

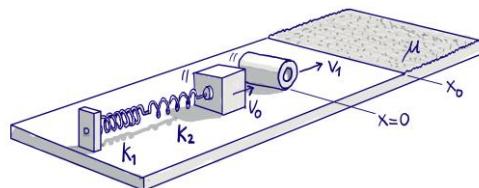
## Prova scritta di Fisica Generale I - 11 luglio 2023

### ESERCIZIO 1

Due molle sono collegate in serie. Un'estremità della molla composta è fissata a una parete e l'altra è libera, come in figura. Le molle hanno costanti elastiche differenti,  $k_1$  e  $k_2$ .

Un blocchetto cubico omogeneo di lato  $L$  e massa  $M$  è appoggiato su un piano orizzontale perfettamente liscio; esso viene spinto verso sinistra andando a comprimere le molle ed è lasciato andare da fermo.

- Determinare la velocità  $v_0$  del blocchetto dopo che si è allontanato dal respingente sulla molla di destra, in funzione della compressione  $\Delta x$  complessiva della molla composta, della massa del blocchetto e delle costanti elastiche delle molle.



Dopo aver percorso un tratto di una certa lunghezza, il blocchetto collide elasticamente con un tubo cilindrico omogeneo di ferro, inizialmente fermo in  $x=0$ . Il tubo ha massa  $M$ , raggio esterno  $R=L/2$  e raggio interno  $r=L/4$ .

- Determinare la velocità del tubo  $v_1$  dopo l'urto, in funzione di quella del blocco  $v_0$ .

Dopo l'urto, il tubo scivola sul piano senza attrito con velocità  $v_1$ , fin quando non arriva in  $x=x_0$ , dove il piano diventa scabro, comunque orizzontale. Il coefficiente di attrito dinamico tra tubo e il piano è  $\mu$ .

- Determinare il tempo  $\Delta t$  necessario al tubo per passare dalla condizione di traslazione (sul piano liscio) a quella di puro rotolamento (sul pavimento scabro) esprimendo il risultato in funzione di  $v_1$ ,  $\mu$  e  $g$ .
- Descrivere analiticamente e con un grafico la velocità del centro di massa del tubo prima e dopo l'urto in funzione del tempo, fino al raggiungimento della condizione di rotolamento puro.
- Di quanto varia l'energia cinetica del tubo dall'inizio alla fine? Scrivere un'espressione analitica di  $\Delta E_k$  esplicitando la dipendenza da  $M$  e da  $v_1$ .
- Qual è il lavoro fatto dalle forze di attrito?
- Per  $\Delta x=8.0$  cm,  $k_1 = 200$  N/m,  $k_2 = 800$  N/m,  $\mu = 0.1$ , calcolare il valore numerico di  $v_0$  e di  $\Delta t$ . Sapendo inoltre che  $M = 0.3$  kg calcolare il valore numerico di  $\Delta E_k$ .

Considerando una configurazione iniziale in cui tutto è in equilibrio termico a  $T_i$  prima dell'urto, e come finale quella in cui tutto è in equilibrio termico a  $T_f$ , ma con il tubo che ha raggiunto il moto di rotolamento puro sul piano scabro,

- si consideri un calore specifico del ferro  $c_f$  e una capacità termica del resto del sistema (blocco+pavimento) pari a  $C_p$ . Si esprima, in funzione di questi due parametri, della massa del blocco, della temperatura iniziale  $T_i$  e della variazione di energia cinetica  $\Delta E_k$ , la temperatura finale  $T_f$  di equilibrio termico dell'intero sistema.
- Esprimere, in funzione delle stesse grandezze di cui sopra, la variazione di entropia del sistema complessivo dalla condizione precedente all'urto, fino alla condizione finale di rotolamento puro del tubo.
- Nel caso realistico in cui il piano ha capacità termica tendente a infinito, supponendo che la temperatura iniziale di equilibrio sia  $T_i=20^\circ\text{C}$ , calcolare numericamente la variazione di entropia dell'universo di cui al punto precedente.

## ESERCIZIO 2

In un contenitore ci sono  $n=4$  moli di gas ideale monoatomico alla temperatura iniziale  $T_i=80$  °C. Il contenitore è chiuso superiormente con un pistone che può scorrere senza attrito. La sua massa, incognita, è  $M$ . Questo pistone si trova a un'altezza dalla base del contenitore  $y_0=3.0$  m. Tutto inizialmente è all'equilibrio termodinamico e il contenitore si trova nel vuoto. Per come è costruito l'apparato, si assume che il gas possa scambiare calore esclusivamente con il pistone mobile. Si considerino il gas e il pistone come "sistema" termodinamico in questo problema.

- a) Calcolare la massa  $M$  del pistone.
- b) Con un opportuno dispositivo di riscaldamento graduale viene fornito reversibilmente al sistema un calore  $Q=1800$  cal. Si determini la temperatura del sistema al termine di questa cessione di calore conoscendo il calore specifico del tappo di chiusura superiore,  $c=0.2$  J/(K kg).
- c) Si calcoli il lavoro svolto dal gas nel processo descritto.
- d) Calcolare la variazione di entropia del sistema in seguito alla trasformazione del punto precedente.
- e) Calcolare, sempre per la medesima trasformazione, la variazione di entropia del dispositivo di riscaldamento e quella dell'universo.
- f) Rappresentare in diagrammi PV e TS la trasformazione subita del gas.
- g) Si supponga ora che il sistema venga portato nel medesimo stato finale del processo sopra descritto mettendo però direttamente a contatto il sistema con un dispositivo a temperatura fissata al valore di equilibrio finale e che il medesimo calore  $Q$  di cui al punto (b) venga trasferito a questa temperatura. Si calcoli anche in questo caso la variazione di entropia del sistema (gas e pistone), dell'ambiente (il dispositivo di riscaldamento) e dell'universo.