

Esercitazione 10

Fisica Generale 1

19/05/2026

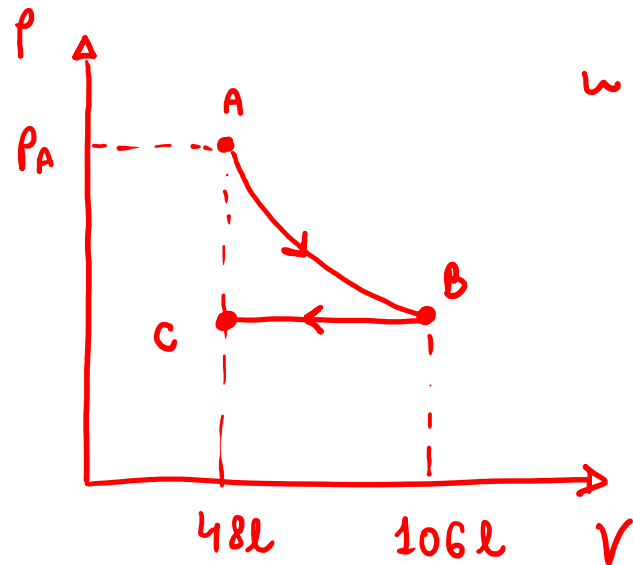
Paola Perion



Esercizio 1 – Esempio 17.4 del libro

In un cilindro dotato di un pistone mobile a tenuta è contenuto elio gassoso a 310 K . Il gas inizialmente si trova alla pressione di 2 atm e occupa un volume di 48 l . Poi subisce un'espansione isoterma fino a raggiungere il volume di 106 l , quindi subisce una compressione isobara alla pressione determinatasi alla fine dell'espansione, tornando così al volume iniziale di 48 l . Calcolare il lavoro compiuto dal gas durante:

1) l'espansione isoterma



$$W = nRT \ln \left(\frac{V_B}{V_A} \right)$$

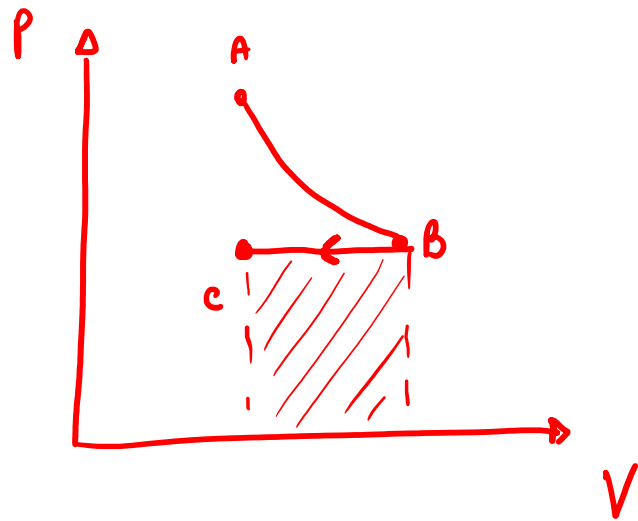
$$PV = nRT \rightarrow P_A V_A = nRT_A \Rightarrow n = \frac{P_A V_A}{RT_A} = \dots$$

$$W = \frac{P_A V_A}{RT_A} RT_A \ln \left(\frac{V_B}{V_A} \right) = 2 \cdot 1.01 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 48 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \ln \left(\frac{106 \text{ l}}{48 \text{ l}} \right) = 7.7 \cdot 10^3 \text{ J}$$

Esercizio 1 – Esempio 17.4 del libro

In un cilindro dotato di un pistone mobile a tenuta è contenuto elio gassoso a 310 K . Il gas inizialmente si trova alla pressione di 2 atm e occupa un volume di 48 l . Poi subisce un'espansione isoterma fino a raggiungere il volume di 106 l , quindi subisce una compressione isobara alla pressione determinatasi alla fine dell'espansione, tornando così al volume iniziale di 48 l . Calcolare il lavoro compiuto dal gas durante:

2) la compressione isobara



$$W = \int_{V_i}^{V_f} p dV = p \int_{V_i}^{V_f} dV = p (V_f - V_i)$$

$$W = p_B (V_C - V_B) \quad (1)$$

$$\text{isoterma: } p_A V_A = p_B V_B \Rightarrow p_B = \frac{V_A}{V_B} p_A$$

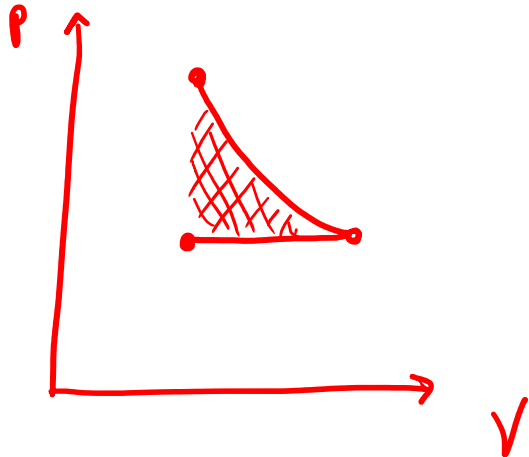
$$(1) \quad W = \frac{V_A}{V_B} p_A (V_C - V_B) = \frac{48 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{106 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} 2 \cdot 1.01 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot (48 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 - 106 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3)$$
$$= -5.3 \cdot 10^3 \text{ J}$$

Esercizio 1 – Esempio 17.4 del libro

In un cilindro dotato di un pistone mobile a tenuta è contenuto elio gassoso a 310 K . Il gas inizialmente si trova alla pressione di 2 atm e occupa un volume di 48 l . Poi subisce un'espansione isoterma fino a raggiungere il volume di 106 l , quindi subisce una compressione isobara alla pressione determinatasi alla fine dell'espansione, tornando così al volume iniziale di 48 l . Calcolare il lavoro compiuto dal gas durante:

3) l'intero processo

$$W = W_{AB} + W_{BC} = 7.7 \cdot 10^3\text{ J} - 5.3 \cdot 10^3\text{ J} = 2.4 \cdot 10^3\text{ J}$$



Esercizio 1 – Esempio 17.4 del libro

In un cilindro dotato di un pistone mobile a tenuta è contenuto elio gassoso a 310 K . Il gas inizialmente si trova alla pressione di 2 atm e occupa un volume di 48 l . Poi subisce un'espansione isoterma fino a raggiungere il volume di 106 l , quindi subisce una compressione isobara alla pressione determinatasi alla fine dell'espansione, tornando così al volume iniziale di 48 l .

4) Qual è la temperatura finale dell'He?

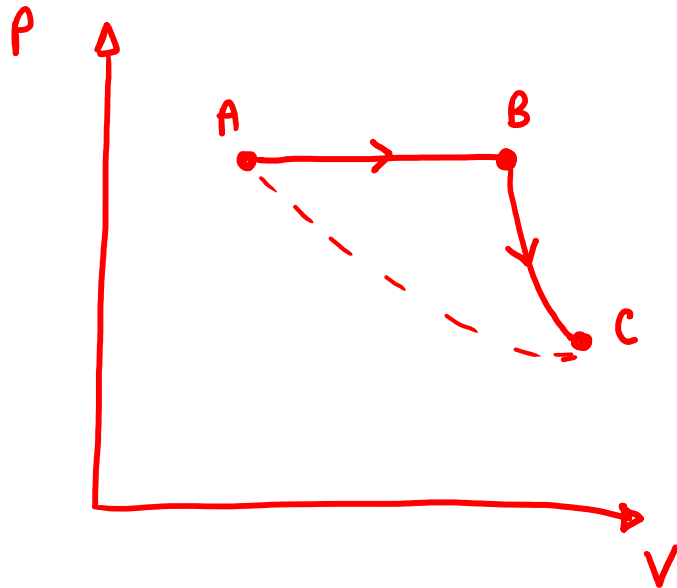
$$T_c \rightarrow \frac{T}{V} = \text{cost} \Rightarrow \frac{T_B}{V_B} = \frac{T_c}{V_c} \quad \text{isobara}$$

$$T_c = \frac{V_c}{V_B} T_B = \frac{48 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{106 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} 310 \text{ K} = 140 \text{ K}$$

Esercizio 2 – Prova scritta del 29/08/2024

Due moli di gas perfetto monoatomico passano dallo stato iniziale A allo stato finale C attraverso un'espansione isobara AB, seguita da trasformazione adiabatica BC. La temperatura in A e in C è la medesima e vale $T_A = T_C = 21^\circ\text{C}$. Inoltre, $p_A = 5.6 \text{ bar}$ e $V_B = 2V_A$.

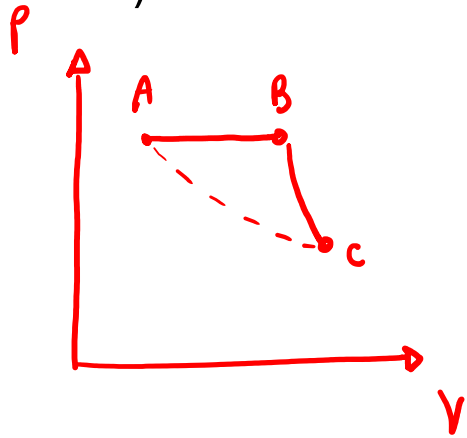
1) Disegnare il diagramma della trasformazione a cui è sottoposto il gas.



Esercizio 2 – Prova scritta del 29/08/2024

Due moli di gas perfetto monoatomico passano dallo stato iniziale A allo stato finale C attraverso un'espansione isobara AB, seguita da trasformazione adiabatica BC. La temperatura in A e in C è la medesima e vale $T_A = T_C = 21^\circ\text{C}$. Inoltre, $p_A = 5.6 \text{ bar}$ e $V_B = 2V_A$.

2) Determinare quanto vale la pressione finale del gas nello stato C.



$$A: T_A, p_A$$

$$B: p_B = p_A$$

$$C: T_C = T_A$$

$$\text{isobara } \frac{T_A}{V_A} = \frac{T_B}{V_B}$$

$$\text{adiabatica } p_B V_B^\gamma = p_C V_C^\gamma \quad (2) \quad \gamma = \frac{5}{3}$$

$$\text{isoterma } p_A V_A = p_C V_C \quad (3)$$

$$(3) \quad p_C = p_A \frac{V_A}{V_C} = p_A \frac{1}{2} \left(\frac{p_C}{p_B} \right)^{1/\gamma}$$

$$(2) \quad p_B (2V_A)^\gamma = p_C V_C^\gamma \quad \left(\frac{2V_A}{V_C} \right)^\gamma = \frac{p_C}{p_B} \Rightarrow \frac{2V_A}{V_C} = \left(\frac{p_C}{p_B} \right)^{1/\gamma} \Rightarrow \frac{V_A}{V_C} = \frac{1}{2} \left(\frac{p_C}{p_B} \right)^{1/\gamma} \Rightarrow$$

Esercizio 2 – Prova scritta del 29/08/2024

Due moli di gas perfetto monoatomico passano dallo stato iniziale A allo stato finale C attraverso un'espansione isobara AB, seguita da trasformazione adiabatica BC. La temperatura in A e in C è la medesima e vale $T_A = T_C = 21^\circ\text{C}$. Inoltre, $p_A = 5.6 \text{ bar}$ e $V_B = 2V_A$.

2) Determinare quanto vale la pressione finale del gas nello stato C.

$$p_C = p_A \frac{1}{2} \left(\frac{p_C}{p_B} \right)^{1/\gamma} = p_A \frac{1}{2} \left(\frac{p_C}{p_A} \right)^{1/\gamma}$$

$$\frac{p_C}{p_C^{1/\gamma}} = \frac{1}{2} \frac{p_A}{p_A^{1/\gamma}} \Rightarrow p_C^{1 - \frac{1}{\gamma}} = \frac{1}{2} p_A^{1 - \frac{1}{\gamma}} \quad \gamma = \frac{5}{3}$$

$$\Rightarrow p_C^{1 - \frac{3}{5}} = \frac{1}{2} p_A^{1 - \frac{3}{5}}$$

$$\Rightarrow p_C^{2/5} = \frac{1}{2} p_A^{2/5}$$

$$\Rightarrow p_C = \left(\frac{1}{2} \right)^{5/2} p_A = 0.99 \text{ bar}$$

Esercizio 3

a) Quanti atomi di elio riempiono un pallone di un diametro di 30.0 cm a 20.0 °C e 1 atm?

$$N = n N_A$$

$$pV = nRT \Rightarrow n = \frac{pV}{RT} = \frac{\rho \frac{4}{3}\pi R^3}{RT} = \frac{1.01 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot \frac{4}{3}\pi \cdot (0.15 \text{ m})^3}{8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 293 \text{ K}} =$$

$$= 0.586 \text{ mol}$$

$$N = n N_A = 0.586 \cdot 6.02 \cdot 10^{23} = 3.53 \cdot 10^{23} \text{ atomi}$$

Esercizio 3

b) Qual è l'energia cinetica media per ciascun atomo di elio?

$$\langle K \rangle = \frac{1}{2} m \langle v^2 \rangle = \frac{3}{2} kT$$

costante di Boltzmann

$$\langle K \rangle = \frac{3}{2} kT = \frac{3}{2} 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} 293 \text{ K} = 6.07 \cdot 10^{-21} \text{ J}$$

Esercizio 3

c) Qual è la velocità quadratica media di ciascun atomo?

$$M_A = 4 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$n = \frac{m}{M_A} \quad m = n M_A = \frac{N M_A}{N_A}$$

$$N = n N_A$$

$$m = \frac{M_A}{N_A}$$

massa per atomo

$$\langle K \rangle = \frac{1}{2} m \langle v^2 \rangle \Rightarrow \langle v^2 \rangle = \frac{2 \langle K \rangle}{m} = \frac{2 \cdot 6.07 \cdot 10^{-21} \text{ J}}{6.64 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} = 1.83 \cdot 10^6 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$m = \frac{M_A}{N_A} = \frac{4 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{6.02 \cdot 10^{23} \frac{\text{molecole}}{\text{mol}}} = 6.64 \cdot 10^{-24} \text{ g} = 6.64 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\langle v \rangle = 1.35 \cdot 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



Esercizio 4 – Prova scritta del 17/01/2023

All'interno di un contenitore di sezione A sono contenute $n = 2 \text{ mol}$ di un gas perfetto monoatomico. All'esterno del contenitore è posta una molla di costante elastica $k = 2000 \text{ N/m}$. La molla è fissata all'estremità superiore ad un vincolo e all'estremità inferiore a un pistone (vedi Figura). Il pistone ha massa trascurabile ed è libero di scorrere senza attrito. La lunghezza a riposo della molla è tale che, in assenza di pressione, il pistone è posto in contatto con il fondo del contenitore ($L = 0$). La capacità termica della molla è trascurabile.

1) Assumendo che il sistema si trovi all'equilibrio termodinamico per una compressione della molla $L_0 = 1.5 \text{ m}$ rispetto alla sua lunghezza a riposo, si determini la temperatura T_G del gas nel contenitore. Si trascuri la pressione esterna al contenitore.

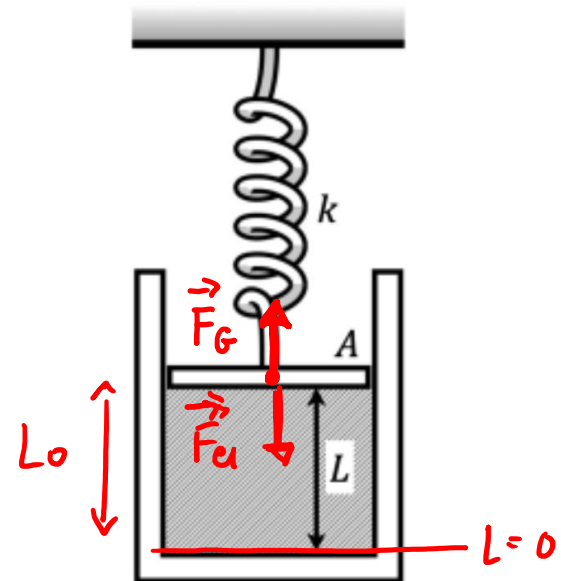
$$P_G V_G = n R T_G \quad (1)$$

$$F_G = F_{el} \longrightarrow P_G A = k L_0 \Rightarrow P_G = \frac{k L_0}{A}$$

$$P_G = \frac{F_G}{A}$$

$$(1) \quad \frac{k L_0}{A} A L_0 = n R T_G$$

$$F_{el} = k L_0$$

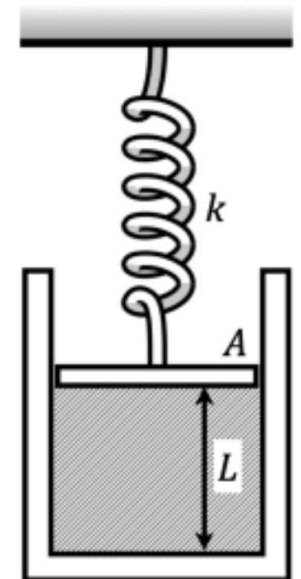


Esercizio 4 – Prova scritta del 17/01/2023

All'interno di un contenitore di sezione A sono contenute $n = 2 \text{ mol}$ di un gas perfetto monoatomico. All'esterno del contenitore è posta una molla di costante elastica $k = 2000 \text{ N/m}$. La molla è fissata all'estremità superiore ad un vincolo e all'estremità inferiore a un pistone (vedi Figura). Il pistone ha massa trascurabile ed è libero di scorrere senza attrito. La lunghezza a riposo della molla è tale che, in assenza di pressione, il pistone è posto in contatto con il fondo del contenitore ($L = 0$). La capacità termica della molla è trascurabile.

1) Assumendo che il sistema si trovi all'equilibrio termodinamico per una compressione della molla $L_0 = 1.5 \text{ m}$ rispetto alla sua lunghezza a riposo, si determini la temperatura T_G del gas nel contenitore. Si trascuri la pressione esterna al contenitore.

$$\begin{aligned} T_G &= \frac{k L_0}{A} A L_0 \frac{1}{nR} = \frac{k L_0^2}{nR} = \\ &= \frac{2000 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot (1.5 \text{ m})^2}{2 \text{ mol} \cdot 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}} = 271 \text{ K} \end{aligned}$$



Esercizio 4 – Prova scritta del 17/01/2023

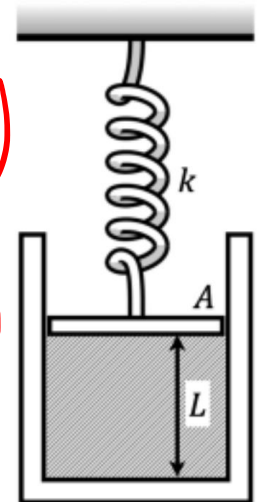
All'interno di un contenitore di sezione A sono contenute $n = 2 \text{ mol}$ di un gas perfetto monoatomico. All'esterno del contenitore è posta una molla di costante elastica $k = 2000 \text{ N/m}$. La molla è fissata all'estremità superiore ad un vincolo e all'estremità inferiore a un pistone (vedi Figura). Il pistone ha massa trascurabile ed è libero di scorrere senza attrito. La lunghezza a riposo della molla è tale che, in assenza di pressione, il pistone è posto in contatto con il fondo del contenitore ($L = 0$). La capacità termica della molla è trascurabile.

Successivamente, si somministra al gas una quantità di calore $Q = 400 \text{ cal}$ attraverso una trasformazione reversibile. Si assumano pareti del contenitore adiabatiche.

2) Si determini l'espressione analitica (in funzione della temperatura) del lavoro compiuto dal gas per effetto della trasformazione.

$$W = \int_{V_i}^{V_f} P_G dV = \int_{V_i}^{V_f} \frac{kL}{A} dV = \int_{L_0}^{L_f} \frac{kL}{A} A dL = \frac{k}{2} (L_f^2 - L_0^2) = \frac{k}{2} \left(\frac{nRT_f}{k} - \frac{nRT_0}{k} \right) = \frac{nR}{2} (T_f - T_0)$$

$P_G = \frac{kL}{A}$ $dV = AdL$ $T = \frac{kL^2}{nR} \Rightarrow L^2 = \frac{nRT}{k}$

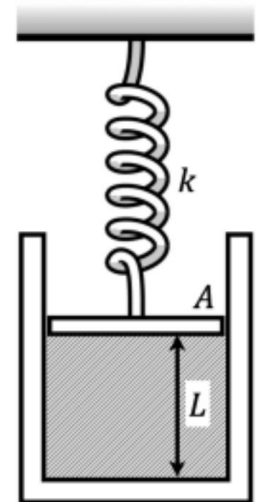


Esercizio 4 – Prova scritta del 17/01/2023

All'interno di un contenitore di sezione A sono contenute $n = 2 \text{ mol}$ di un gas perfetto monoatomico. All'esterno del contenitore è posta una molla di costante elastica $k = 2000 \text{ N/m}$. La molla è fissata all'estremità superiore ad un vincolo e all'estremità inferiore a un pistone (vedi Figura). Il pistone ha massa trascurabile ed è libero di scorrere senza attrito. La lunghezza a riposo della molla è tale che, in assenza di pressione, il pistone è posto in contatto con il fondo del contenitore ($L = 0$). La capacità termica della molla è trascurabile.

Successivamente, si somministra al gas una quantità di calore $Q = 400 \text{ cal}$ attraverso una trasformazione reversibile. Si assumano pareti del contenitore adiabatiche.

2) Si determini l'espressione analitica (in funzione della temperatura) del lavoro compiuto dal gas per effetto della trasformazione.



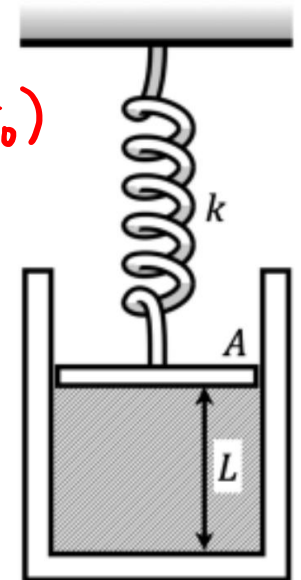
Esercizio 4 – Prova scritta del 17/01/2023

All'interno di un contenitore di sezione A sono contenute $n = 2 \text{ mol}$ di un gas perfetto monoatomico. All'esterno del contenitore è posta una molla di costante elastica $k = 2000 \text{ N/m}$. La molla è fissata all'estremità superiore ad un vincolo e all'estremità inferiore a un pistone (vedi Figura). Il pistone ha massa trascurabile ed è libero di scorrere senza attrito. La lunghezza a riposo della molla è tale che, in assenza di pressione, il pistone è posto in contatto con il fondo del contenitore ($L = 0$). La capacità termica della molla è trascurabile.

Successivamente, si somministra al gas una quantità di calore $Q = 400 \text{ cal}$ attraverso una trasformazione reversibile. Si assumano pareti del contenitore adiabatiche.

3) Si calcoli la temperatura finale T_F raggiunta dal gas. Nota: $1 \text{ cal} \simeq 4.18 \text{ J}$

$$Q - W = \Delta U \quad \rightarrow \quad \underbrace{400 \cdot 4.18 \text{ J}}_Q - \frac{nR}{2} (T_F - T_0) = n C_v (T_F - T_0)$$
$$\Delta U = n C_v \Delta T = n C_v (T_F - T_0)$$
$$W = \frac{nR}{2} (T_F - T_0)$$
$$T_F - T_0 = \frac{400 \cdot 4.18 \text{ J}}{n C_v + \frac{nR}{2}} = \frac{400 \cdot 4.18 \text{ J}}{n \frac{3}{2} R + \frac{nR}{2}} =$$



Esercizio 4 – Prova scritta del 17/01/2023

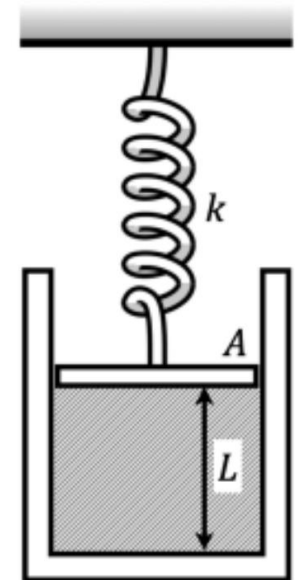
All'interno di un contenitore di sezione A sono contenute $n = 2 \text{ mol}$ di un gas perfetto monoatomico. All'esterno del contenitore è posta una molla di costante elastica $k = 2000 \text{ N/m}$. La molla è fissata all'estremità superiore ad un vincolo e all'estremità inferiore a un pistone (vedi Figura). Il pistone ha massa trascurabile ed è libero di scorrere senza attrito. La lunghezza a riposo della molla è tale che, in assenza di pressione, il pistone è posto in contatto con il fondo del contenitore ($L = 0$). La capacità termica della molla è trascurabile.

Successivamente, si somministra al gas una quantità di calore $Q = 400 \text{ cal}$ attraverso una trasformazione reversibile. Si assumano pareti del contenitore adiabatiche.

3) Si calcoli la temperatura finale T_F raggiunta dal gas. Nota: $1 \text{ cal} \simeq 4.18 \text{ J}$

$$T_f - T_0 = \frac{400 \cdot 4.18 \text{ J}}{2 n R}$$

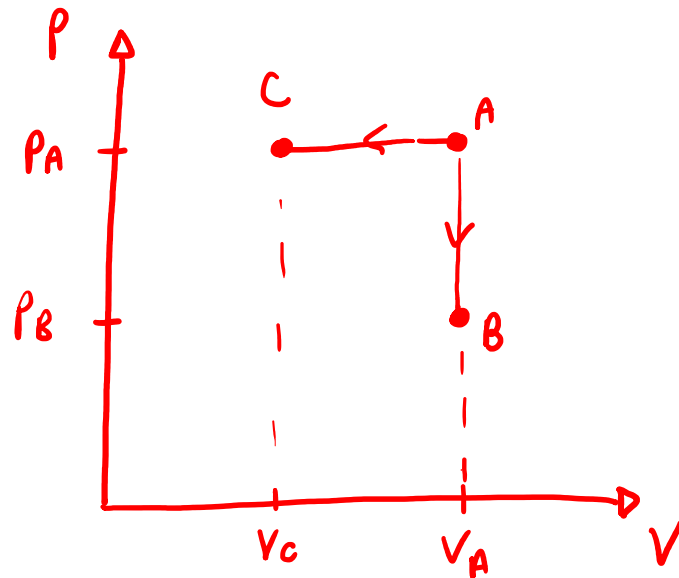
$$T_f = T_0 + \frac{400 \cdot 4.18 \text{ J}}{2 n R} = 271 \text{ K} + 50 \text{ K} = 321 \text{ K}$$



Esercizio 5 – Prova scritta del 12/09/2024

Un gas perfetto biatomico dimezza la propria pressione con una trasformazione isocora dallo stato A allo stato B, cedendo un calore pari a 300 J . Si supponga che a partire dallo stesso stato iniziale A il gas compia una trasformazione isobara, nel cui stato finale C il volume risulta dimezzato.

1) Rappresentare le trasformazioni in un diagramma pressione-volume.



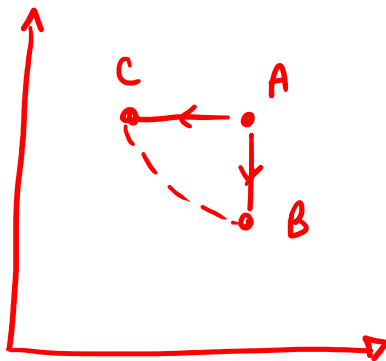
$$P_B = \frac{1}{2} P_A$$

$$V_C = \frac{1}{2} V_A$$

Esercizio 5 – Prova scritta del 12/09/2024

Un gas perfetto biatomico dimezza la propria pressione con una trasformazione isocora dallo stato A allo stato B, cedendo un calore pari a 300 J. Si supponga che a partire dallo stesso stato iniziale A il gas compia una trasformazione isobara, nel cui stato finale C il volume risulta dimezzato.

2) Supponendo che tutte le trasformazioni siano reversibili, quanto vale il lavoro compiuto nella trasformazione AC?



$$W = p_A (V_C - V_A) \rightarrow \text{non abbiamo i dati}$$

$$Q - W = \Delta U \Rightarrow W = Q - \Delta U$$

$$\Rightarrow W_{AC} = Q_{AC} - \Delta U_{AC}$$

$$\text{trasf. AB : } Q_{AB} = \Delta U_{AB}$$

$$\text{trasf AC e' isobara : } \frac{T_A}{V_A} = \frac{T_C}{V_C} = \frac{2T_C}{V_A} \Rightarrow T_A = 2T_C$$

$$\text{trasf AB e' isocora : } \frac{T_A}{p_A} = \frac{T_B}{p_B} = \frac{2T_B}{p_A} \Rightarrow T_A = 2T_B$$

$$\left. \begin{array}{l} T_A = 2T_C \\ T_A = 2T_B \end{array} \right\} \Rightarrow T_C = T_B$$

Esercizio 5 – Prova scritta del 12/09/2024

Un gas perfetto biatomico dimezza la propria pressione con una trasformazione isocora dallo stato A allo stato B, cedendo un calore pari a 300 J . Si supponga che a partire dallo stesso stato iniziale A il gas compia una trasformazione isobara, nel cui stato finale C il volume risulta dimezzato.

2) Supponendo che tutte le trasformazioni siano reversibili, quanto vale il lavoro compiuto nella trasformazione AC?

Esercizio completo nella prossima esercitazione