

**Esercizio 1**

Due ragazzi, ciascuno di massa  $m=70$  kg, decidono di fare un giro in pedalo' (massa del pedalo'  $M=100$  kg). Percorrono un tratto orizzontale sulla superficie del mare a velocita' costante  $v=2$ m/s (si trascuri l'attrito dell'aria e l'effetto dei venti, e si supponga che l'attrito con l'acqua sia una forza costante).

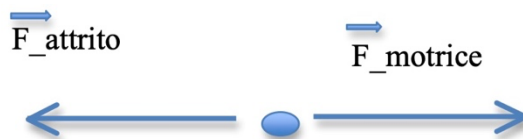
a) disegnare le forze che agiscono lungo la direzione del moto, quanto vale la risultante di tali forze?

b) La potenza del 'motore' costituito dai due ragazzi e'  $P=3.0$  kW, calcolare la forza 'motrice' sviluppata dai due ragazzi per mantenere in movimento il pedalo'.

c) ad un certo istante i ragazzi smettono di pedalare, quanto tratto di mare percorrono prima di fermarsi ?

d) Quando il pedalo' e' fermo, uno dei due ragazzi scende tuffandosi in avanti con una velocita'  $v_1=6$ m/s. Calcolare la velocita'  $V$  con cui si muove il pedalo' con sopra l'altro ragazzo, direzione verso e modulo. INDICARE TUTTE I PASSAGGI ALGEBRICI E I CALCOLI NUMERICI

**Soluzione (nel testo per brevit  non sono riportati tutti i passaggi numerici, richiesti pero' in sede di esame**



a) siccome il pedalo' viaggia a velocita' costante, la risultante vettoriale delle forze e' zero,

$$\vec{F}_{att} + \vec{F}_{motrice} = 0$$

$$\Rightarrow \vec{F}_{att} = -\vec{F}_{motrice}$$

questo significa che in modulo  $F_{motrice} = F_{attrito}$

b)  $P = \vec{F}_{motrice} \cdot \vec{v} = F_{motrice} v \cos(\theta) = F_{motrice} v$  (theta e' zero)

$$\Rightarrow F_{motrice} = P/v = 3 \text{ kW} / 2 \text{ m/s} = 1.5 \text{ kN} = 1500 \text{ N}$$

c) teorema energia cinetica :  $L = \Delta E_{cin}$ , dove nel nostro caso:

$$\Delta E_{cin} = -\frac{1}{2} m_{tot} v^2 \quad \text{e} \quad L_{attrito} = -F_{attrito} d \quad m_{tot} = M + 2m$$

Quindi  $F_{attrito} d = \frac{1}{2} m_{tot} v^2$

$$\Rightarrow d = \frac{1}{2} m_{tot} v^2 / F_{attrito} = \frac{1}{2} m_{tot} v^2 / F_{motrice} = \frac{1}{2} (140+100) * 4 / ( 1.5 \text{ kN}) = 0.32 \text{ m}$$

d) indico con  $v_1$  e  $V$  le componenti delle velocita' lungo la direzione x , applico la conservazione della quantita' di moto prima e dopo il tuffo :

$$0 = m v_1 + (m+M) V \Rightarrow V = - m v_1 / (m+M) = -7/17 v_1 = - 2.5 \text{ m/s}$$

il segno - ci dice che la velocita' del pedalo' ha verso opposto a quella del ragazzo che si tuffa

## Esercizio n. 2

Due moli di gas perfetto monoatomico compiono il seguente ciclo:

B->C=compressione isobara reversibile

C->A=trasformazione isocora reversibile

A->B=espansione isoterma, adiabatica, irreversibile

dove  $V_A = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$      $P_A = 2 \text{ atm}$      $V_B = 3 V_A$

a) disegnare il ciclo nel piano di Clapeyron se possibile

b) su quale curva giacciono i punti A e B ?

c) si calcolino  $T_B$ ,  $P_B$ ,  $T_C$

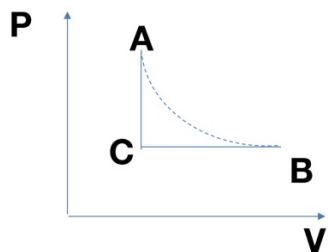
d) si calcoli il lavoro totale compiuto nel ciclo

e) si calcoli la variazione di energia interna nel tratto C->A

TUTTI I RISULTATI VANNO ESPRESSI NEL SISTEMA INTERNAZIONALE, SCRIVERE IN BELLA CALLIGRAFIA, MOTIVARE SINTETICAMENTE L'USO DELLE FORMULE UTILIZZATE, INDICARE TUTTE I PASSAGGI ALGEBRICI E I CALCOLI NUMERICI,  $1 \text{ atm} = 1.01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ,  $c_v = 3/2 R$   $c_p = 5/2 R$ ,  $R = 8.314 \text{ J/K/mole}$ ). Si consiglia di fare i passaggi algebrici e le sostituzioni perche' si semplificano notevolmente i conti

**Soluzione (nel testo per brevita' non sono riportati tutti i passaggi numerici, richiesti pero' in sede di esame)**

a) Si possono disegnare solo i tratti BC e AC, AB e' irreversibile e non posso disegnarla, pero' posso dire che A e B giacciono sulla stessa isoterma che disegno con tratteggio



b) A e B giacciono su un ramo di iperbole

c) usando la equazione dei gas perfetti

$$T_B = T_A = P_A V_A / (nR) = 24.3 \text{ K}$$

$$P_B = nR T_B / V_B = P_A / 3 = 2/3 \text{ atm} = 6.7 \cdot 10^4 \text{ Pascal}$$

$$T_C = P_C V_C / (nR) = T_A / 3 = 8.1 \text{ K}$$

$$d) L_{\text{tot}} = L_{BC} + L_{CA} + L_{AB}$$

ma  $L_{CA} = 0$  perche' CA e' isocora

e  $L_{AB} = 0$  perche'  $Q_{AB} = 0$  (adiabatica)  $\Delta U_{AB} = 0$  (isoterma)

e per il primo principio della TD :  $Q - \Delta U = L$

$$\text{Quindi: } L_{\text{tot}} = L_{BC} = P_B (V_C - V_B) = -2/3 P_A V_A = -269 \text{ J}$$

$$e) \Delta U_{CA} = n c_v (T_A - T_C) = n c_v 2/3 T_A = 3 R T_A = 606 \text{ J}$$