

TRAVAUX PRATIQUES DE THERMODYNAMIQUE

Calorimétrie – Isothermes d'Andrews

1 Calorimétrie :

1.1 Détermination de la valeur en eau d'un calorimètre.

L'enveloppe intérieure et les accessoires d'un calorimètre (y compris le thermomètre) interviennent dans les échanges thermiques. On représente donc le calorimètre de capacité thermique C par une masse équivalente d'eau μ , appelée valeur en eau, telle que $C = \mu c_0$, où c_0 est la capacité thermique massique de l'eau liquide ($c_0 = 4.18 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$).

Ordre de grandeur de μ :

Si m est la masse de l'enveloppe intérieure et de l'agitateur et c la capacité thermique massique du métal constitutif, $mc = \mu c_0$.

Séparer le récipient métallique du support en plastique et déterminer m ; on donne $c = 0,894 \text{ J.g}^{-1}.\text{K}^{-1}$ pour l'aluminium et $c_0 = 4,18 \text{ J.g}^{-1}.\text{K}^{-1}$ pour l'eau.

En déduire $\mu_{\text{estimée}}$. Pourquoi n'est-ce qu'une estimation approximative?

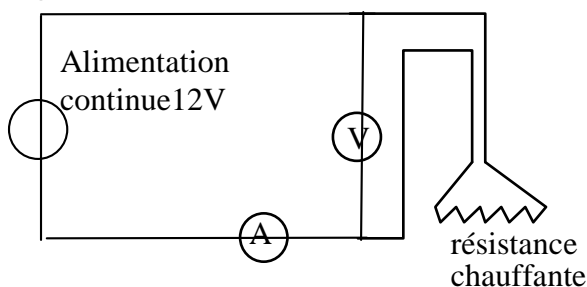
Détermination de μ par une méthode de mélanges.

Proposer un protocole permettant d'obtenir la valeur en eau μ , à partir d'eau chaude et d'eau froide. Le mettre en œuvre, calculer μ , évaluer l'incertitude expérimentale.

Comparer $\mu_{\text{estimée}}$ et $\mu_{\text{mesurée}}$. Que pensez de l'ordre de grandeur de l'incertitude ?

1.2 Mesure de la capacité thermique massique de l'eau.

Principe:



Le calorimètre contient une masse m d'eau. On fait passer dans la résistance plongée dans le calorimètre un courant d'intensité I pendant une durée Δt sous la différence de potentiel U . La température de l'eau passe de θ_1 à θ_2 .

Régler la f.e.m. de l'alimentation à environ 10 V avec un voltmètre avant de faire le circuit. Mettre le potentiomètre d'intensité à 0 avant tout branchement. Réaliser le circuit.

Montrer que $c_0 = \frac{UI\Delta t}{(m + \mu)(\theta_2 - \theta_1)}$.

Mesures:

Prélever 300 ml d'eau à température ambiante à l'aide de l'éprouvette graduée et déterminer la masse en utilisant le calorimètre comme récipient.

Suivre les variations de la température θ de l'eau du calorimètre de minute en minute pendant quelques mn.

S'assurer, avant de mettre la résistance dans le calorimètre, que le courant passe dans le circuit. Régler les calibres et l'alimentation de manière à avoir un courant d'environ 3 A (si la tension n'est pas suffisante, l'augmenter).

Déclencher le chronomètre une fois la résistance dans le calorimètre (instant t_0) et noter la température toutes les 30 s en agitant constamment. Couper le courant (noter l'instant t_1) lorsque l'élévation de température est d'environ 10°C.

ATTENTION A CE QUE LE THERMOMETRE NE SOIT PAS SUR LA RESISTANCE

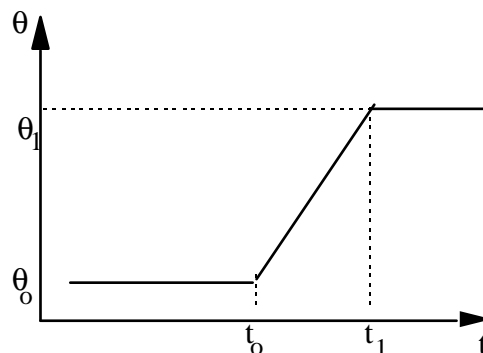
Noter la température, le courant coupé, toutes les 30s pendant 3 mn.

Résultats:

Tracer la courbe de température $\theta=f(t)$ qui a l'allure suivante si l'on néglige les pertes :

En déduire c_0 , recenser les sources d'erreurs expérimentales et évaluer l'incertitude Δc_0 .

Venez écrire votre résultat au tableau, pour un traitement statistique sur les résultats du groupe.



1.3 Mesure de l'enthalpie de fusion de la glace.

Principe:

On introduit dans un calorimètre, de valeur en eau μ , contenant une masse d'eau m_1 à la température θ_1 , un morceau de glace de masse m_0 à la température θ_0 (de fusion). La température finale étant θ_2 , montrer que

$$c_o (m_1 + \mu)(\theta_2 - \theta_1) + c_o m_o (\theta_2 - \theta_o) + m_o L_f = 0.$$

Mesure:

Proposer un protocole pour déterminer L_f . Le mettre en œuvre. Réfléchir aux quantités à utiliser, et aux précautions à prendre vis-à-vis de la glace utilisée.

Résultats:

Déterminer L_f (valeur des tables : 333 kJ.kg^{-1}). Evaluer ΔL_f à partir des différentes incertitudes de mesure relatives à votre protocole.

2 Tracé des isothermes du SF₆ en diagramme de Clapeyron:

Chaque binôme effectue le relevé d'une isotherme (10 par binôme)

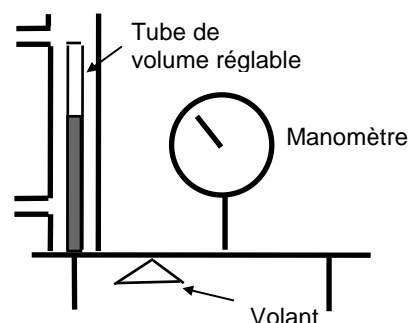
On utilise un dispositif permettant de relever simultanément la pression, la température et le volume de l'hexafluorure de soufre sous forme liquide, gazeuse, ou à l'équilibre liquide-vapeur.

Description du dispositif et réglages:

Un volant permet de régler le volume dédié au SF₆. La mesure se fait en repérant la hauteur du ménisque de mercure.

Un manomètre permet de mesurer la pression.

ATTENTION A NE PAS DEPASSER 45 BAR
DANGER
EN PARTICULIER P VARIE TRES VITE AUX
FAIBLES VOLUMES



Réglage de la température: Un dispositif de chauffage permet d'obtenir un bain thermostaté dont l'eau circule autour du tube de volume réglable. Régler le débit de manière à ce que le tube soit totalement immergé. Ensuite la température se règle à l'aide du potentiomètre (**mais se mesure avec le thermomètre**), attendre que le voyant s'éteigne pour effectuer la mesure.

Manipulation:

Régler le thermostat de manière à avoir une des températures suivantes: le 1^{er} binôme manipulant avec la 1^{ère} température (la plus basse), le 2^{ème} binôme manipulant avec la 2^{ème} température etc....Faire attention à ne pas dépasser sa température, il est plus rapide de chauffer l'eau que de la refroidir (pour ça, rajouter de l'eau froide).

20°C	24°C	28°C	32°C	36°C	40°C	44°C	48°C	52°C	56°C
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Chaque binôme effectue les mesures de pression pour tous les volumes suivants en cm³ dans l'ordre du tableau:

3	2.5	2	1.8	1.6	1.4	1.2	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2
---	-----	---	-----	-----	-----	-----	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Attention pour les petits volumes, la pression augmente très rapidement.

VEILLER A NE PAS DEPASSER LA VALEUR LIMITE DE PRESSION (45 bars)

Entrez vos valeurs dans le fichier tableur à la colonne correspondant à votre température.