Fisica 1 per chimica industriale, Esame scritto 13/07/2016
Docente: Santanastasio Francesco

Nome e cognome: .... Matricola: ....

Tempo a disposizione 3 ore, e' permessa la consultazione del solo libro di testo ed appunti (no libri di esercizi), e' obbligatorio spegnere i cellulari. Risolvere gli esercizi riportando le formule risolutive ed i risultati numerici utilizzando le unita' di misura del Sistema Internazionale.

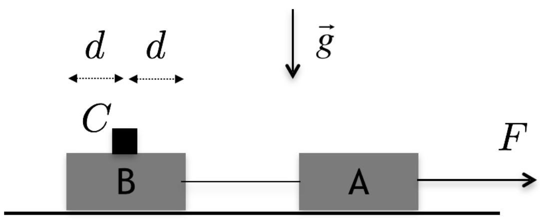
Esercizio 1

Due blocchi A e B di massa $m_A = 5Kg$ ed $m_B = 3Kg$ si muovono su un piano orizzontale privo di attrito uniti da una fune inestensibile di massa trascurabile. Al centro del blocco B, a distanza $d = 0.1m$ dai bordi, e' posto un corpo C di massa $m_C = 0.1Kg$. Sul blocco A agisce una forza orizzontale $F = 30N$. Inizialmente il sistema e' in quiete e la fune che collega A e B e' in tensione.

Assumendo che non ci sia attrito tra il corpo B ed il corpo C, determinare:
a) l'accelerazione dei corpi A e B, e la tensione della fune;
b) dopo quanto tempo il corpo C cadra' dal bordo del blocco B;

Determinare inoltre:
c) il valore minimo del coefficiente di attrito statico μ_s tra C e B tale che il corpo C resti solidale al blocco B durante il moto.

Figura 1



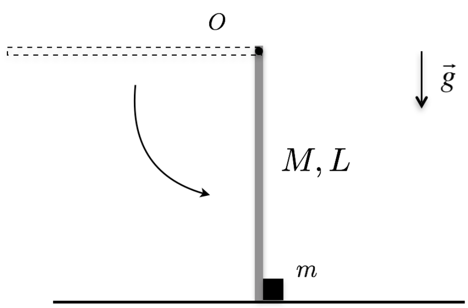
Esercizio 2

Un sbarretta rigida di lunghezza L=2m e massa $M = 1Kg$ e' vincolata a ruotare attorno ad un asse fisso orizzontale passante per il punto O. Inizialmente la sbarretta e' in quiete nella posizione orizzontale e viene poi lasciata libera di ruotare. Raggiunta la posizione verticale la sbarretta urta in modo anelastico un corpo (punto materiale) di massa $m = 0.5Kg$. Si osserva che dopo l'urto il corpo parte con velocita' v orizzontale, mentre la sbarretta resta ferma.

Determinare:

a) la velocita' angolare della sbarretta un istante prima dell'urto;
b) la velocita' v del corpo dopo l'urto;
c) l'energia dissipata nell'urto anelastico.

Figura 2



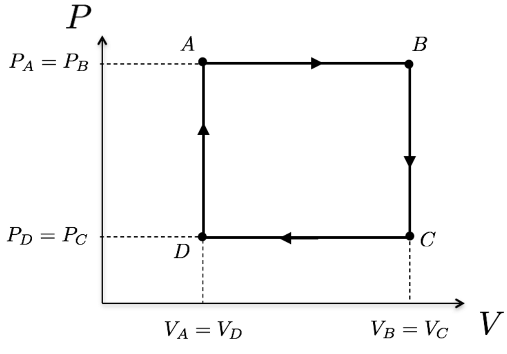
Esercizio 3

Una mole (n=1) di gas perfetto monoatomico compie il ciclo reversibile indicato in Figura 3, costituito da due isobare AB e CD e due isocore BC e DA. Determinare:

a) il lavoro totale del ciclo termodinamico;
b) il rendimento della macchina termica;
c) la variazione di energia interna e la variazione di entropia tra gli stati A e C

[Dati: $V_A = 5\ 10^{-3} m^3$, $V_C = 15\ 10^{-3} m^3$, $P_A = 6\ 10^5\ Pa$, $P_D = 2\ 10^5\ Pa$]

Figura 3



Soluzione - Esercizio 1

a)
In assenza di attrito le equazioni del moto di A e B sono:
$A: F - T = m_A a$
$B: T = m_B a$
dove a e' l'accelerazione del sistema A+B.

$a = \frac{F}{(m_A+m_B)} = 3.75\ m/s^2$

$T = \frac{m_B}{(m_A+m_B)}\ F \quad = 11.25\ N$

b)
Il corpo C e' fermo nel riferimento del laboratorio: $x_C = 0$
Il corpo B invece si muove di moto uniformemente accelerato con accelerazione pari a a: $x_B = \frac{1}{2}at^2$
Quindi il corpo C si trova sul bordo del blocco B quando $x_B = d$, al tempo
$t \quad = \sqrt{\frac{2d}{a}} = 0.23\ s$

c)
Dalla condizione che il corpo C sia solidale con B si ottengono le seguenti equazioni per i corpi A, B e C:

$A: F - T = m_A a$
$B: T - F_s = m_B a$
C: $F_s = m_C a$

dove F_s e' la forza di attrito statico tra i corpi B e C.

Sommando le 3 equazioni si ricava:
$F = (m_A + m_B + m_C)\ a$
da cui:
$a = \frac{F}{(m_A + m_B + m_C)}$

La forza di attrito e' quindi uguale a:
$F_s = \frac{F}{(m_A + m_B + m_C)} m_C$

Il corpo C resta solidale al corpo B se la forza di attrito F_s e' minore di quella massima che puo' essere prodotta $F_{s,max}$.

$F_s = \frac{F}{(m_A+m_B+m_C)} m_C \ \leq F_{s,max} = N\mu_s = m_C g \mu_s.$
$\mu_s \geq \frac{F}{(m_A+m_B+m_C)g} = 0.38$

Soluzione - Esercizio 2

a)

Momento d'inerzia rispetto al centro di massa della sbarretta vale:
$I_{CM} = \frac{ML^2}{12}$
Il momento d'inerzia della sbarretta rispetto al polo O vale:
$I_O = I_{CM} + M(\frac{L}{2})^2 = \frac{ML^2}{3} = 1.33\ Kgm^2$

L'energia meccanica si conserva durante la rotazione. Assumendo che l'energia potenziale della forza peso valga zero nel punto piu' basso della traiettoria:
$E_i = MgL/2$
$E_f = \frac{1}{2} I_O \omega^2$
$\omega = \sqrt{\frac{3g}{L}} = 3.83\ rad/s$

b)

Essendo l'urto anelastico, non si conserva l'energia.
Si conserva invece il momento angolare rispetto al polo O.

$J_O^i = I_O \omega$
$J_O^f = mv\ \ L$

$J_O^i = J_O^f$
Da cui:
$v\ \ = \frac{I_O \omega}{mL} = 5.1\ m/s$

c)

$E_i = \frac{1}{2} I_O \omega^2 = 9.75\ J$
$E_f = \frac{1}{2} m v^2 = \ 6.5\ J$

L'energia dissipata nell'urto e':

$\Delta E = E_f - E_i = \ -3.25\ J$

Soluzione - Esercizio 3

$Gas\ monoatomico\ :\ c_V = \frac{3}{2}R\ \ , c_P = \frac{5}{2}R$

a)

$L_{ciclo} = area\ rettangolo\ nel\ piano\ PV = (P_A - P_D)(V_B - V_A) = 4000J$

b)

Le temperature sono:

$T_A = \frac{P_A V_A}{nR} = 361K$

$T_B = \frac{P_B V_B}{nR} = 1083K$

$T_D = \frac{P_D V_D}{nR} = 120K$

$Q_{AB} = nc_P(T_B - T_A) = 15000J$

$Q_{DA} = nc_V(T_A - T_D) = 3000J$

$Q_{ass} = Q_{AB} + Q_{DA} = 18000J$

Il rendimento e':

$\eta = \frac{L_{ciclo}}{Q_{ass}} = 0.22$

c)

$T_C = \frac{P_C V_C}{nR} = 361K = T_A$

$\Delta U_{AC} = nc_V(T_C - T_A) = 0$

$\Delta S_{AC} = nR \ln\left(\frac{V_C}{V_A}\right) = 9.1\ J/K\ > 0$