

Bouillant de Franklin

Matériel

- ◊ Fiole à vide contenant un fond d'eau distillée avec sonde de température et capteur de pression traversant le bouchon. L'embout de la fiole est reliée à un robinet. Arrivé à saturation en eau de la fiole à 100°C, le robinet est fermé et la pression peut s'abaisser jusqu'à 0,3 bar environ. *Conception : C.Dubois.*
- ◊ Plaque chauffante sur support élévateur.

Utilisation
du matériel

- Attention aux sources de chaleur.
- Une verrerie rendue étanche **présente un risque d'explosion** en présence de source de chaleur. **Ne jamais chauffer le contenu du Büchner avec le robinet fermé.**

Au programme

Notions et contenus

Enthalpie associée à une transition de phase : enthalpie de fusion, enthalpie de vaporisation, enthalpie de sublimation.

Capacités exigibles

Exploiter l'extensivité de l'enthalpie et réaliser des bilans énergétiques en prenant en compte des transitions de phases.

Mettre en œuvre un protocole expérimental de mesure d'une grandeur thermodynamique énergétique (capacité thermique, enthalpie de fusion, etc.).

Objectif

Le but est de mesurer l'enthalpie et l'entropie de vaporisation de l'eau par l'analyse du tracé d'une partie de sa courbe de saturation.

1 Expérience du Bouillant de Franklin

1.1 Présentation de l'expérience

À l'origine, le bouillant de Franklin est un objet constitué de deux boules en verre partiellement remplies d'eau et communiquant par un tube étroit. En prenant une des sphères dans sa main, l'air contenu dans l'ampoule tenue chauffe et se met à prendre un volume plus important repoussant le liquide dans l'autre ampoule.

Une autre expérience portant le nom de bouillant de Franklin consiste à chauffer de l'eau dans un ballon en verre jusqu'à ébullition, de le fermer puis de le retourner. En aspergeant d'eau froide la surface du verre, l'eau à l'intérieur du ballon fini par bouillir de nouveau ! Il est paradoxal de faire bouillir de l'eau en la refroidissant, n'est-ce pas ? Benjamin Franklin ne semble pas être l'inventeur de cet objet dont il découvre l'existence en Allemagne mais en a perfectionné le fonctionnement.

2 Manipulations

Manipulation : Mettre un protocole pour observer le phénomène avec le matériel fourni. Proposer une explication du phénomène.

Précautions : Éteindre la plaque chauffante et descendre le support surélevé **avant** de manipuler l'erenmeyer. Fermer le robinet où sort la vapeur d'eau uniquement **après** que la source de chaleur soit éteinte. Une seule personne manipule et s'entraîne sans source de chaleur pour que ces gestes ne soient pas abruptes lors de l'expérience réelle, l'autre vient en aide s'il est sollicité et peut reproduire l'expérience au bout de quelques minutes s'il le souhaite.

3 Enthalpie de vaporisation

Manipulation : Laisser refroidir à l'air libre la fiole à vide après avoir fait bouillir l'eau qu'elle contient **puis** fermé le robinet. Lancer une acquisition de pression et de température pendant 10 minutes avec 10000 points sur Latis Pro. Si la pression ne s'abaisse pas significativement (chute de 0,5 bar attendue) demandez de sceller le bouchon avec de la graisse. Analysez les courbes à l'aide des formules qui suivent.

Précautions : identiques à l'expérience précédente.

À partir de la formule de Rankine,

$$\ln\left(\frac{P^{\text{sat}}}{P^\circ}\right) = -\frac{\Delta_{\text{vap}}H_m}{R}\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T^\circ}\right)$$

déterminez l'enthalpie **molaire** de vaporisation $\Delta_{\text{vap}}H_m$ de l'eau. Calculez l'enthalpie massique de vaporisation et la comparer aux valeurs tabulées (cf QR code).

Faire de même pour l'entropie **molaire** de vaporisation $\Delta_{\text{vap}}S_m$, obtenue avec la formule de Duperray :

$$\frac{P^{\text{sat}}}{P^\circ} = \left(\frac{T}{T^\circ}\right)^{\frac{\Delta_{\text{vap}}S_m}{R}}$$

