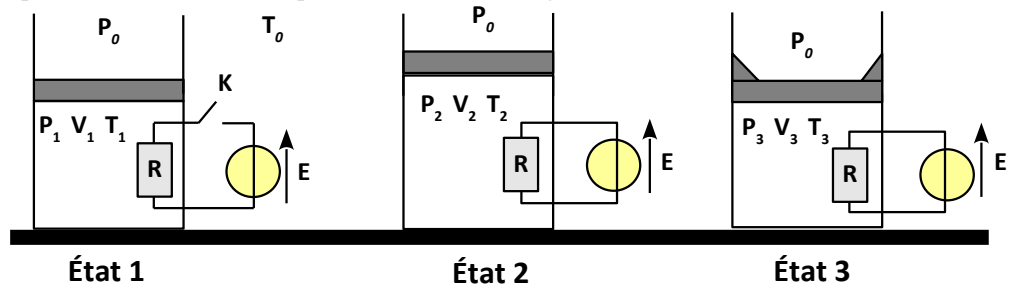


## Bilans d'énergie - 1<sup>er</sup> principe

### 1. Chauffage d'un gaz parfait ☺☺

Un gaz parfait de coefficient  $\gamma = 1,4$  est contenu dans un cylindre fermé par un piston mobile sans frottement et de masse négligeable. Le gaz est initialement dans l'état 1 (figure ci-dessous) en équilibre thermique et mécanique avec l'extérieur, son volume est  $V_1 = 10L$ . La température extérieure est  $T_0 = 298K$  et la pression extérieure est  $P_0 = 1,0 \text{ bar}$ . Un circuit électrique constitué d'un générateur, d'un interrupteur et d'une résistance permet de chauffer le gaz.

On rappelle que :  $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$



#### Piston libre

A partir de l'état 1, on ferme l'interrupteur du dispositif de chauffage, la température du gaz augmente lentement jusqu'à se stabiliser à la température  $T_2 = 1,25 T_0$ .

1. Comment expliquer la stabilisation de la température.
2. Déterminer  $T_1$  et  $P_1$  du gaz dans l'état 1 puis  $P_2$  et  $V_2$  du gaz dans l'état 2. La transformation  $1 \rightarrow 2$  subie par le gaz parfait est-elle isobare, monobare ?
3. Déterminer la variation d'énergie interne du gaz  $\Delta U_{12}$ .
4. Déterminer le transfert thermique  $Q_{12}$  et le travail  $W_{12}$  reçus par le gaz lors de la transformation  $1 \rightarrow 2$ .

#### Piston bloqué

A partir de l'état 1, on bloque le piston grâce à des cales et on ferme l'interrupteur du dispositif de chauffage, la température du gaz augmente lentement pour se stabiliser à la température  $T_3 = 1,25 T_0$ .

5. Quelle est la principale caractéristique de la transformation  $1 \rightarrow 3$  subie par le gaz parfait ? Déterminer le volume  $V_3$  et la pression  $P_3$  de l'état final.
6. Déterminer la variation d'énergie interne du gaz  $\Delta U_{13}$ .
7. Déterminer le transfert thermique  $Q_{13}$  et le travail  $W_{13}$  reçus par le gaz lors de la transformation  $1 \rightarrow 3$ .
8. Comparer  $Q_{12}$  et  $Q_{13}$  commenter.

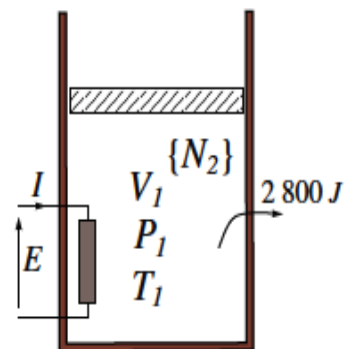
### 2. Chauffage à l'aide d'une résistance-fuites thermiques ☺☺

Un cylindre surmonté d'un piston mobile contient  $V_1 = 0,5 \text{ m}^3$  de diazote à la pression  $P_1 = 400 \text{ kPa}$  et à la température  $\theta_1 = 27^\circ C$ . Une résistance chauffante se trouve au contact du gaz comme indiqué sur la figure ci-contre. Elle est allumée et un courant  $I = 2A$  y circule pendant une durée  $\tau = 5 \text{ min}$  sous la tension  $E = 120V$ . Le diazote se détend alors de manière isobare.

Au cours de cette transformation, suite à des fuites thermiques, l'ensemble {gaz, cylindre, résistance} cède à l'extérieur un transfert thermique  $Q_{\text{ext}} = 2800J$ . En considérant que le cylindre et la résistance n'emmagasinent pas de chaleur, déterminer la température finale  $\theta_2$  du diazote après la durée  $\tau$  de fonctionnement de la résistance.

Données: masse molaire de l'azote :  $M(N) = 14,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , chaleur massique du diazote à pression constante:  $c_p = 1,039 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ , Constante des gaz parfaits :  $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ,

$T(K) = \theta^\circ C + 273,15$ . Rép :  $\theta_2 = 57^\circ C$



### 3. Cycle de Lenoir ☺☺

On considère une mole de gaz parfait de coefficient  $\gamma$  constant. Ce gaz est dans un état initial A caractérisé par  $(P_0, V_0$  et  $T_0)$ . On lui fait subir les transformations réversibles suivantes:

- A  $\rightarrow$  B : Compression isochore  $P_B = 2P_0$
- B  $\rightarrow$  C : Détente isotherme
- C  $\rightarrow$  A : Compression isobare

- 1) Exprimer en fonction de  $T_0$  et  $V_0$  la température de l' isotherme ainsi que le volume  $V_C$ .

2) Tracer le cycle dans le diagramme de Clapeyron

3) Exprimer en fonction de  $\gamma$ ,  $R$  et  $T_0$  pour chaque transformation : Le travail reçu par le gaz, le transfert thermique reçu par le gaz, la variation d'énergie interne, la variation d'enthalpie.

#### 4. Cycle Beau de Rochas ☺☺

Le cycle du moteur à 4 temps, de rapport de compression  $a$  peut être représenté théoriquement par le cycle Beau de Rochas. Ce cycle effectué par  $n$  moles d'un gaz parfait de coefficient  $\gamma$  est décrit ci-dessous :

(1) Compression adiabatique quasi-statique de l'état A à l'état B de  $(V_0, T_A)$  à  $\left(\frac{V_0}{a}, T_B\right)$

(2) Échauffement isochore réversible de l'état B à l'état C où le gaz reçoit le transfert thermique  $Q_1$ . Il atteint la température  $T_C$ .

(3) Détente adiabatique quasi-statique de l'état C à l'état D de volume  $V_0$  (la température est alors  $T_D$ )

(4) Un refroidissement isochore réversible de l'état D à l'état A au cours duquel le gaz reçoit le transfert thermique  $Q_2$ .

1. Énoncer la loi de Laplace.

2. Représenter l'allure du cycle dans le diagramme de Clapeyron (P,V).

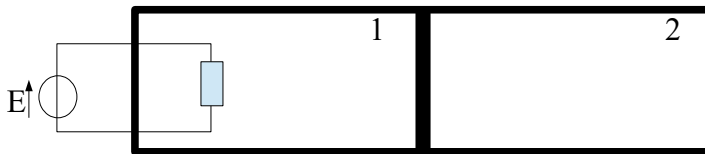
3. Pour chaque transformation exprimer le transfert thermique et le travail reçus par le gaz en fonction des différentes températures,  $n$ ,  $R$  et  $\gamma$ , regrouper les résultats dans un tableau.

4. Exprimer la température  $T_B$  en fonction de  $T_A$ ,  $a$  et  $\gamma$  puis la température  $T_C$  en fonction de  $T_D$ ,  $a$  et  $\gamma$ .

5. Déterminer le rendement du cycle  $\eta = \frac{|W_{cycle}|}{Q_{BC}}$  en fonction de  $Q_{BC}$  et  $Q_{DA}$  puis en fonction de  $a$  et  $\gamma$  supposé constant.

#### 5. Chauffage d'un gaz ☺☺☺

On considère un réservoir à parois adiabatiques séparés en deux parties par un piston adiabatique et mobile sans frottements. Initialement, chaque compartiment contient une mole de gaz parfait ( $\gamma = 1,4$ ) à la pression  $P_0 = 10^5$  Pa et à la température  $T_0 = 290$ K



Grâce à une résistance électrique, on chauffe lentement le gaz 1 dans le compartiment de gauche jusqu'à la pression  $P = 2P_0$ .

1) Déterminer l'état du gaz dans chacun des deux compartiments (températures finales et volumes finaux).

2) Calculer l'énergie thermique apportée au gaz de gauche par l'intermédiaire de la résistance, ainsi que le travail échangé entre les deux gaz.

Rep: 1)  $T_{f1} = 806$ K,  $T_{f2} = 353$ K,  $V_{f1} = 33.5$ L ; 2)  $W_2 = 1320$ J,  $Q_1 = 12055$ J.