SAPIENZA Università di Roma
Corso di laurea in Ing. Meccanica

Corso di Fisica I

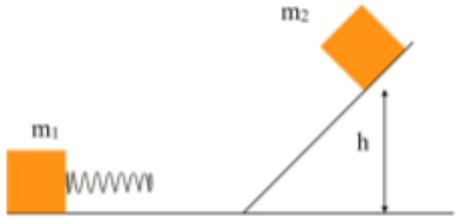
Canale A-L: ***Prof. Marco Rossi***
Canale M-Z: ***Prof. Alessio Sarti***

Prova d'esame del 9 giugno 2017 – ***I appello A.A. 2016-17***

Risolvere, prima analiticamente e poi numericamente, gli esercizi seguenti.

1. Un punto materiale inizialmente fermo si muove con accelerazione tangenziale costante su una traiettoria circolare di raggio R=0.5 m giacente in un piano verticale. All'istante t_1=2 s il punto abbandona la traiettoria circolare proseguendo lungo la tangente in direzione verticale verso l'alto. Sapendo che il punto raggiunge una quota massima di h=2 m, rispetto al punto più in basso della traiettoria circolare, calcolare:
a) il valore dell'accelerazione tangenziale durante il moto circolare;
b) lo spazio percorso lungo la traiettoria circolare prima di abbandonarla.

2. Il corpo di massa m_2=0.7 kg, assimilabile ad un punto materiale, scorre senza attrito sul piano inclinato e sul successivo piano orizzontale fino ad arrivare alla molla di costante elastica K=13 N/m fissata ad un corpo scabro di massa m_1=3 kg che ha un coefficiente di attrito statico μ_s=0.4 con il piano orizzontale. Calcolare a partire da quale quota h il corpo m_2 riuscirà a muovere il corpo m_1.



3. Sul fondo di una piscina piena d'acqua è ancorata una fune ideale alla quale sono fissate, immerse nell'acqua e a distanze diverse, due boe A e B, entrambe di massa m=3 kg e densità media ρ pari ad un terzo di quella dell'acqua. Determinare le tensioni τ_1 e τ_2 nei due tratti di fune compresi:
a) tra il fondo e la prima boa A;
b) tra le due boe.

4. Una mole di gas perfetto biatomico viene portata reversibilmente dalla temperatura T_1=300 K alla temperatura T_2=T_1/3. La trasformazione è descritta dall'equazione TV=*costante*. Determinare:
a) il lavoro compiuto nella trasformazione;
b) la quantità di calore scambiata dal gas, esplicitando se ceduta o assorbita.

5. Un sistema termodinamico adiabatico è composto da due recipienti *A* e *B*, entrambi dotati di un pistone (da considerarsi privo di massa e in grado di muoversi senza attrito). I due recipienti, separati da una parete rigida diatermica, contengono n_A *e* n_B moli di gas perfetto monoatomico, inizialmente a temperatura T_A *e* T_B, rispettivamente. La pressione iniziale dei due gas è la stessa e un meccanismo esterno agisce in maniera da mantenerla costante, durante la trasformazione che porta il sistema allo stato finale di equilibrio S_F. Si calcoli:
a) il valore T_f della temperatura di equilibrio del sistema nello stato S_F;
b) la variazione di entropia per mole dei due gas dal loro stato iniziale a quello finale S_F.
(n_B = 2n_A; T_B = 450 K; T_A=300 K)

Rispondete facoltativamente, con essenzialità e correttezza, alle seguenti domande.

T1 Descrivere il moto di un grave in un mezzo che offre resistenza viscosa.

T2 Dimostrare che l'entropia di un sistema termodinamico è una funzione di stato. Nel caso dell'esercizio 4, quali considerazioni possono essere fatte sull'entropia dell'universo?

Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
Corsi di laurea in Ing. Meccanica

Corso di Fisica I
Canale A-I: *Prof. Marco Rossi*
Canale L-Z: *Prof. Alessio Sarti*

SOLUZIONI
Prova d'esame del 9 giugno 2017 – *I sessione a.a. 2016-17*

Esercizio 1

Nella prima fase si ha un moto circolare uniformemente accelerato: $v(t) = a_t\, t$ e $s(t) = ½\, a_t\, t^2$. Dopo aver abbandonato la traiettoria circolare il punto prosegue verso l'alto raggiungendo una quota massima rispetto al punto più basso della traiettoria pari a h = R + ½ $v(t_1)^2/g$ = R + ½ $(a\, t_1)^2/g$. Da questa relazione si ricavano: a) a_t = 2.71 m/s^2 e b) $s(t_1)$ = 5.42 m

---

Esercizio 2

La massa m_1 si muove per $K\Delta x \geq \mu_s m_1 g$.

La quota minima si ricava calcolando $\Delta x = \mu_s m_1 g/K$.

Il Δx della molla in seguito alla compressione dovuta alla massa m_2 si ricava tramite: $½K\Delta x^2=m_2gh$.

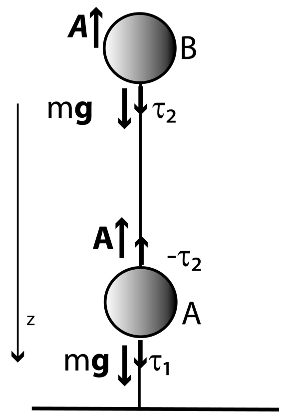
Sostituendo Δx come ricavato dalla prima equazione si ottiene:

$h = \mu_s^2 m_1^2 g / (2m_2K)$ = 0.78 m

Esercizio 3

Sulla boa *A*, fissato un asse di riferimento diretto verso il basso, agiscono le seguenti forze:
τ_1, τ_2, la forza peso e la spinta d'Archimede.
All'equilibrio si ha: $\tau_1 - \tau_2 + mg - m_a g = 0$
dove m_a è la massa d'acqua spostata.
Detta ϱ_a la densità dell'acqua: $V_{boa} = \frac{m_a}{\varrho_a} = \frac{m}{\varrho}$

$$\tau_1 - \tau_2 + mg - m\frac{\varrho_a}{\rho}g = 0$$



Sulla boa B, all'equilibrio:

$$\tau_2 + mg - m\frac{\varrho_a}{\rho}g = 0$$

$$\tau_2 = mg\left(\frac{\varrho_a}{\rho} - 1\right) = 58.9\ N \quad \Longrightarrow \quad \tau_1 = 2mg\left(\frac{\varrho_a}{\rho} - 1\right) = 117.7\ N$$

Esercizio 4

Essendo *T = C/V* (*C=costante*), per il calcolo del lavoro si ha:

$$L = \int p dV = \int \frac{nRC}{V^2} dV = nRC\left(\frac{1}{V_1} - \frac{1}{V_2}\right) = nR(T_1 - T_2) = \frac{2}{3} nRT_1 = 1.66\ kJ$$

Essendo $\Delta U = Q - L$

$Q = L + \Delta U = 2/3\ nRT_1 + nc_V\,(T_2 - T_1) = -nRT_1 = -\ 2.5\ kJ$, calore ceduto.

Esercizio 5

Il sistema è adiabatico e le trasformazioni irreversibili che lo portano allo stato finale di equilibrio avvengono a pressione costante.

a) $\Delta U_{TOT} = -L_{TOT} \quad \Rightarrow \quad \Delta U_A + \Delta U_B = -(L_A + L_B)$

$$n_A c_V (T_f - T_A) + n_B c_V (T_f - T_B) + n_A R(T_f - T_A) + n_B R(T_f - T_B) = 0 \quad \Rightarrow \quad T_f = 400K$$

b) Per trasformazioni tra stati termodinamici con uguale pressione si ha che:

$\Delta S_{12} = nc_p \ln\frac{T_2}{T_1}$ da cui nel caso in esame si ottiene, per mole:

$\Delta S_A = c_p \ln\frac{T_f}{T_A} = 5.98\ J/K$ e $\Delta S_B = c_p \ln\frac{T_f}{T_B} = -2.45\ J/K$