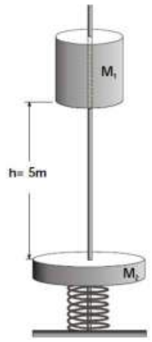
Corsi di Laurea in Ingegneria dell'Informazione, Elettronica e Informatica
Canale 3 (Prof. G. Naletto)
Prova scritta di Fisica Generale 1 - Padova, 8 febbraio 2019

Cognome .... Nome .... Matricola ....

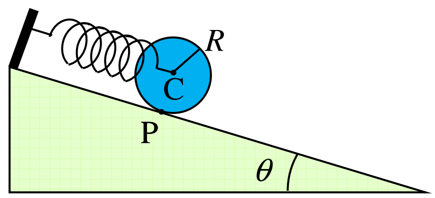
Problema 1



Un cilindro di massa M_1 = 60 kg scende lungo una guida coassiale verticale soggetto ad una forza di attrito dinamico F_{att} costante che ne rallenta la discesa. Una piattaforma orizzontale di massa M_2 = 20 kg è posta alla base della guida, lungo la quale può scorrere senza attrito, appoggiata ad una molla di costante elastica k coassiale alla guida stessa. Inizialmente la molla risulta compressa di Δx_1 = 0.08 m. Il cilindro, inizialmente fermo, viene lasciato cadere da un'altezza h = 5 m rispetto alla piattaforma. Esso urta in modo perfettamente anelastico la piattaforma con velocità istantanea v_o = 6.9 m/s. Determinare:

a) la costante k della molla;
b) il modulo F_{att} della forza di attrito;
c) il modulo V della velocità delle due masse immediatamente dopo l'urto;
d) modulo e verso dell'accelerazione $\boldsymbol{a}$ delle due masse nel moto di discesa quando la compressione della molla è Δx_2 = 0.5 m (NB la forza di attrito su M_1 agisce anche durante la compressione della molla).

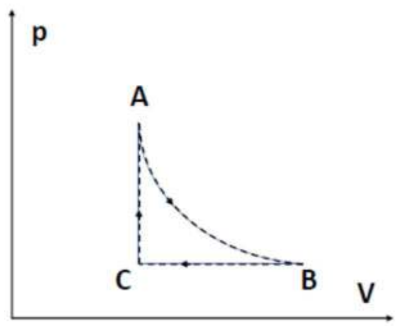
Problema 2



Un disco omogeneo di massa m = 0.4 kg e raggio R = 0.2 m può rotolare senza strisciare su un piano scabro inclinato di θ = 20° rispetto all'orizzontale. Una molla di costante elastica k = 8 N/m, vincolata ad un punto fisso nella sua estremità superiore e posta parallela al piano inclinato (vedi figura), applica una forza elastica al centro C del disco. Inizialmente il disco è tenuto fermo e la molla ha la sua lunghezza di riposo. Determinare:

a) il momento d'inerzia I_P del disco rispetto all'asse perpendicolare al disco e passante per il suo punto d'appoggio P;
b) il modulo α_o dell'accelerazione angolare del disco nell'istante in cui lo si lascia libero di muoversi;
c) il modulo ω della velocità angolare del disco quando la molla si è estesa per una lunghezza Δx = 0.18 m;
d) modulo e verso della forza d'attrito statico $\boldsymbol{F_{a,s}}$ agente sul disco in quello stesso istante.

Problema 3



Una mole di gas perfetto monoatomico esegue il ciclo costituito dalle trasformazioni AB, isoterma irreversibile, BC, isobara irreversibile, e CA, isocora irreversibile. Durante la trasformazione AB il gas è in equilibrio con una sorgente a temperatura T_{AB} = 500 K, e compie il lavoro W_{AB} = 2500 J. Sapendo che $V_B = 2V_A$, determinare:

a) la temperatura T_C del gas nello stato C;
b) il rendimento η del ciclo;
c) la variazione di entropia ΔS_{BCA} del gas nelle trasformazioni BC+CA.

Soluzioni

Problema 1

a) $M_2 g - k\Delta x_1 = 0 \quad \Rightarrow \quad k = \dfrac{M_2 g}{\Delta x_1} = 2450\ \mathrm{N/m}$

b) $\dfrac{1}{2}M_1 v_o^2 - M_1 g h = -F_{att} h \quad \Rightarrow \quad F_{att} = M_1\left(g - \dfrac{v_o^2}{2h}\right) = 303\ \mathrm{N}$

c) $M_1 v_o = (M_1 + M_2)V \quad \Rightarrow \quad V = \dfrac{M_1}{M_1 + M_2} v_o = 5.17\ \mathrm{m/s}$

d) $(M_1 + M_2)g - k\Delta x_2 - F_{att} = (M_1 + M_2)a \quad \Rightarrow \quad a = g - \dfrac{k\Delta x_2 + F_{att}}{M_1 + M_2} = -9.3\ \mathrm{m/s^2}$ (diretta verso l'alto)

Problema 2

a) $I_P = I_C + mR^2 = \dfrac{1}{2}mR^2 + mR^2 = \dfrac{3}{2}mR^2 = 0.024\ \mathrm{kgm^2}$

b) Assunto P come polo, dall'equazione dei momenti si ricava che

$$I_P \alpha_o = Rmg\sin\theta \quad \Rightarrow \quad \alpha_o = \frac{Rmg\sin\theta}{I_P} = \frac{2g\sin\theta}{3R} = 11.2\ \mathrm{rad/s^2}$$

oppure, preso C come polo e ponendo la forza di attrito statico parallela al piano inclinato e orientata verso l'alto,

$$\begin{cases} I_C \alpha_o = R F_{as,o} \\ mg\sin\theta - F_{as,o} = m a_{CM,o} = m\alpha_o R \end{cases} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{2}mR^2\alpha_o = R(mg\sin\theta - m\alpha_o R) \quad \Rightarrow \quad R\alpha_o = \frac{2}{3R} g\sin\theta$$

c) $\dfrac{1}{2}I_P\omega^2 + \dfrac{1}{2}k\Delta x^2 = mg\Delta x\sin\theta \quad \Rightarrow \quad \omega = \sqrt{\dfrac{2}{I_P}\left(mg\Delta x\sin\theta - \dfrac{1}{2}k\Delta x^2\right)} = 3.05\ \mathrm{rad/s}$

oppure $\dfrac{1}{2}I_C\omega^2 + \dfrac{1}{2}mv_{CM}^2 + \dfrac{1}{2}k\Delta x^2 = mg\Delta x\sin\theta \quad$ con $v = \omega R$

d) $\begin{cases} I_C\alpha = RF_{as} \\ mg\sin\theta - F_{as} - k\Delta x = ma_{CM} = m\alpha R \end{cases} \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} \alpha = \dfrac{RF_{as}}{I_C} = \dfrac{2F_{as}}{mR} \\ mg\sin\theta - F_{as} - k\Delta x = 2F_{as} \end{cases} \quad \Rightarrow$

$$\Rightarrow \quad F_{a,s} = \frac{1}{3}(mg\sin\theta - k\Delta x) = -0.033\ \mathrm{N} \quad \text{(orientata verso il basso)}$$

oppure

$$\begin{cases} I_P\alpha = Rmg\sin\theta - Rk\Delta x \\ mg\sin\theta - F_{as} - k\Delta x = ma_{CM} = m\alpha R \end{cases} \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} \alpha = \dfrac{R}{I_P}(mg\sin\theta - k\Delta x) \\ \Rightarrow \quad F_{as} = (mg\sin\theta - k\Delta x)\left(1 - \dfrac{mR^2}{I_P}\right) \end{cases}$$

Problema 3

a) $T_C = \dfrac{p_C V_C}{nR} = \dfrac{p_B V_A}{nR} = \dfrac{nRT_B}{V_B}\dfrac{V_A}{nR} = \dfrac{T_B}{2} = 250\ \mathrm{K}$

b) $\eta = \dfrac{W}{Q_{ASS}} = 1 + \dfrac{Q_{CED}}{Q_{ASS}} = 1 + \dfrac{Q_{BC}}{Q_{AB} + Q_{CA}} = 1 + \dfrac{nc_P(T_C - T_B)}{W_{AB} + nc_V(T_A - T_C)} = 0.075$

c) $\Delta S_{BCA} = \Delta S_{BA,isot} = nR\ln\dfrac{V_A}{V_B} = nR\ln\dfrac{1}{2} = -5.76\ \mathrm{J/K}$