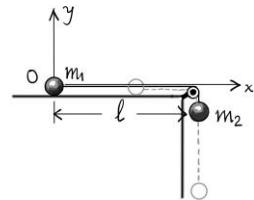


**CORSO di FISICA GENERALE I**  
**PROVA d'ESAME SCRITTA – 1 SETTEMBRE 2021**

1. Due masse puntiformi ( $m_1$  e  $m_2$ ) sono unite con una fune inestensibile, senza massa e perfettamente flessibile di lunghezza  $l$ . Una carrucola ideale (di dimensioni trascurabili) disposta come nella figura lascia che la fune scorra liberamente permettendo il moto verticale della massa  $m_2$  e quello sul piano liscio orizzontale sul quale è appoggiata la massa  $m_1$  all'estremo sinistro. In un dato istante iniziale le due masse sono ferme con la fune tesa con la massa all'estremo destro che sporge appena dal bordo del piano: dunque essa inizia immediatamente a muoversi verticalmente verso il basso trainando l'altra massa. Si conosce l'accelerazione di gravità, posta pari a  $g$ .

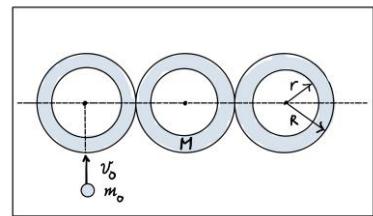


- Scrivere, in funzione di  $m_1$ ,  $m_2$  e  $g$ , una formula che esprima il modulo dell'accelerazione delle due masse rispetto un qualsiasi sistema di riferimento solidale con il tavolo;
- scrivere esplicitamente le leggi orarie delle coordinate e delle velocità cartesiane del centro di massa delle due masse in un riferimento cartesiano  $Oxy$  come quello raffigurato (l'origine coincide con la posizione iniziale della massa di sinistra);
- scrivere, in funzione di  $m_1$ ,  $m_2$  e  $g$ , una formula che esprima il modulo dell'accelerazione del centro di massa delle due masse nel medesimo riferimento di cui sopra;
- ricavare l'espressione della traiettoria del centro di massa durante il moto - e la si disegni - nello stesso riferimento usato nel punto precedente;
- si risponda alla domanda (a) di questo esercizio utilizzando esclusivamente la seconda equazione cardinale della dinamica.

2. Tre contenitori sferici cavi di massa  $M=2$  kg e raggio esterno  $R=12$  cm sono disposti in linea e rigidamente saldati. La regione sferica cava interna ha raggio  $r=10$  cm e la massa  $M$  è distribuita in maniera omogenea nel guscio. Ciascuno dei contenitori può essere vuoto oppure riempito completamente con sabbia finissima di massa  $m=4$  kg. Inizialmente l'oggetto formato dai tre contenitori è appoggiato su un piano orizzontale liscio e si trova in quiete.

- Esprimere in formula, in funzione di  $M$ ,  $m$ ,  $R$  e  $r$ , il momento d'inerzia del singolo contenitore pieno o vuoto, rispetto a un asse passante per il suo centro.

Si sa poi che una massa puntiforme  $m_0=0.5$  kg si muove con velocità  $v_0=3$  m/s orizzontale inizialmente costante e perpendicolare all'asse che congiunge i tre contenitori e colpisce uno dei contenitori laterali all'altezza del suo centro.  
 b. (punto obbligatorio): stabilire quali grandezze fisiche vengono conservative durante l'urto e spiegare perché.

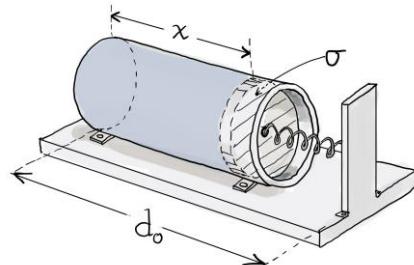


In seguito all'urto si vede che la massa puntiforme torna indietro con velocità dimezzata e che l'oggetto composto inizia a compiere un moto roto-traslatorio, con il centro del contenitore di mezzo che si muove in linea retta. Considerando le possibili configurazioni di contenitori pieni e vuoti compatibili con il moto che deriva dall'urto, calcolare numericamente, per ciascuna di queste configurazioni:

- i valori delle velocità di traslazione del centro di massa dell'oggetto composto;
- i valori delle velocità angolari attorno al suo centro di massa.

3. Il recipiente in figura, dotato di un pistone mobile di sezione  $\sigma = 3 \text{ dm}^2$ , contiene due moli di ossigeno molecolare. Il pistone è mantenuto nella sua posizione iniziale da una molla che risulta compressa – per causa della pressione del gas – di una lunghezza  $x = 65 \text{ cm}$  rispetto alla sua lunghezza a riposo  $d_0$ . L’ambiente esterno è costituito da aria alla pressione (costante)  $P_{\text{ext}} = 9.3 \times 10^4 \text{ Pa}$  e alla temperatura (costante)  $T_0 = 18^\circ \text{ C}$ .

- a) Calcolare la pressione  $P_0$  del gas e la costante elastica  $k$  della molla. Si sa che il gas è inizialmente in uno stato A di equilibrio termico con l’aria esterna e la molla è in equilibrio meccanico nella posizione assegnata;
- b) il pistone viene poi spostato lentamente e il volume del gas aumenta del 35%, mantenendo sempre il contatto termico con l’ambiente esterno. Si calcoli la variazione di energia interna, il lavoro svolto dal gas e il calore da esso scambiato per raggiungere il nuovo stato di equilibrio, B;
- c) sempre a partire dallo stato A, si esegua lo stesso spostamento del pistone del punto precedente ma con il recipiente ora a perfetta tenuta termica. Quanto valgono in questo caso la temperatura del nuovo stato finale, C, il lavoro eseguito dal gas e la sua variazione di energia interna?
- d) Si costruisca un ciclo reversibile collegando gli stati B e C con una trasformazione isocora e si inverta il verso della trasformazione AC di cui al punto precedente. Dopo avere disegnato il ciclo nel piano PV si ottenga numericamente il suo rendimento;
- e) Calcolare la variazione di entropia del gas e quella dell’ambiente esterno al gas in corrispondenza della trasformazione BC.



4. Si risponda alle seguenti domande dando breve giustificazione della scelta (solo una possibilità è corretta):

4.1 Quali di queste trasformazioni sono necessariamente quasi-statiche?

- (a) sia un’isocora che un’adiabatica
- (b) un’adiabatica
- (c) sia un’isoterma che un’isobara
- (d) un’isocora

4.2 Il calore specifico di un gas ideale:

- (a) è sempre positivo
- (b) non può essere nullo
- (c) può essere infinito
- (d) non può essere negativo