

Montage n° 06 : Transitions de phase

Moulié Vincent

25/04/2017

A Transitions du 1er ordre

A.1 Détermination de l'enthalpie de fusion de la glace [1]

Via méthode des mélanges.

Pour cela, utilisation du calorimètre à vase Dewar à étalonner préalablement (méthode des mélanges aussi avec une masse d'eau à température ambiante et une autre différente).

Précaution pour la seconde manip' : prendre une eau à une température suffisamment élevée (disons 50°C) de façon à s'assurer de la fusion totale des glaçons introduits (séchés puis insérés et pesés). Ainsi, on est sûr de mesurer au mieux l'enthalpie de fusion de la glace. Autre précaution : refaire le bilan thermique comme fait au tableau au lieu de recopier les formules du [1] quelque peu faussées (à l'image aussi des formules des incertitudes données, qui sont obsolètes).

Les incertitudes portent surtout sur les pertes thermiques lors de l'ouverture du calorimètre pour y introduire la seconde masse d'eau. Par ailleurs, il faut suivre l'évolution temporelle de la température afin de conclure quant à la température d'équilibre. D'où l'utilisation d'un thermocouple et d'une carte d'acquisition liée à un ordi. Thermocouple à étalonner bien sûr!

A.2 Détermination de l'enthalpie de vaporisation de l'eau [1] (et [2] pour un complément sur les formules)

En 2 étapes : la 1ère consiste en l'élaboration de la courbe de pression de vapeur saturante en fonction de la température.

Pour cela, montage via ballon tricol : un col pour un thermomètre, un second pour un manomètre, le central pour une colonne à boules qui servira de réfrigérant. Celle-ci est liée à une fiole de garde et à une pompe qui viendra aspirer un max d'air compris dans notre ballon et colonne. Une fois l'aspiration max effectuée, un robinet nous permettra de réguler la pression au sein du dispositif. Ainsi, en même temps que l'on chauffe l'eau distillée contenue dans le ballon, on va jouer sur la pression de manière à obtenir une eau en ébullition. Ainsi, nous aurons un système liquide/vapeur. Il faut alors relever le couple (P,T) correspondant. Puis, élévation de pression, on sort de l'équilibre biphasique puis attente et re-ébullition etc. D'où diagramme PT.

La 2ème étape consiste à utiliser d'abord la formule de Clapeyron où l'on va considérer l'enthalpie de vaporisation de l'eau constante quelque soit la température. Par ailleurs, on se sert du fait que le volume molaire de gaz est très grand devant celui de liquide. Dernier point : approximation de l'eau à l'état gaz comme étant un GP. On arrive ainsi à une expression simplifiée (formule de Rankine) donnant l'enthalpie désirée en fonction de P et de T. D'où via Python, regression linéaire etc.

On peut parler (le faire aussi en fonction du temps) de la formule de Dupré tenant compte de la dépendance de l'enthalpie de vaporisation avec la température.

Les erreurs peuvent venir de fuites, de l'appréciation des lectures de T et P, d'un système non composé d'eau uniquement (air aussi).

Recalescence du fer

Afin d'exposer d'autres types de transitions du 1er ordre que celles correspondant à un changement d'état « classique » solide/liquide/gaz.

Permet aussi de faire la transition pour la seconde partie (étude du fer)

Expérience qualitative

B Transitions du second ordre

B.1 Détermination de la température de Curie du fer (transition ferro-para)

Autre type de transition ici avec d'ailleurs un autre couple de variables intensives (champ magnétique et longueur dans ce cas)

L'idéal serait d'utiliser un thermocouple dans son plus simple appareil (à étalonner bien sûr via 3 points fixes au moins) qui serait fixé au clou en fer et qui, de part sa masse très faible, ne viendrait pas intervenir dans le « décrochage » du clou à l'aimant. Si cette technique, prévoir un montage amplificateur au vu des tensions très basses mesurées...

Puis via traitement statistique, on en déduit la température de Curie du fer.

Causes d'erreurs : protocole en lui même. Peut être quelques erreurs systématiques à corriger aussi. Par ex, l'appréciation de la chute du clou et la lecture de la température.

Autre expérience possible pour finir : transition conducteur - supraconducteur via l'effet Meissner. En ouverture sinon.

Bibliographie

[1] Quaranta Thermo

[2] Hprepa Thermo 1ère année