

## Travaux dirigés de Thermodynamique n°1-2

### Exercice 1 : Grandeurs intensives et extensives.

Parmi les grandeurs suivantes, lesquelles sont intensives et lesquelles sont extensives : longueur, fréquence, masse, masse volumique, indice de réfraction ?

*Etude des gaz*

### Exercice 2 : Echange de matière.

Un récipient de volume  $V_1=2L$  est rempli d'un gaz parfait sous la pression  $p_1=0,80\text{bar}$  à la température  $T_1=300K$ .

- Calculer la quantité de matière, en mole, du gaz contenu dans le récipient.
- Le récipient précédent, noté 1, est relié par un tube de volume négligeable à un récipient 2 de volume  $V_2=V_1$  et contenant initialement le même gaz parfait à la même température et sous la même pression. Le récipient 2 est porté à la température  $T_2=360K$ . On néglige les échanges thermiques entre les 2 récipients. Calculer la pression et les quantités de matière dans chaque récipient à l'équilibre mécanique.

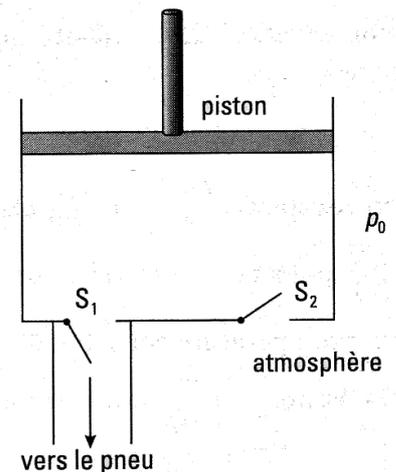
### Exercice 3 : Etude d'une pompe

On se propose de gonfler un pneu de volume intérieur  $V=40L$  au moyen d'une pompe dont le principe est schématisé ci-dessous.

La pression extérieure est  $p_0=1,013\text{bar}$  et l'air est considéré comme un gaz parfait. Le corps de pompe a un volume  $V'=1L$  et on néglige le volume restant dans la pompe lorsque le piston est enfoncé à fond. Les transformations sont supposées isothermes.

Initialement, le piston est complètement enfoncé et le pneu contient de l'air sous la pression  $p_0$ .

- Calculer la pression dans le pneu après un aller-retour du piston.
- Quel est le nombre de coups de pompe à donner pour amener la pression intérieure à  $2p_0$ .

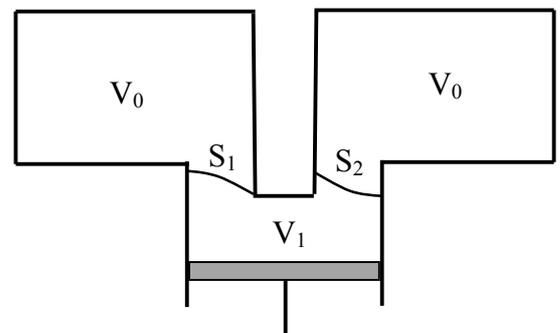


### Exercice 4 : Etude d'une pompe plus complexe.

Deux réservoirs, de même volume  $V_0$ , sont mis en communication par une pompe dont le cylindre a un volume maximal  $V_1$ . A l'instant initial, les deux réservoirs contiennent deux gaz parfaits identiques à la même pression  $P_0$  et à la même température  $T_0$ . Le piston est initialement en position haute, de telle sorte que le volume du cylindre est nul au début de l'expérience.

A la descente du piston, la soupape  $S_1$  est ouverte et la soupape  $S_2$  est fermée. A la remontée du piston, la soupape  $S_1$  est fermée et la soupape  $S_2$  est ouverte.

On note :  $P_k^g$  et  $P_k^d$  les pressions respectivement dans le réservoir de gauche et le réservoir de droite après  $k$  aller-retour du piston, depuis sa position initiale. On suppose que toutes les transformations s'effectuent



de manière isotherme, et que le système constitué par le gaz contenu dans les deux réservoirs et le cylindre est fermé.

1. En utilisant une loi de conservation, établir une relation entre  $P_k^s$ ,  $P_k^d$  et  $P_0$ .
2. Quelle est la relation entre  $P_{k-1}^s$  et  $P_k^s$  ? En déduire les expressions de  $P_k^s$  puis de  $P_k^d$  en fonction de  $P_0$ ,  $V_0$  et  $V_1$ .

*Fluides réels et phases condensées*

### Exercice 5 : Variation de volume du cuivre.

Un bloc de cuivre de volume  $V=20\text{cm}^3$  est initialement sous la pression  $p=1,013\text{bar}$  à la température  $T=295\text{K}$ . Les variations envisagées seront considérées comme des petites variations.

1. On porte sa température à  $T'=295,5\text{K}$ , sous  $1,013\text{bar}$ . Déterminer l'augmentation de volume correspondante.
2. A partir de l'état initial, on élève la pression de  $0,050\text{ bar}$  à  $295\text{K}$ . Déterminer la variation de volume correspondante.

Données : pour le cuivre,  $\alpha=4,9 \cdot 10^{-5}\text{K}^{-1}$  ;  $\chi_T=7,2 \cdot 10^{-12}\text{Pa}^{-1}$ .

### Exercice 6 : Coefficients thermoélastiques d'un gaz.

Calculer les coefficients thermoélastiques  $\alpha$  et  $\chi_T$  pour un gaz de Van der Waals dont l'équation d'état

est la suivante :  $\left(p + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT$  pour une mole de gaz.

### Exercice 7 : Dilatation du mercure dans un thermomètre.

Le tube d'un thermomètre est totalement rempli de mercure. On négligera la dilatation du verre et les variations envisagées seront considérées comme des petites variations.

1. Quelle est la surpression subie par l'enveloppe de verre lorsque la température augmente de  $1^\circ\text{C}$  ?
2. En supposant que l'enveloppe de verre peut supporter une surpression de  $10\text{bars}$ , quelle augmentation de température peut-elle supporter sans rupture ?

Données : Les différentes dérivées partielles sont liées par  $\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V \left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_p \left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_T = -1$ .

Coefficients thermoélastiques du mercure :  $\alpha=1,8 \cdot 10^{-4}\text{K}^{-1}$  ;  $\chi_T=3,9 \cdot 10^{-11}\text{Pa}^{-1}$ .