

Fisica 1 per chimica industriale, compito scritto 02/10/2015

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.

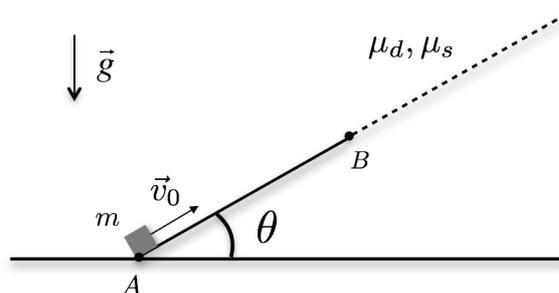
Esercizio 1 - Meccanica del punto materiale

Un corpo di massa m (punto materiale) viene lanciato dal punto A su per un piano inclinato di un angolo $\theta=30^\circ$ rispetto all'orizzontale con una velocita' iniziale pari $v_0 = 5.0 \text{ m/s}$ (Figura 1). Nel primo tratto AB, di lunghezza $L_0 = 1 \text{ m}$, il corpo scivola senza attrito; la parte rimanente del piano inclinato (linea tratteggiata) presenta invece un coefficiente di attrito dinamico pari a $\mu_d = 0.5$ ed un coefficiente di attrito statico pari a $\mu_s = 0.6$.

Determinare:

- la distanza totale L_{tot} percorsa dal corpo lungo il piano inclinato prima di fermarsi;
- se il corpo dopo essersi fermato (all'apice della traiettoria) riscende nuovamente lungo il piano inclinato, e fornire la motivazione.

Figura 1



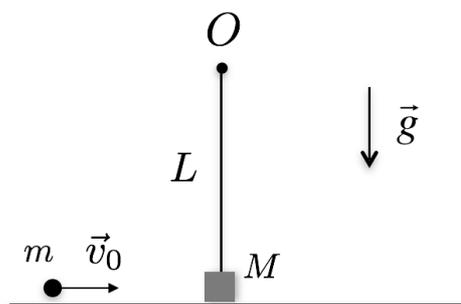
Esercizio 2 - Meccanica dei sistemi

Un proiettile di massa $m = 150 \text{ g}$ (punto materiale) colpisce orizzontalmente, con velocita' $v_0 = 9.4 \text{ m/s}$, un corpo di massa $M = 300 \text{ g}$ (punto materiale) appeso ad un punto fisso O per mezzo di un filo ideale di massa trascurabile e lunghezza $L = 1 \text{ m}$ (vedi Figura 2).

Sapendo che l'urto tra i due corpi e' completamente anelastico, determinare:

- l'energia dissipata nell'urto;
- la massima quota da terra raggiunta dal sistema corpo+proiettile.

Figura 2



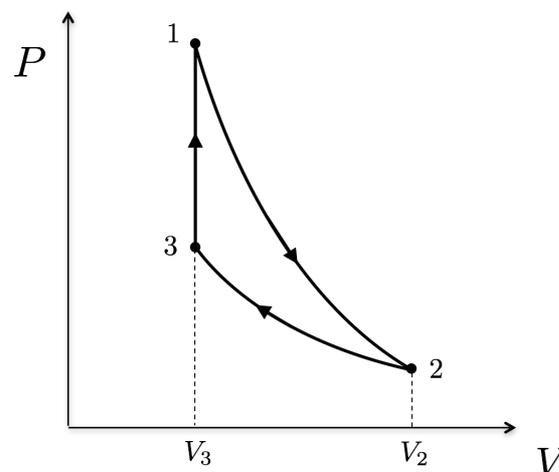
Esercizio 3 - Termodinamica

Ad una quantita' $n=2.0 \text{ mol}$ di gas perfetto biatomico viene fatto seguire il ciclo termodinamico mostrato in Figura 3, costituito dalle seguenti trasformazioni reversibili: una espansione adiabatica ($1 \rightarrow 2$); una compressione isoterma ($2 \rightarrow 3$); ed una isocora ($3 \rightarrow 1$). La temperatura del gas nello stato 2 e' $T_2 = 500 \text{ K}$. I volumi occupati dal gas negli stati 2 e 3 sono legati dalla relazione $V_3 = V_2/3$.

Determinare:

- le temperature del gas nello stato 1 (T_1) e nello stato 3 (T_3);
- il calore scambiato dal gas (indicando se ceduto o assorbito) nelle tre trasformazioni;
- il rendimento della macchina termica.

Figura 3



Soluzione - Esercizio 1

a)

Se ΔS e' lo spostamento nel tratto con attrito:

$$E_A = \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$E_f = mgh = mg(L_0 + \Delta S) \cdot \sin \theta$$

$$L_{\text{attrito}} = -|F_{\text{attrito}}| \cdot \Delta S = -\mu_d \cdot mg \cos \theta \cdot \Delta S$$

$$L_{\text{attrito}} = E_f - E_A$$

$$-\mu_d \cdot mg \cos \theta \cdot \Delta S = mg(L_0 + \Delta S) \cdot \sin \theta - \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$\Delta S = \frac{v_0^2 - 2gL_0 \sin \theta}{2g(\sin \theta + \mu_d \cos \theta)} = 0.83 \text{ m}$$

$$L_{\text{tot}} = L_0 + \Delta S = \frac{v_0^2 + 2g\mu_d L_0 \cos \theta}{2g(\sin \theta + \mu_d \cos \theta)} = 1.83 \text{ m}$$

b)

Le forze che agiscono lungo il piano inclinato sono la componente forza peso P_x e la forza di attrito statico F_s .

$$P_x = mg \sin \theta$$

$F_s (\text{max}) = \mu_s mg \cos \theta$ [che si oppone al moto, e quindi di segno opposto rispetto alla forza peso P_x che tende a far scendere il corpo]

Utilizzando i dati del problema si osserva che la massima forza di attrito statico e' maggiore rispetto alla componente lungo il piano inclinato della forza peso (in quanto $\tan \theta = \sin \theta / \cos \theta = 0.58 < \mu_s = 0.6$).

Dunque il corpo resta fermo dopo aver raggiunto la massima quota.

Soluzione - Esercizio 2

a)

Nell'urto completamente anelastico si conserva il momento angolare del sistema rispetto al polo fisso O.

$$J_O^i = mv_0L$$

$$J_O^f = (m + M)v_1L$$

$$J_O^f = J_O^i$$

$$mv_0L = (m + M)v_1L$$

$$v_1 = \frac{mv_0}{m+M} = 3.13 \text{ m/s}$$

$$E_i = \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$E_f = \frac{1}{2}(m + M)v_1^2$$

$$\Delta E = E_f - E_i = -\frac{Mm}{2(m+M)}v_0^2 = -4.4 \text{ J}$$

b)

$$E_i = \frac{1}{2}(m + M)v_1^2$$

$$E_f = (m + M)gh$$

$$E_f = E_i$$

$$(m + M)gh = \frac{1}{2}(m + M)v_1^2$$

$$h = \left(\frac{mv_0}{m+M}\right)^2 \frac{1}{2g} = 0.5 \text{ m}$$

Soluzione - Esercizio 3

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

a)

$$T_3 = T_2 = 500K \text{ (isoterma)}$$

Nella trasformazione adiabatica reversibile $TV^{\gamma-1} = \text{cost.}$

$$T_2 V_2^{\gamma-1} = T_1 V_1^{\gamma-1}$$

$$T_1 = T_2 \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma-1} = T_2 \cdot 3^{\frac{2}{5}} = 776 K$$

b)

1 \rightarrow 2: adiabatica

$$Q = 0 \text{ (adiabatica)}$$

2 \rightarrow 3: isoterma

$\Delta T = 0$ (isoterma) da cui $\Delta U = 0$ da cui $L = Q$

$$Q = L = \int_{V_2}^{V_3} P dV = nRT_2 \cdot \ln\left(\frac{V_3}{V_2}\right) = -nRT_2 \cdot \ln(3) = -9134 J < 0 \text{ (compressione)}$$

Il calore viene ceduto : $|Q_{ced}| = 9134 J$

3 \rightarrow 1: isocora

$L = 0$ (isocora) da cui $Q = \Delta U = nc_V(T_1 - T_3) = 11473 J > 0$ (aumento di temperatura)

Il calore viene assorbito : $|Q_{ass}| = 11473 J$

c)

$$\eta = 1 - \frac{|Q_{ced}|}{|Q_{ass}|} = 0.2$$