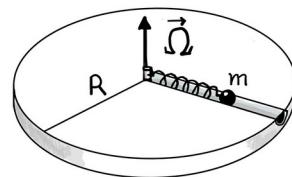


Dipartimento di Fisica – corso di Fisica Generale I
compito scritto – 19 giugno 2024

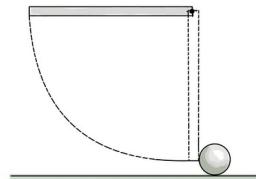
1. Una piattaforma circolare di raggio $R=50$ cm viene mantenuta in rotazione attorno al proprio asse (verticale) con velocità angolare costante Ω . Lungo un suo raggio è presente una guida lineare sottile, all'interno della quale può scorrere senza attrito fino al bordo R (dove la guida termina con un blocco) una piccola sferetta di massa $m=100$ g. La sferetta è collegata a una molla, di costante elastica $k=100$ N/m e lunghezza a riposo $R/3$, che ha un estremo fisso al centro della piattaforma.

- a) Determinare a che distanza dall'asse di rotazione la sferetta rimane in equilibrio nel sistema di riferimento rotante, al variare di Ω .
- b) Per quale valore di Ω (espresso in giri al secondo) la pallina è in equilibrio sul bordo a distanza R ?
- c) Quanto vale la reazione vincolare impressa dal bordo sulla sferetta quando $\Omega^2=k/m$?
- d) Determinare numericamente la frequenza per piccole oscillazioni attorno alla posizione di equilibrio quando $\Omega=2$ giri/s.
- e) Scrivere la legge oraria della massa m lungo la guida nel caso in cui la sferetta parte da ferma a distanza R dall'asse di rotazione e supponendo che $\Omega^2=k/(3m)$. Riportare il risultato su un grafico in funzione del tempo.
- f) Calcolare, nelle condizioni del punto precedente, i lavori compiuti dalla forza elastica e dalla forza centrifuga per portare la sferetta dal bordo al centro della guida.
- g) Scrivere un'espressione per la reazione vincolare della guida in funzione del tempo e riportare anch'essa in grafico (indicando esplicitamente e univocamente la geometria del problema con un disegno).



2. Una mazza da golf viene fatta ruotare liberamente attorno a un suo estremo in un piano verticale. Quando si trova sulla verticale rispetto al suolo, la sua testa (cioè il suo estremo opposto) urta in modo perfettamente elastico e centrale una pallina sferica omogenea di massa m appoggiata immobile sul suolo. La pallina inizia a muoversi sul prato subendo un attrito costante fino a raggiungere una condizione di puro rotolamento.

La mazza si comporta come un'asta rigida omogenea di lunghezza L e massa M e viene lasciata libera di ruotare partendo da ferma e parallela al suolo.



- a) Quali leggi di conservazioni meccaniche si debbono utilizzare per descrivere l'urto tra la mazza e la pallina?
- b) Ottenere un'espressione per la velocità iniziale della pallina in funzione di g , L , m e M .
- c) Ottenere, ancora in funzione di g , L , m e M , un'espressione per la velocità di rotazione della mazza dopo l'urto con la pallina e determinare se esiste un valore del rapporto M/m per il quale la mazza rimane immobile dopo la collisione.
- d) Ottenere un'espressione per il lavoro svolto dalla forza di attrito radente tra la pallina e il pavimento richiesto per condurre la pallina al moto di rotolamento puro, esprimendo il risultato in funzione di g , L , m e M .
- e) Determinare il moto della pallina se, dopo che il suo moto è diventato di rotolamento puro, al pavimento ruvido subentra un tratto ghiacciato perfettamente liscio.
- f) Supponendo che la temperatura dell'ambiente, nel quale succede quanto raccontato, sia costante e pari a 18 °C, sapendo che $M=1.2$ kg, $m=46$ g, $L=86$ cm e $g=9.8$ m/s², si determini il valore della variazione di entropia dell'universo per questo processo.

3. Una macchina termica lavora utilizzando come sorgente calda un corpo di capacità termica C che inizialmente si trova alla temperatura T_0 . Il termostato freddo è l'aria esterna alla temperatura fissa T_A . La macchina opera finché il corpo si porta alla temperatura ambiente e per il suo funzionamento complessivo si misura un aumento di entropia dell'universo pari ΔS_u dovuto a irreversibilità di vario genere.

- a) Ottenere, in funzione di T_A , T_0 , C e ΔS_u , il calore ceduto dal corpo caldo e il lavoro prodotto durante tutto il funzionamento della macchina.
- b) Si considerino i valori $C=12 \text{ kJ/K}$, $T_0=307 \text{ K}$, $T_A=293 \text{ K}$, $\Delta S_u=5.6 \text{ J/K}$ e si supponga che tutto il lavoro prodotto e calcolato numericamente a partire dal risultato del punto (a) venga utilizzato senza altre perdite per mantenere, fino a suo esaurimento, una piastra riscaldante alla temperatura costante $T_e=45^\circ\text{C}$. Su questa piastra viene appoggiato, in perfetto contatto diatermico, un contenitore (di massa e spessore trascurabile) con un blocco di ghiaccio di massa $m_g=50 \text{ g}$ alla temperatura iniziale $T_g=-15^\circ\text{C}$ e alla pressione di 1 atm. Quando il lavoro prodotto dalla macchina per tenere la piastra calda è stato completamente speso, il contenitore viene staccato dalla piastra. In quale stato si trova il ghiaccio?
- c) In quale condizione si troverebbe il ghiaccio se la macchina avesse prodotto il lavoro in modo reversibile?
- d) Calcolare, in corrispondenza dell'intero processo descritto al punto (b), la variazione di entropia del ghiaccio e quella dell'universo.

Nello studio del cambiamento di stato del ghiaccio, non si tenga conto degli scambi termici con l'aria ma solo con la piastra riscaldante. Si conoscono il calore specifico e quello latente di fusione del ghiaccio a 1 atm, pari rispettivamente a 2.1 kJ/(K kg) e 334 kJ/kg .