mu g d \Rightarrow \mu = \frac{v_1^2 - v_1'^2}{2gd} = 0.388$
3.  $m_1 v_1' = (m_1 + m_2) v' \Rightarrow v' = \frac{m_1}{m_1 + m_2} v_1' = 3 \text{ m/s};$   
 $\frac{1}{2} (m_1 + m_2) v'^2 = (m_1 + m_2) g h \Rightarrow h = \frac{v'^2}{2g} = 0.459 \text{ m}$
4.  $\Delta E_k = W_{\text{attr}} = -\mu (m_1 + m_2) g d \Rightarrow \frac{E_k}{|\Delta E_k|} = \frac{\frac{1}{2} (m_1 + m_2) v'^2}{\mu (m_1 + m_2) g d} = \frac{v'^2}{2\mu g d} = 2.96 \Rightarrow N = 3$

### Problema 2

1.  $4\ell mg - 2\ell k \Delta x = I\alpha = 0 \Rightarrow k = \frac{2mg}{\Delta x} = 245 \text{ N/m}$
2.  $4\ell mg = I\alpha = \left( \frac{2}{5} m R^2 + m(3\ell + R)^2 \right) \frac{a}{3\ell + R} = \frac{41}{10} m \ell a \Rightarrow a = \frac{40}{41} g = 9.56 \text{ m/s}^2$
3.  $\frac{1}{2} m v^2 = mg(3\ell + R); \quad m a_N = T - mg \Rightarrow T = m(a_N + g) = m \left( \frac{v^2}{3\ell + R} + g \right) = 3mg = 147 \text{ N}$

### Problema 3

1.  $W = \eta Q_{\text{ASS}} = 2500 \text{ J}$
2.  $Q_{\text{ASS}} = n R T_2 \ln \frac{V_B}{V_A} \Rightarrow n = \frac{Q_{\text{ASS}}}{R T_2 \ln \frac{V_B}{V_A}} = 7.95$
3.  $|Q_2| = N Q_{\text{ASS}} = m_V \lambda_e \Rightarrow m_V = \frac{N Q_{\text{ASS}}}{\lambda_e} = 0.0855 \text{ kg}; \quad \Delta V = \nu_V m_V = 14.9 \text{ m}^3$