Planche 1

Questions de cours

Physique (P14) : Exprimer le travail des forces de pression ; donner son interprétation graphique dans le diagramme de Watt (P_{ext}, V).

Physique (P14) : Définir l'énergie interne. Indiquer les propriétés que possède l'énergie interne d'un gaz parfait et d'une phase condensée incompressible et indilatable.

Exercice 1 : Chauffage d'un gaz par une résistance**

Un cylindre vertical fermé contient de l'air assimilé à un gaz parfait. Le piston (en contact avec l'atmosphère à la pression P_0), de masse négligeable, se déplace librement lorsque, à partir d'un instant initial $t = 0$, on alimente la résistance R_e (de volume négligeable par rapport à celui occupé par le gaz) par une source de tension continue E. L'ensemble est calorifugé.

Initialement le gaz est dans l'état (P_0, V_0, T_0). Soit C la capacité thermique de la résistance, C_V la capacité thermique à volume constant du gaz. On arrête d'alimenter la résistance à la date τ. On suppose l'équilibre thermodynamique atteint.

Exprimer V, le volume occupé par le gaz, en fonction de V_0, P_0, T_0, E, C_V, C, R_e et τ.

Remarque : on pourra traiter l'exercice de deux méthodes différentes :

- *en appliquant le 1er principe au système $\{$gaz + résistance$\}$*
- *en appliquant le 1er principe au système $\{$gaz$\}$ et au système $\{$résistance$\}$.*

Planche 2

Questions de cours

Physique (P14) : Énoncer le premier principe de la thermodynamique. Cas d'un système au repos macroscopique.

Physique (P15) : Énoncer le deuxième principe de la thermodynamique.

Exercice 2 : Énoncé de Clausius du second principe**

1. On considère deux systèmes condensés (Σ_1) et (Σ_2) incompressibles et indilatables de température $T_1(t)$ et $T_2(t)$ à la date t contenus dans une enceinte calorifugée et séparés par une paroi diathermane.

   Soit δQ le transfert thermique reçu par (Σ_1) entre les dates t et $t + dt$. Montrer que :

   $$\delta Q \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \geq 0$$

2. En déduire l'énoncé de Clausius du second principe : « l'énergie n'est pas spontanément transférée par chaleur d'un corps froid vers un corps chaud ».

Planche 3

Questions de cours

Physique (P14) : Définir l'enthalpie massique de changement d'état. Comment sont leurs valeurs pour deux transitions de phases inverses ?

Physique (P15) : Citer l'ordre de grandeur de la capacité thermique massique de l'eau liquide.

Exercice 3 : Surfusion du phosphore**

Soit un récipient calorifugé contenant une masse $m = 10,0$ g de phosphore liquide surfondu à la température $T = 34,0$C sous la pression atmosphérique.

1. On fait cesser la surfusion (en introduisant un germe de cristal ou en remuant un peu le récipient) et on observe un nouvel état d'équilibre diphasé du phosphore. Déterminer la quantité de masse respective de chacune des phases.

   On donne pour le phosphore :

   — $T_f = 317$ K
   — $\ell_f(T_f) = 20,9 \times 10^3$ J·kg^{-1} (enthalpie massique de fusion à T_f)
   — $c_P(\ell) = 0,795$ J·g^{-1}·K^{-1} (capacité thermique massique supposée indépendante de la température dans l'intervalle considéré)

2. Calculer la variation d'entropie correspondante.
3. Quel serait l'état final si on faisait cesser la surfusion d'une même masse de phosphore initialement à la température $T' = 17,5$C ?

   On donne $c_P(s) = 0,840$ J·g^{-1}·K^{-1}.