



- 1) Un corpo scivola lungo un piano inclinato di un angolo $\alpha = 30^\circ$ partendo da fermo e giungendo alla base del piano, fermandosi. Calcolate il coefficiente d'attrito tra il piano e il corpo.

- 2) Un cilindro stagno contiene un pistone mobile che ne separa il volume in due parti inizialmente uguali di volume V . In ciascuna parte è contenuta una mole di gas ideale a temperatura $T = 20^\circ \text{C}$, uguale nei due volumi. Quanto lavoro occorre fare per far sì che il pistone si sposti in modo che il primo volume sia $\frac{1}{3}$ dell'altro e il gas resti alla stessa temperatura durante tutto lo spostamento?

- 3) Lungo una corda di 120 cm di lunghezza si propaga un'onda stazionaria. I due punti consecutivi che presentano un'ampiezza nulla si trovano a 15 cm di distanza l'uno dall'altro. Calcolate la lunghezza d'onda e l'ordine dell'armonica dell'onda stazionaria.



Soluzioni

- 1) Se prendiamo come riferimento dell'energia potenziale il livello alla base del piano, nello stato iniziale l'energia del corpo è $U = mgh$. Nello stato finale l'energia potenziale è nulla come quella cinetica e la variazione di energia meccanica è $\Delta E = -U = -mgh$. Questa variazione si può imputare al lavoro fatto dalle forze d'attrito, che vale

$$L = -\mu mg \cos \alpha d$$

dove

$$d = \frac{x}{\cos \alpha}$$

è la lunghezza percorsa dal corpo. Troviamo così che

$$\mu = h/x$$

Il valore di h si trova sapendo che

$$h = x \tan \alpha$$

da cui

$$\mu = \tan \alpha = 0.577$$



- 2) Poiché la temperatura resta la stessa durante tutta la trasformazione, il gas subisce una trasformazione isoterma. In un caso il gas è compresso dal volume V al volume $V/2$. Nell'altro passa dal volume V al volume $3V/2$.

Nella compressione il lavoro svolto dal gas è

$$L_c = nRT \log\left(\frac{V_f}{V_i}\right) = nRT \log\left(\frac{1}{2}\right) < 0$$

Nella espansione invece vale

$$L_e = nRT \log\left(\frac{V_f}{V_i}\right) = nRT \log\left(\frac{3}{2}\right) > 0$$

Il lavoro totale fatto dal gas vale dunque

$$L = nRT \log\left(\frac{3}{4}\right) = -324 \text{ J}$$

Questo lavoro non è altro che l'opposto del lavoro che occorre fare dall'esterno per operare la trasformazione.



- 3) Si tratta di due nodi consecutivi dell'onda stazionaria. La separazione fra due nodi consecutivi è mezza lunghezza d'onda. Quindi la lunghezza d'onda richiesta è'

$$\lambda = 2 \times 15\text{cm} = 30\text{ cm}$$

Le armoniche dell'onda stazionaria hanno lunghezze d'onda che sono frazioni intere di $2L$ ($L = 120\text{ cm}$):

$\lambda_n = 2L / n$, con n un numero intero e rappresenta l'ordine dell'armonica. Quindi, l'onda stazionaria in questione è l'armonica di ordine

$$n = 2 \times L / \lambda = 2 \times 120 / 30 = 8$$