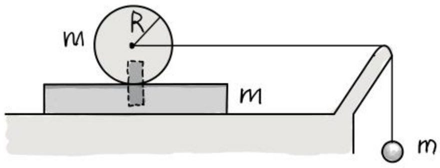
CORSO di FISICA GENERALE I – compito scritto – 14 luglio 2022

1. Una massa puntiforme m è appesa tramite una fune ideale a un oggetto composto da un blocco omogeneo di massa m e da un cilindro omogeneo di raggio R e massa m inizialmente collegati rigidamente uno all'altro come in figura. La fune scorre liberamente sullo spigolo del tavolo orizzontale e il blocco può scivolare su di esso senza attriti. A un dato istante il sistema è lasciato libero di muoversi partendo da fermo.

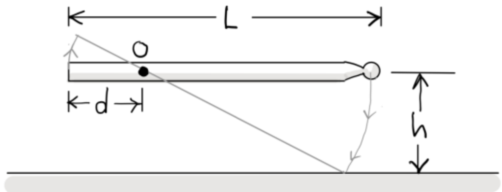


(a) Determinare la legge oraria della coordinata verticale della massa appesa.

Si supponga ora che il cilindro sia collegato alla fune sul suo asse di simmetria e che non sia più rigidamente vincolato al blocco sottostante ma che possa muoversi con un moto di rotolamento puro *relativamente a esso*. In questa ipotesi, sempre a partire da una condizione iniziale di quiete e spiegando chiaramente quali coordinate vengono utilizzate:

(b) scrivere le equazioni del moto dei tre oggetti;
(c) determinare la tensione della fune e la forza di attrito fra il cilindro e il blocco;
(d) ottenere le leggi orarie delle posizioni dei tre oggetti.

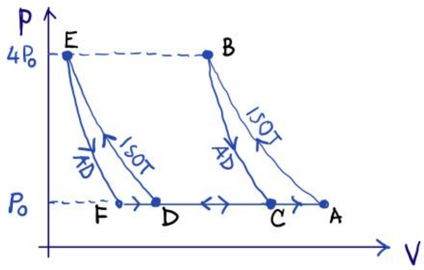
2. Un batterista utilizza la bacchetta lasciandola ruotare liberamente, a partire da una posizione di quiete orizzontale, fino a farla percuotere la membrana del tamburo, come raffigurato. La rotazione avviene attorno a un punto O privo di attriti che si trova a una distanza d dall'estremo sinistro della bacchetta, che è assimilabile a un'asticella sottile, uniforme, di lunghezza L e massa m. Inizialmente la bacchetta è collocata alla quota h dal tamburo.



(a) Si esprima in formula, in funzione di h, L, d e g, la velocità angolare della bacchetta attorno al punto di sospensione quando essa urta la pelle del tamburo;
(b) si espliciti l'integrale che, risolto, fornisce il tempo necessario alla bacchetta a urtare il tamburo a partire dalla posizione iniziale di quiete;
(c) si consideri l'approssimazione per la quale l'altezza h è molto minore della lunghezza L–d e, questo caso, si risolva l'integrale di cui al punto precedente ricavando, in funzione ancora di h, L, d e g, il tempo di caduta;
(d) si ipotizzi poi che, in seguito all'urto fra la membrana del tamburo e la punta della bacchetta, quest'ultima rimbalzi con una velocità angolare iniziale di rotazione verso l'alto pari a una frazione a ($0<a<1$) della velocità di arrivo. Ancora nell'approssimazione di cui al punto precedente ($h << L$–d), si ottenga, in funzione di h, L, d, g e a la durata del primo rimbalzo e di quelli successivi a esso, sempre assumendo che a ogni rimbalzo la velocità angolare cambi della stessa frazione a;
(e) Indicando con t_C il tempo di caduta ottenuto al punto (c), si ottenga la durata complessiva di un numero infinito di rimbalzi esprimendo il risultato in funzione di t_C e di a.

3. Un cubetto di ghiaccio di lato d=2 cm alla temperatura di –20°C viene estratto dal congelatore e appoggiato su un tavolo. L'aria dell'ambiente è alla temperatura di 20°C. Supponendo che il ghiaccio riceva calore esclusivamente per convezione termica sui suoi 5 lati esposti all'aria, che il suo calore specifico sia di 2 kJ/kg K, la sua densità sia $9.17\mathrm{x}10^2$ kg/m^3, che la sua temperatura vari uniformemente al suo interno e che il parametro convettivo dell'aria per questo processo sia h=50 W/m^{2}K, si calcoli dopo quanto tempo il ghiaccio inizia a sciogliersi.

4. Nel disegno è riportato un ciclo reversibile ABCDEFA che viene fatto compiere a 4 moli di un gas ideale monoatomico. I tratti AB e DE sono percorsi a temperature costanti pari rispettivamente a 147°C e a –93°C. I rami BC ed EF sono adiabatici. Gli stati del gas nei punti A, C, D ed F sono alla stessa pressione P_0. Anche nei punti B ed E la pressione è la stessa ed è 4 volte più grande della pressione P_0. Con queste informazioni,



(a) si ottenga la temperatura del gas nello stato di coordinata C;
(b) si determini il calore scambiato dal gas nel ramo CD;
(c) si calcoli il calore totale scambiato su tutto il ciclo;
(d) determinare la prestazione del ciclo;
(e) si consideri la sequenza di trasformazioni DEFAB nella quale il ramo EF è stato sostituito da un processo adiabatico irreversibile: di quanto varia l'entropia del gas in questa sequenza?
(f) cosa si può dire della variazione di entropia dell'ambiente nella sequenza del punto precedente?
(g) Si rappresenti il ciclo ABCDEFA in un piano di Gibbs.