Fisica 1 per chimica industriale, compito scritto 01/02/2016

Docente: Santanastasio Francesco

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

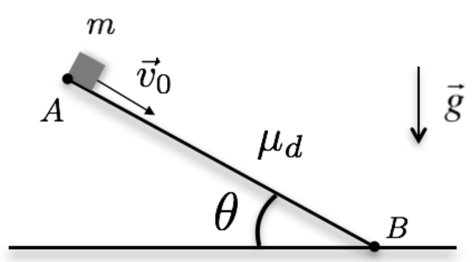
Tempo a disposizione 3 ore, e' permessa la consultazione del solo libro di testo ed appunti (no libri di esercizi), e' obbligatorio spegnere i cellulari. Risolvere gli esercizi riportando le formule risolutive ed i risultati numerici utilizzando le unita' di misura del Sistema Internazionale.

Esercizio 1 - Meccanica del punto materiale

Un corpo di massa $m = 10\ Kg$ (punto materiale) scende lungo un piano inclinato di un angolo θ=30° rispetto all'orizzontale, compiendo il tragitto AB di lunghezza $d = 2\ m$ con una velocita' costante v_0.

Determinare:
a) il coefficiente di attrito dinamico μ_d tra il corpo ed il piano inclinato;
b) l'energia dissipata nel tragitto AB;
c) la velocita' finale nel punto B che il corpo avrebbe in assenza di attriti, se fosse partito da fermo nel punto A.

Figura 1



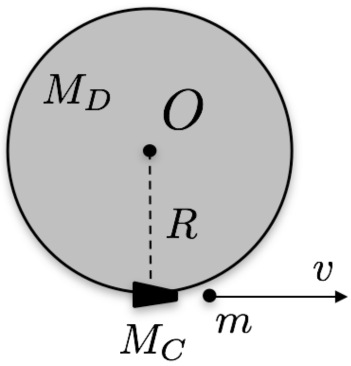
Esercizio 2 - Meccanica dei sistemi

Un disco omogeneo di massa $M_D = 3\ Kg$ e raggio $R = 50\ cm$ e' libero di ruotare senza attrito intorno ad asse fisso disposto verticalmente e passante per il centro del disco O. Sul bordo del disco e' fissato un piccolo cannoncino (punto materiale) di massa $M_C = 0.5\ Kg$ che puo' sparare proiettili tangenzialmente al disco. Il sistema disco+cannoncino e' inizialmente in quiete. Ad un certo istante, viene sparato un proiettile (punto materiale) di massa $m = 0.1\ Kg$ con velocita' di uscita dal cannoncino pari a $v = 15\ m/s$.

Calcolare, subito dopo lo sparo:
a) la velocita' angolare ω del sistema disco+cannoncino;
b) la velocita' lineare del centro di massa del sistema disco+cannoncino.

[Il momento d'inerzia del solo disco rispetto al proprio centro di massa O e' $I_{disco} = (M_D \cdot R^2)/2$]

Figura 2

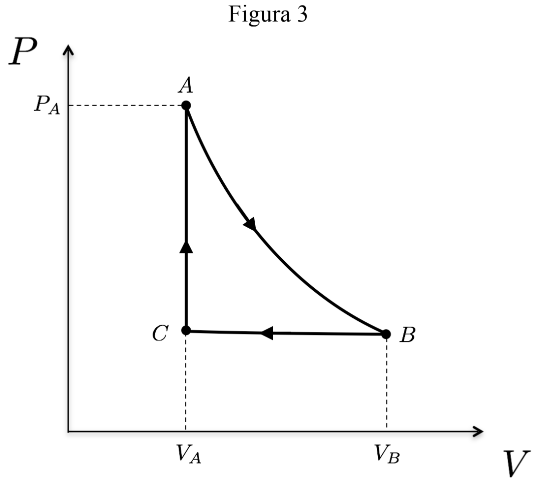


Esercizio 3 - Termodinamica

Una quantita' n=2.0 *mol* di gas perfetto biatomico, inizialmente alla temperatura $T_A = 300K$ ed alla pressione $P_A = 30\ atm$, subisce una espansione isoterma ($A \longrightarrow B$) che ne raddoppia il volume ($V_B = 2V_A$). Il gas subisce poi una trasformazione isobara ($B \longrightarrow C$) che porta il gas al volume iniziale. Infine, viene compiuta una trasformazione isocora ($C \longrightarrow A$) che riporta il gas nello stato iniziale.

Assumendo che tutte le trasformazioni siano reversibili, determinare:
a) la pressione (P_C) e la temperatura (T_C) nello stato C;
b) i lavori compiuti dal gas nelle tre trasformazioni $A \longrightarrow B$ (L_{AB}), $B \longrightarrow C$ (L_{BC}) e $C \longrightarrow A$ (L_{CA});
c) il rendimento del ciclo termodinamico.

Figura 3



Esercizio 1

a)
$F_{attrito} = mg\cos\theta\,\mu_d$
$F_{grav} = mg\sin\theta$

Se la velocita' e' costante significa che la risultante delle forze che agisce sul corpo lungo il piano e' nulla.
$F_{attrito} = F_{grav}$
Da cui:
$\mu_d = \tan\theta = 0.58$

b)
$E_{diss} = L_{non-cons.} = L_{attrito} = -|F_{attrito}| \cdot d = 98.5$ J

c)
$E_i = mgd\sin\theta$
$E_f = \frac{1}{2}mv_f^2$
L'energia si conserva in assenza di attriti:
$E_i = E_f$
$v_f = \sqrt{2gd\sin\theta} = 4.4\ m/s$

Soluzione - Esercizio 2

a)
Durante lo sparo, si conserva il momento angolare del sistema (disco+cannoncino+proiettile) rispetto all'asse fisso passante per il punto O.
$J^i_{sistema} = 0$ (sistema in quiete)
$J^f_{sistema} = J^f_{disco+cannoncino} + J^f_{proiettile}$
da cui:
$\left|J^f_{disco+cannoncino}\right| = \left|J^f_{proiettile}\right|$

Si calcolano i momenti angolari:
$\left|J^f_{proiettile}\right| = mvR$
$\left|J^f_{disco+cannoncino}\right| = I\omega$
$I = I_{disco} + I_{cannoncino} = \frac{1}{2}M_D R^2 + M_C R^2 = 0.5\ Kg\ m^2$

Imponendo la conservazione del momento angolare:
$\left|J^f_{disco+cannoncino}\right| = \left|J^f_{proiettile}\right|$
si ricava:
$\omega = \frac{mvR}{I} = 1.5\ rad/s$

b)
La distanza tra il punto O ed il centro di massa del sistema disco+cannoncino e':
$r_{cm} = \frac{r_D M_D + r_C M_C}{M_D + M_C} = \frac{0 \cdot M_D + R M_C}{M_D + M_C} = \frac{R M_C}{M_D + M_C} = 0.071\ m$

Quindi la velocita' lineare del centro di massa e':
$v_{cm} = \omega r_{cm} = 0.11\ m/s$

Soluzione - Esercizio 3

Per un gas perfetto biatomico: $c_V = \frac{5}{2}R$, $c_P = \frac{7}{2}R$

a)
Dalla legge di stato dei gas perfetti, e tenendo conto che la trasformazione AB e' isoterma:
$P_A V_A = P_B V_B$
$P_B = P_A \dfrac{V_A}{V_B} = \dfrac{P_A}{2} = 15\ atm$
$P_C = P_B = 15\ atm$

$P_C V_C = nRT_C$
$P_B V_B = nRT_B$
Essendo $P_C = P_B$:
$\dfrac{V_C}{V_B} = \dfrac{T_C}{T_B}$
$T_C = T_B \frac{V_C}{V_B} = \frac{T_B}{2} = 150K$

b)
$L_{AB} = \int_{V_A}^{V_B} PdV = nRT_A \cdot ln\left(\frac{V_B}{V_A}\right) = 3458\,J$ (>0 espansione)

$L_{BC} = \int_{V_B}^{V_C} PdV = P_B(V_C - V_B) = P_B V_C - P_B V_B = P_C V_C - P_B V_B = nR(T_C - T_B) = -2494\,J$ (<0 compressione)

$L_{CA} = 0\,J$

c)
$\eta = \dfrac{L}{|Q_{ass}|}$

Il lavoro compiuto e':
L = L_{AB}+L_{BC}+$L_{CA} = 3458\,J - 2494\,J + 0 = 964\,J$

Calcoliamo il calore assorbito nel ciclo.

Nella trasf. AB:
$\Delta U_{AB} = Q_{AB} - L_{AB} = 0$
$Q_{AB} = L_{AB} = 3458\,J$ (>0 calore assoribito)

Nella trasf. BC:
$Q_{BC} = nc_P \Delta T = nc_P(T_C - T_B)$ (<0 calore ceduto)

Nella trasf. CA:
$\Delta U_{CA} = Q_{CA} - L_{CA} = 0$
$L_{CA} = 0$
da cui:
$Q_{CA} = \Delta U_{CA} = nc_V(T_A - T_C) = 6235\,J$ (>0 calore assorbito)

Il rendimento del ciclo e' dunque:
$\eta = \frac{L}{|Q_{ass}|} = \frac{L}{Q_{AB}+Q_{CA}} = 0.1$