

Catania, 18 Febbraio 2021

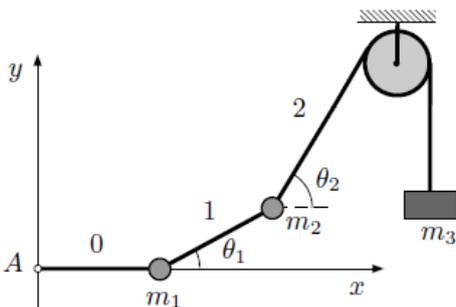
2 ore a disposizione

### Problema n.1

L'estremo sinistro di una corda ideale (inestensibile e di massa trascurabile) è agganciato al punto fisso A (coincidente con l'origine degli assi). All'altro estremo, dopo che è stato fatto passare su una puleggia (libera di ruotare intorno ad un asse per il suo centro), è agganciato un corpo di massa  $m_3$  (vedi figura). Lungo la corda (ad uguali distanze) sono fissati due corpi puntiformi di massa  $m_1=1.50$  kg e  $m_2$ . Il sistema è in equilibrio statico e in tali condizioni (come indicato in figura) il tratto 0 della corda è orizzontale, mentre i tratti 1 e 2 formano gli angoli  $\theta_1=30^\circ$  e  $\theta_2=60^\circ$  con l'orizzontale.

Trattando le sfere come oggetti puntiformi, determinare:

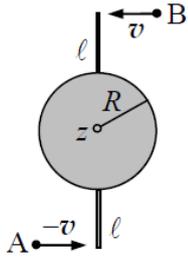
- le tensioni  $T_0$ ,  $T_1$  e  $T_2$  dei corrispondenti tratti di corda;
- il valore di  $m_2$ ;
- il valore di  $m_3$ .



### Problema n.2

Un corpo rigido è costituito da una sfera omogenea di raggio  $R=0.2$  m e massa  $M=5$  kg e da due sbarrette di sezione trascurabile, lunghezza  $l=R$  e massa  $m=1$  kg; le due sbarrette hanno entrambe un estremo in contatto con la superficie della sfera, sono orientate radialmente e disposte simmetricamente rispetto al centro della sfera (si veda la figura). Il corpo, che può ruotare senza attrito attorno ad un asse fisso  $z$  passante per il centro della sfera e perpendicolare alle sbarrette, inizialmente è fermo. Ad un certo istante, due corpi A e B di dimensioni trascurabili, di uguale massa  $m_A=m_B=m/4$  e aventi velocità opposte di modulo  $v=5$  m/s e direzione perpendicolare al piano contenente l'asse di rotazione  $z$  e le sbarrette, urtano in modo completamente anelastico le sbarrette stesse ai loro estremi liberi (vedi figura) rimanendovi attaccate. Determinare:

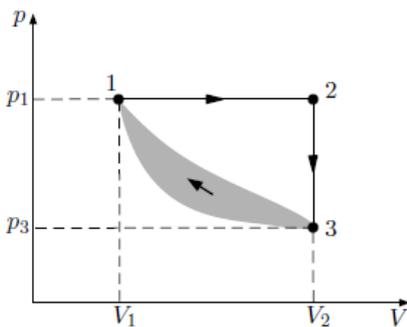
- il momento di inerzia  $I_z$  rispetto all'asse di rotazione del corpo rigido prima dell'urto;
- il modulo  $\omega$  della velocità angolare del sistema dopo l'urto.



### Problema n.3

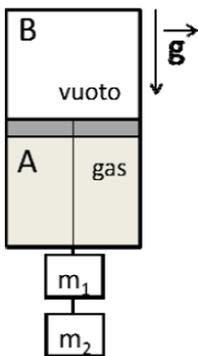
Un gas ideale biatomico ( $n=10.0$  mol) segue il ciclo schematizzato in figura dove le trasformazioni  $1 \rightarrow 2$  e  $2 \rightarrow 3$  sono rispettivamente un'isobara e un'isocora entrambe reversibili; invece la trasformazione  $3 \rightarrow 1$  è un'adiabatica irreversibile. I volumi degli stati 1 e 2 sono rispettivamente  $V_1=125 \text{ dm}^3$  e  $V_2=3V_1$ ; la pressione degli stati 1 e 2 è pari a  $p_1=2.00 \text{ atm}$ . La temperatura dello stato 3 è  $T_3=T_1/2$ .

- Determinare le temperature  $T_1$  e  $T_2$  degli stati 1 e 2;
- Determinare i calori scambiati,  $Q_{12}$  e  $Q_{23}$ , e le variazioni di entropia,  $\Delta S_{12}$  e  $\Delta S_{23}$ , del gas nelle trasformazioni  $1 \rightarrow 2$  e  $2 \rightarrow 3$ ;
- Determinare il rendimento del ciclo.



### Problema n.4

$n=0.64$  moli di un gas ideale monoatomico a temperatura  $T_0=150 \text{ K}$  sono contenute nella parte inferiore A di un cilindro (vedi figura). Un pistone di massa e spessore trascurabile divide la parte inferiore A da quella superiore B in cui c'è il vuoto. Due masse  $m_1=51.3 \text{ kg}$  e  $m_2$  sono appese al pistone mediante un filo che esce dal cilindro. Il sistema è inizialmente in equilibrio termodinamico con il pistone a distanza  $h = 0.70 \text{ m}$  dal fondo del cilindro.



- calcolare il valore di  $m_2$ ;

b) si taglia il filo che collega  $m_2$  a  $m_1$ , e questo causa una espansione del gas. Si osserva che il gas si porta a un volume che è pari al doppio di quello iniziale. Calcolare il lavoro compiuto dal gas in questa trasformazione (chiaramente irreversibile, e in cui potrebbero essere avvenuti scambi di calore con l'ambiente);

c) si ricollega  $m_2$  e si attende che il gas si assesti nuovamente in uno stato di equilibrio, avendo ora cura che non ci siano scambi di calore con l'ambiente. Calcolare la distanza del pistone dal fondo del cilindro. [suggerimento: attenzione alla variazione dei parametri termodinamici tra gli stati in b) e c)]