

Devoir maison n° 5

Exercice 1 : Calorimétrie

Un calorimètre est un récipient calorifugé (parois athermanes) sous pression. On y place des substances en phases condensées, solides et/ou liquides. Il est dit parfait s'il n'y a aucune fuite thermique vers l'extérieur, donc si l'ensemble calorimètre + contenu est isolé. Nous nous placerons dans ce cas ici.

Plaçons dans le calorimètre $m_1 = 100$ g d'eau à $\theta_1 = 25$ °C puis $m_2 = 60$ g d'eau à $\theta_2 = 60$ °C.

- Q1. Pourquoi utiliser l'enthalpie plutôt que l'énergie interne ?
- Q2. Calculez la température d'équilibre sous l'hypothèse que le calorimètre n'a pas de capacité thermique (ne contribue pas au bilan enthalpique).
- Q3. En fait, le calorimètre contribue de manière notable au bilan par sa propre capacité thermique C_{calor} . En pratique, on ne donne pas C_{calor} mais une grandeur appelée masse en eau ou valeur en eau du calorimètre, définie par :

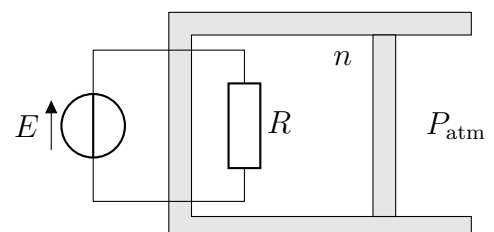
$$\mu = \frac{C_{\text{calor}}}{c_0}$$

où c_0 est la capacité thermique massique de l'eau.

- (a) Quelle est la dimension de μ ? Comment l'interpréter physiquement ?
- (b) Reprenons l'expérience de la question 2. La température d'équilibre observée est de $\theta_f = 36,7$ °C. Déduisez-en la masse en eau du calorimètre.
- Q4. Le même calorimètre contient maintenant $m_1 = 100$ g d'eau à $\theta_1 = 25$ °C. Plongeons-y $n = 40$ petites billes de fer de diamètre $\delta = 1$ cm, densité $d = 7,9$ initialement à la température $\theta_3 = 80$ °C. La température d'équilibre est de $\theta_4 = 25,3$ °C. Calculez la capacité thermique massique c_{fer} du fer. Commentez.

Exercice 2 : Chauffage d'un gaz par effet Joule

n moles d'un gaz parfait sont placées dans une enceinte munie d'un piston (l'ensemble est athermane). Le piston peut coulisser sans frottement. Dans l'enceinte est également placé un dispositif de chauffage (de capacité thermique négligeable) constitué d'une résistance R alimentée par une source idéale de tension continue E .



Les propriétés électriques de la résistance évoluent avec la température dans l'enceinte suivant une loi approximativement linéaire :

$$R(T) = \alpha T$$

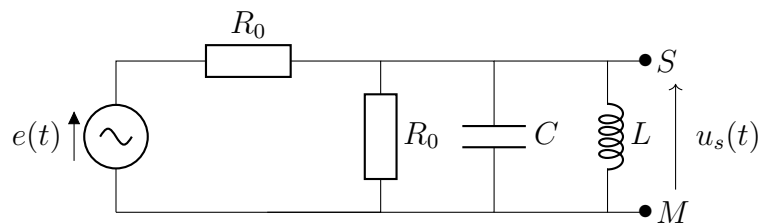
Initialement, le gaz est à la température T_0 et à la pression P_0 . Sa capacité thermique molaire à pression constante est notée C_{pm} et supposée constante. La résistance a alors la valeur R_0 . La pression à l'extérieur de l'enceinte est égale à la pression atmosphérique P_{atm} .

À l'instant $t = 0$, le courant est établi dans la résistance. La source de tension est maintenue en fonctionnement pendant une durée τ . Le courant est suffisamment peu intense que pour la température du gaz soit définie à tout instant (chauffage lent). Ensuite, une fois l'équilibre thermodynamique rétabli, le gaz a pour pression P_f , volume V_f et température T_f .

- Q1. Exprimez α en fonction de R_0 et T_0 . Justifiez qualitativement que R augmente avec la température.
- Q2. Qualifiez la transformation subie par le gaz.
- Q3. Exprimez P_f et V_f en fonction de T_f (que vous supposerez connue).
- Q4. Exprimez la loi horaire de la température.
- Q5. Déduisez-en la température finale T_f .

Exercice 3 : Circuit RLC parallèle

On considère le circuit formé d'un générateur idéal de f.é.m. e , de conducteurs ohmiques de résistance R_0 , d'un condensateur de capacité $C = 2,53 \mu\text{F}$ et d'une bobine purement inductive d'inductance $L = 10 \text{ mH}$.



Les points S et M constituent la sortie du dispositif; elle peut être ouverte (rien n'est branché) ou fermée sur un dipôle. La tension de sortie est $u_s(t)$. Le générateur est supposé idéal, de tension sinusoïdale :

$$e(t) = E_m \cos(\omega t)$$

avec $E_m = 5 \text{ V}$. La sortie est ouverte; le régime sinusoïdal forcé est établi :

$$u_s(t) = U_{Sm} \cos(\omega t + \phi)$$

- Q1. Déterminer U_{Sm} et ϕ .
- Q2. Montrer que U_{Sm} prend une valeur maximale $U_{S_{max}}$ pour une fréquence f_r à déterminer littéralement puis numériquement.
- Q3. On mesure un déphasage de $\frac{\pi}{4}$ entre $u_s(t)$ et e pour une fréquence de $f_{c1} = 900 \text{ Hz}$. Est-ce une avance ou un retard? Déterminer les fréquences de coupure, définies par $U_{Sm}(f_c) = \frac{U_{S_{max}}}{\sqrt{2}}$, le facteur de qualité et la valeur de R_0 de ce circuit.
- Q4. La sortie est à présent fermée sur un condensateur de capacité C' . On mesure la fréquence de résonance de la tension de sortie : $f'_r = 800 \text{ Hz}$. Calculer C' .