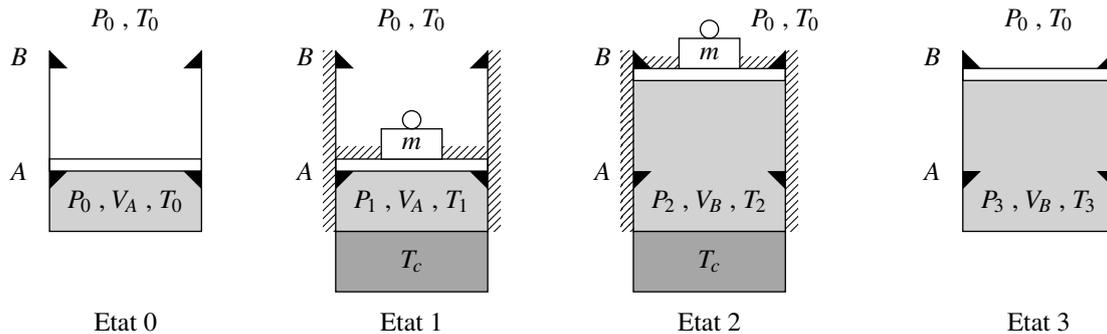


DM de physique n° 23 (autocorrection)

Exercice : Rendement d'un moteur thermique théorique

On imagine un cylindre aux parois diathermes fermé par un piston. Le piston, de masse négligeable, peut glisser sans frottements entre deux cales A et B , sa section est S . Dans l'état initial le piston est en A , le cylindre renferme un volume V_A d'air supposé gaz parfait, de coefficient $\gamma = C_p/C_V$, à la température et pression extérieure T_0 et P_0 (gaz dans l'état 0 : P_0, V_A, T_0).



- On place une masse m sur le piston et l'on recouvre le piston et les parois du cylindre en contact avec l'atmosphère d'un isolant thermique parfait. Seule la partie inférieure du cylindre n'est pas calorifugée, on la met en contact thermique avec un thermostat de température $T_c > T_0$. Le gaz se réchauffe très doucement jusqu'à ce que le piston décolle **juste** de la cale A (état 1 : P_1, V_A, T_1).
- Puis on maintient l'isolant et le chauffage jusqu'à ce que le piston arrive **juste** en B (état 2 : P_2, V_B, T_2). Le chauffage est alors arrêté et l'isolant retiré. Les parois du cylindre et le piston redeviennent diathermes.
- On ôte m et on laisse refroidir l'ensemble jusqu'à ce que le piston décolle **juste** de B (état 3 : P_3, V_B, T_3).
- On laisse toujours refroidir jusqu'à la température T_0 . Alors le piston revient en A (état 0), le cycle est terminé.

Données numériques :

$V_B = 1 \text{ L}$	$V_A = 330 \text{ mL}$	$T_0 = 300 \text{ K}$	$P_0 = 1 \text{ bar}$	$m = 10 \text{ kg}$
$S = 100 \text{ cm}^2$	$g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$	$\gamma = 1,4$	$T_c = 1000 \text{ K}$	$R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

1. Calculer la quantité de matière n de gaz à l'intérieur du cylindre.
2. Parmi les termes suivants, choisir le seul qui correspond aux transformations $0 \rightarrow 1$ et $2 \rightarrow 3$: *isotherme, isobare, isochore, adiabatique*. Justifier.
3. Parmi les termes suivants, choisir le seul qui correspond aux transformations $1 \rightarrow 2$ et $3 \rightarrow 0$: *isotherme, isobare, isochore, adiabatique*. Justifier.
4. Déterminer littéralement et numériquement les pressions P_1, P_2 et P_3 , puis les températures T_1, T_2 et T_3 .
5. Tracer l'allure du cycle parcouru par l'air interne sur un diagramme de Clapeyron (P, V). Justifier que le cycle est bien moteur.
6. Déterminer littéralement et numériquement le transfert thermique Q_{01} reçu par le gaz au cours de la transformation $0 \rightarrow 1$.
7. Déterminer littéralement et numériquement le transfert thermique Q_{12} reçu par le gaz au cours de la transformation $1 \rightarrow 2$.
8. Déterminer littéralement et numériquement le travail W_{cycle} reçu par le gaz sur un cycle. On exprimera W_{cycle} en fonction de m, g, V_A, V_B et S .
9. Le rendement de ce moteur est défini comme le rapport, sur un cycle, du travail fourni par le moteur et du transfert thermique dépensé pour faire fonctionner le moteur : $\eta = -\frac{W_{\text{cycle}}}{Q_{01} + Q_{12}}$. Calculer le rendement et le comparer à celui d'un moteur à explosion ($\eta \sim 0,3$).