

Fisica 1 per chimica industriale, compito scritto 16/09/2015

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.

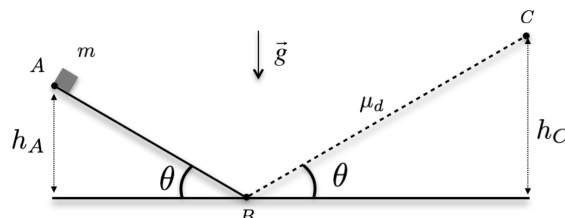
Esercizio 1 - Meccanica del punto materiale

Siano dati due piani inclinati di un angolo $\theta=30^\circ$ rispetto all'orizzontale, raccordati alla base e disposti come in Figura 1. Il tratto AB e' liscio, mentre il tratto BC ha un coefficiente di attrito dinamico $\mu_d=0.3$ (linea tratteggiata). Un corpo (punto materiale) di massa m si trova nel punto A (posto ad una quota $h_A = 1m$ da terra) con velocita' iniziale nulla, ed inizia a scivolare lungo il piano inclinato AB.

Determinare:

- la massima quota da terra (h_{max}) raggiunta dal corpo lungo il tratto in salita BC;
- la velocita' iniziale v_A (diretta lungo il piano inclinato) con cui deve essere lanciato il corpo dal punto A affinche', seguendo il tragitto ABC, arrivi nel punto C (posto ad una quota da terra $h_C = 1.5m$) con velocita' nulla.

Figura 1



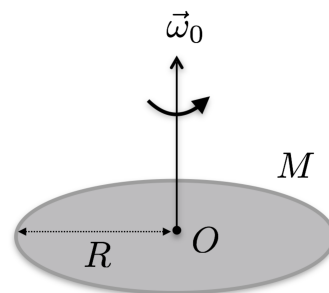
Esercizio 2 - Meccanica dei sistemi

Un disco omogeneo di raggio $R=10\text{ cm}$ e massa $M=2\text{ Kg}$ ruota liberamente con velocita' angolare $\omega_0 = 10\text{ rad/s}$ attorno al proprio asse fisso verticale passante per il centro di massa O, come indicato in Figura 2. Ad un certo istante un secondo, identico disco viene sovrapposto esattamente al primo di modo che i due dischi risultino rigidamente collegati.

Determinare:

- la velocita' angolare finale ω_f del sistema costituito dai due dischi;
- la variazione di energia cinetica (modulo e segno) del sistema costituito dai due dischi.

Figura 2



Esercizio 3 - Termodinamica

Un cilindro a pareti adiabatiche e munito di pistone mobile (anch'esso isolante ed a tenuta stagna) e' diviso in due parti uguali da un setto. Inizialmente il pistone e' bloccato. La parte inferiore, di volume $V_1 = 2$ litri, contiene 0.4 moli di gas perfetto monoatomico alla temperatura $T_1 = 27^\circ\text{C}$, mentre nella parte superiore vi e' il vuoto. Viene rimosso il setto divisorio ed il gas si espande liberamente.

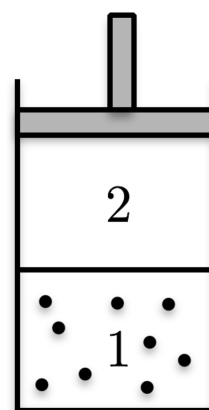
Determinare:

- lo stato finale del gas (valori di pressione, volume e temperatura);
- la variazione di entropia del gas.

Successivamente il pistone viene sbloccato ed il gas viene compresso in modo reversibile fino a riportarlo al volume iniziale V_1 .

- Determinare la temperatura e la pressione del gas in questo stato finale.

Figura 3



Soluzione - Esercizio 1

a)

$$E_A = mgh_A$$

$$E_f = mgh_{max}$$

$$L_{attrito} = -|F_{attrito}| \cdot L_{Bf} = -\mu_d \cdot mg \cos \theta \cdot \frac{h_{max}}{\sin \theta} = -\mu_d \cdot mg \cot \theta \cdot h_{max}$$

$$L_{attrito} = \Delta E = E_f - E_A$$

$$-\mu_d \cdot mg \cot \theta \cdot h_{max} = mgh_{max} - mgh_A$$

$$h_{max} = \frac{h_A}{1 + \mu_d \cot \theta} = \frac{1m}{1 + 0.3 \cdot \cot 30^\circ} = 0.66m$$

b)

$$E_A = mgh_A + \frac{1}{2}mv_A^2$$

$$E_C = mgh_C$$

$$L_{attrito} = -|F_{attrito}| \cdot L_{BC} = -\mu_d \cdot mg \cos \theta \cdot \frac{h_C}{\sin \theta} = -\mu_d \cdot mg \cot \theta \cdot h_C$$

$$L_{attrito} = \Delta E = E_C - E_A$$

$$-\mu_d \cdot mg \cot \theta \cdot h_C = mgh_C - (mgh_A + \frac{1}{2}mv_A^2)$$

$$v_A = \sqrt{2g(h_C - h_A + \mu_d \cdot \cot \theta \cdot h_C)} = \sqrt{2 \cdot 9.8 \cdot (1.5 - 1 + 0.3 \cdot 1.732 \cdot 1.5)} = 5 \text{ m/s}$$

Soluzione - Esercizio 2

a)

Nell'urto completamente anelastico tra i due dischi si conserva il momento angolare rispetto al polo fisso O.

$$J_O^i = I_0 \cdot \omega_0 = \frac{MR^2}{2} \omega_0$$

$$J_O^f = I_f \cdot \omega_f = (2 \cdot I_0) \cdot \omega_f = MR^2 \omega_f$$

$$J_O^f = J_O^i$$

$$MR^2 \omega_f = \frac{MR^2}{2} \omega_0$$

$$\omega_f = \frac{\omega_0}{2} = 5 \text{ rad/s}$$

b)

$$K_0 = \frac{1}{2} I_0 \cdot \omega_0^2$$

$$K_f = \frac{1}{2} I_f \cdot \omega_f^2$$

$$\Delta K = K_f - K_0 = \frac{1}{2} \cdot MR^2 \cdot \left(\frac{\omega_0}{2}\right)^2 - \frac{1}{2} \cdot \frac{MR^2}{2} \cdot (\omega_0)^2 = -\frac{MR^2 \omega_0^2}{8} = -\frac{2 \cdot (0.1)^2 10^2}{8} J = -0.25 J$$

Soluzione - Esercizio 3

Per un gas perfetto monoatomico: $c_V = \frac{3}{2}R$, $c_P = \frac{5}{2}R$, $\gamma = \frac{c_P}{c_V} = \frac{5}{3}$

a)

$$V_B = 2 \cdot V_1 = 4 \text{ litri} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$T_B = T_1 = 273.15 + 27 = 300K \text{ (nell'espansione libera la temperatura non cambia)}$$

$$P_B = \frac{n \cdot R \cdot T_i}{V_B} = 2.49 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

b)

$$\Delta S_{1B} = n c_V \ln \frac{T_B}{T_1} + n R \ln \frac{V_B}{V_1} = n R \ln \frac{V_B}{V_1} = 0.4 \cdot 8.314 \cdot \ln 2 = 2.3 \text{ J/K}$$

c)

La trasformazione e' una compressione adiabatica reversibile che riporta il sistema al volume iniziale V_1 .

$$P V^\gamma = \text{const.}$$

$$P_B V_B^\gamma = P_C V_C^\gamma$$

$$P_C = P_B \left(\frac{V_B}{V_C} \right)^\gamma = P_B \left(\frac{V_B}{V_1} \right)^\gamma = P_B \cdot 2^\gamma = 7.9 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$T_C = \frac{P_C \cdot V_C}{n \cdot R} = \frac{P_C \cdot V_1}{n \cdot R} = 475 \text{ K}$$