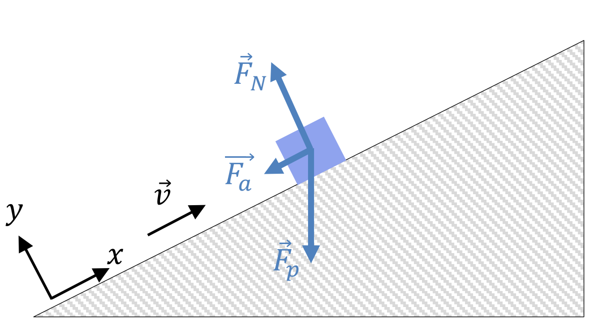
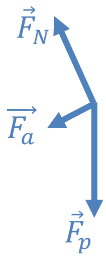
Università di Trieste A.A. 2023/2024 Lauree Triennali in Ingegneria Industriale e Navale
FISICA GENERALE 1, Prova Scritta, 25.07.2024 **Soluzione Proff. Vitale e Scazza**
Cognome ____________________ Nome __________________ CdS __________ Anno __________

<u>Istruzioni:</u> Per ciascuna domanda rispondere fornendo (almeno) il risultato finale: la grandezza incognita espressa simbolicamente in funzione delle grandezze date, ed il corrispondente risultato numerico se richiesto, con il corretto numero di cifre significative e con le unità di misura appropriate. Fare attenzione ai segni nelle risposte numeriche.

Problema 1. Un blocco di massa M viene lanciato su un piano inclinato ruvido dal basso verso l'alto con velocità iniziale $v_0 = 6.0\ \mathrm{m/s}$ parallela al piano. Sapendo che il coefficiente di attrito dinamico tra blocco e piano inclinato è $\mu = 0.30$ e che l'angolo di inclinazione del piano è $\theta = 30°$:

(a) Disegnare il diagramma a corpo libero del blocco mentre è in fase ascendente sul piano inclinato elencando i simboli usati per le forze agenti sul blocco con una breve spiegazione.





$|\vec{F}_p| = Mg \rightarrow$ forza peso
$|\vec{F}_N| = Mg\cos\theta \rightarrow$ reazione vincolare del piano
$|\vec{F}_a| = \mu|\vec{F}_N| = \mu Mg\cos\theta \rightarrow$ forza di attrito

(b) Calcolare il modulo dell'accelerazione del blocco.

$$a_x = -g\,(\sin\theta + \mu\cos\theta)$$

$$a = |a_x| = g\,(\sin\theta + \mu\cos\theta) = 7.4\ \mathrm{m/s^2}$$

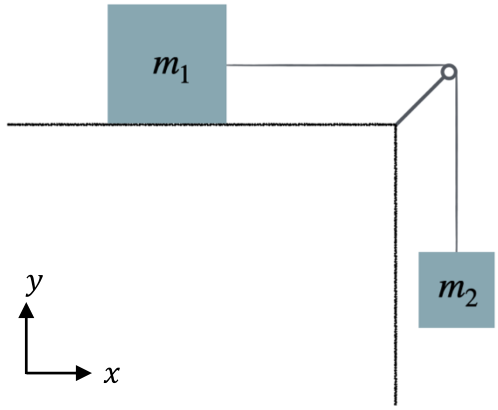
(c) Determinare la quota verticale massima $h_{\max}$ raggiunta dal blocco rispetto al punto di partenza, e il lavoro fatto dalla forza di attrito sul blocco fra l'istante iniziale e l'istante in cui raggiunge la quota massima.

$$h_{\max} = l \cdot \sin\theta = 1.2\ \mathrm{m}$$

$$[\text{con } l = x(t_{\text{stop}}) = v_0 t_{\text{stop}} + \frac{1}{2} a_x t_{\text{stop}}^2 = \frac{v_0^2}{2g\,(\sin\theta + \mu\cos\theta)} \quad \text{e} \quad t_{\text{stop}} = -v_0/a_x]$$

$$W_{\text{attrito}} = -\mu\, Mg\cos(\theta)\, l \qquad [\text{oppure } \Delta E = W_{\text{attrito}}]$$

Problema 2. Si consideri un blocco di massa $m_1 = 5.5\ \mathrm{kg}$ appoggiato su un piano orizzontale ruvido con coefficienti di attrito statico $\mu_s = 0.75$ e dinamico $\mu_d = 0.60$. Al blocco m_1 è collegato, mediante una fune ideale che passa attraverso una carrucola ideale, un altro blocco di massa m_2 che rimane sospeso verticalmente nel vuoto. Inizialmente il sistema è fermo.



(a) Determinare il valore massimo della massa $m_2^{\max}$ affinché il sistema rimanga in equilibrio e calcolare il modulo tensione della fune τ_0 quando il sistema è in equilibrio.

$$m_2^{\max} = \mu_s m_1 = 4.1\ \mathrm{kg}$$

$$\tau_0 = \mu_s m_1 g = 40\ \mathrm{N}$$

(b) Determinare le espressioni ed i valori numerici dell'accelerazione a e della tensione della fune τ quando il sistema si mette in moto per $m_2 = 8.0$ kg.

$$a = \frac{m_2 - \mu_d m_1}{m_1 + m_2} g = 3.4 \text{ m/s}^2$$

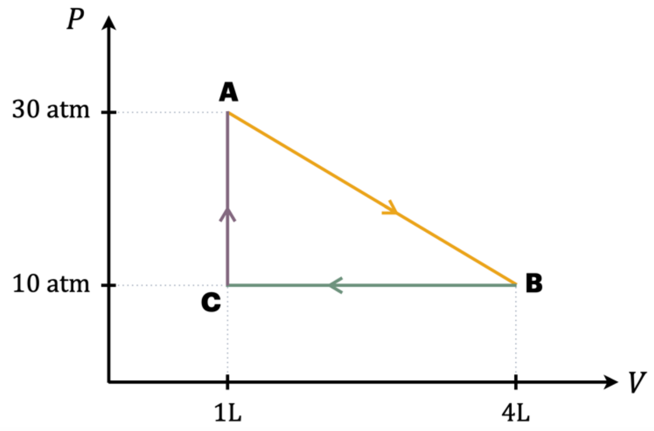
$$\tau = m_2(g - a) = 51 \text{ N}$$

(c) Determinare il vettore accelerazione $\vec{a}_{\text{cm}}$ del centro di massa del sistema formato dai due blocchi m_1 ed m_2.

$$\vec{a}_{\text{cm}} = (m_1 a\,\hat{\imath} - m_2 a\,\hat{\jmath})/(m_1 + m_2) = (1.4\,\hat{\imath} - 2.0\,\hat{\jmath}) \text{ m/s}^2$$

[che si può ottenere da $\vec{a}_{\text{cm}} = \frac{\sum_i m_i \vec{a}_i}{m_1+m_2}$ oppure da $\vec{a}_{\text{cm}} = \frac{\sum_i \vec{F}_i}{m_1+m_2} = \cdots$]

Problema 3. Una quantità $n = 1.5$ mol di gas ideale biatomico all'interno di una camera compie il processo termodinamico rappresentato in figura, composto da tre trasformazioni.



(a) Calcolare le temperature T_A, T_B e T_C del gas nei tre stati termodinamici A, B e C.

$$T_A = P_A V_A / nR = 244 \text{ K}$$

$$T_B = P_B V_B / nR = \tfrac{4}{3} T_A = 325 \text{ K}$$

$$T_C = P_C V_C / nR = T_A/3 = 81 \text{ K}$$

(b) Calcolare il calore scambiato dal gas con l'ambiente Q_{tot} e il lavoro fatto dal gas W_{tot} durante un ciclo completo.

$Q_{\text{tot}} = W_{\text{tot}}$ [poiché $\Delta U_{\text{ciclo}} = 0$ quindi basta calcolarne uno solo dei due, più semplice W_{tot}]

$W_{\text{tot}} = \frac{1}{2}(P_A - P_B)(V_B - V_A) = 3.0 \text{ kJ}$ [cioè l'area del triangolo $\widehat{ABC}$]

(c) Calcolare il calore $Q_{\text{A}\to\text{B}}$ scambiato dal gas e la sua variazione di energia interna $\Delta U_{A\to B}$ a seguito della trasformazione $A \to B$.

$$\Delta U_{A\to B} = nC_V \Delta T_{A\to B} = n\,C_V(T_B - T_A) = 2.5 \text{ kJ} > 0$$

$$Q_{A\to B} = \Delta U_{A\to B} + W_{A\to B} = nC_V \Delta T_{A\to B} + (W_{\text{tot}} - W_{B\to C}) = n\,C_V(T_B - T_A) + (W_{\text{tot}} - P_B\,(V_C - V_B)) = 8.6 \text{ kJ}$$

con $W_{A\to B} = (3.04 - (-3.04))\text{kJ} = 6.1 \text{ kJ}$ …oppure

$$Q_{A\to B} = Q_{\text{tot}} - nC_V(T_{\text{A}} - T_C) - nC_P(T_C - T_B) = 8.6 \text{ kJ}$$

$[C_V = 5/2\,R\,;\ C_P = 7/2\,R]$

(d) Calcolare la variazione di entropia $\Delta S_{A\to B}$ nella trasformazione $A \to B$.

Dato che l'entropia è una funzione di stato, posso calcolare $\Delta S_{A\to B}$ usando le due trasformazioni A->C e C->B

$$\Delta S_{A\to B} = \Delta S_{A\to C} + \Delta S_{C\to B} = nC_V[\log(T_C/T_A) + \gamma \log(T_B/T_C)] = 26 \text{ J/K}$$