

MP04 : Transitions de phase

présentation : Théodore NICOLAS
CR : Antoine BRICARD

Biblio : Aucune, malheureusement. La notice du SF6 est bien faite, la partie théorie est classique (Diu/FR/n'importe quel bouquin de prépa, cf la leçon du même nom). Les valeurs sont dans les handbook.

Plein de manips peuvent se trouver dans le quaranta IV (thermo), mais je trouve ce bouquin très dur à utiliser.

Plan :

Attention, comme toujours en thermo il faut tout anticiper, pas (trop) de place pour de l'impro. Intro sur la classification Erhenfest ou Landeau selon vos goûts. (l'étain doit déjà être chaud, mais pas trop genre 300°C)

1- Transitions du premier ordre

- Recalescence du fer (placer l'azote pour 1c), pour thermaliser)
- Diagramme de Clapeyron du SF6 (faire refroidir l'étain)
- Enthalpie de vaporisation du diazote
- Solidification de l'étain

2- Transitions du second ordre

- Parra/ferro : clou de Curie
- Conducteur/Supra : lévitation d'un aimant

Détail des manips :

1- Recalescence du Fer :

Transition entre deux variété allotropiques du fer (alpha->gamma). Si le fil est neuf le passer au papier de verre, ne pas trop réutiliser le même fil (risque de casse).

Chauffer à rouge, couper le chauffage.

Observer remontée/redescente/reremontée.

Le terme recalescence vient en fait du retard à la transition, à la redescente le fil change de variété allotropique mais se réchauffe également (d'où le nom). Les deux effets vont dans le même sens.

Attention à la sécurité. Prendre des gants ! Ne pas se mettre sur la table du jury/des élèves. D'autres centres ont une version protégée avec du plexiglas et pas de fils à nu accessible.

Attention manip dure à trouver dans la salle de thermo. Si vous ne la trouvez pas :



2- Diagramme de Clapeyron du SF6

La notice est très complète, l'idée est de tracer les isothermes d'andrews dans le diagramme de Clapeyron (ou de Watt, ici c'est la même chose).

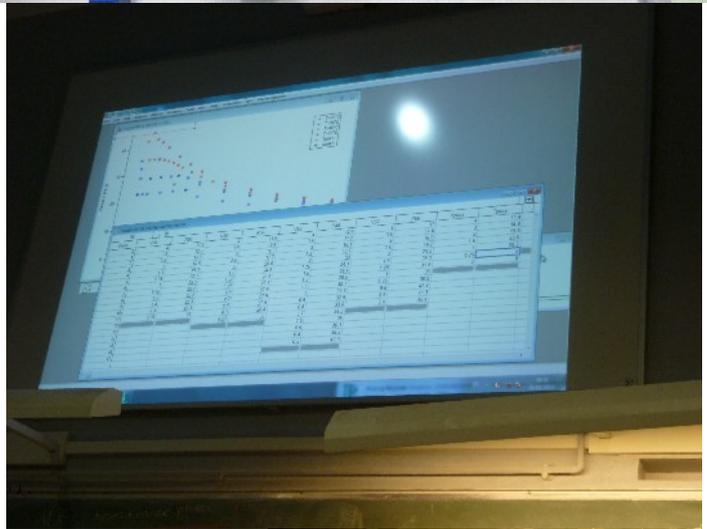
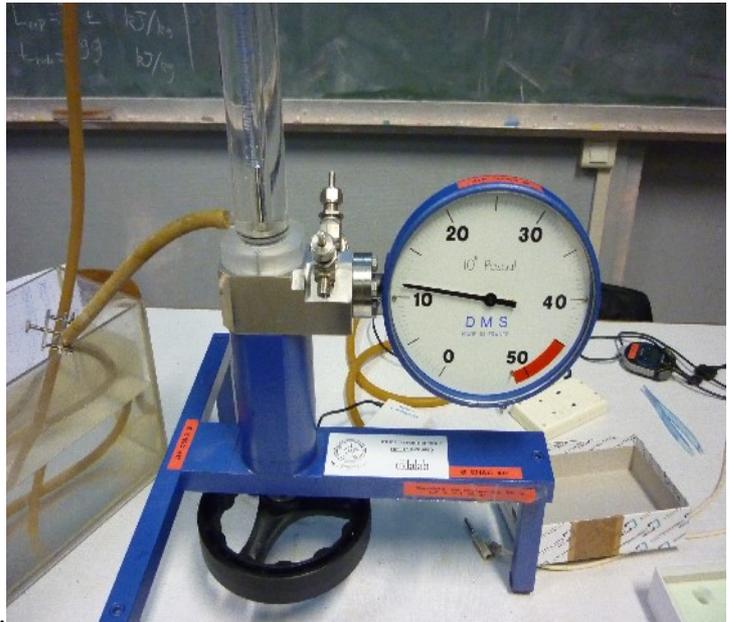
Pour tracer les isothermes, on thermostatise. Il faut faire attention au débit des bains chauffants, la colonne peut déborder.

On part des basses pressions, et on attend bien que l'équilibre se fasse, et on relève des couples (P,V).

Quand on a plus que du liquide être très précautionneux. La zone en rouge sur le manomètre ne l'est pas pour rien. (bon en vrai il est censé tenir 60-70 bars, mais ça monte très vite et ça fait mauvais effet de projeter du mercure sur le jury).

(Bon désolé je n'ai pas pensé à faire une capture d'écran après le passage, elle est dans les compte rendus des années précédentes et dans la notice) (bien sur ne faire qu'une courbe en passage)

à partir des isothermes on retrace les courbes de rosée et d'ébullition (bien commenter le sens du pallier) ce qui nous permet de remonter à L. (on ne trouve qu'un ordre de grandeur de L)

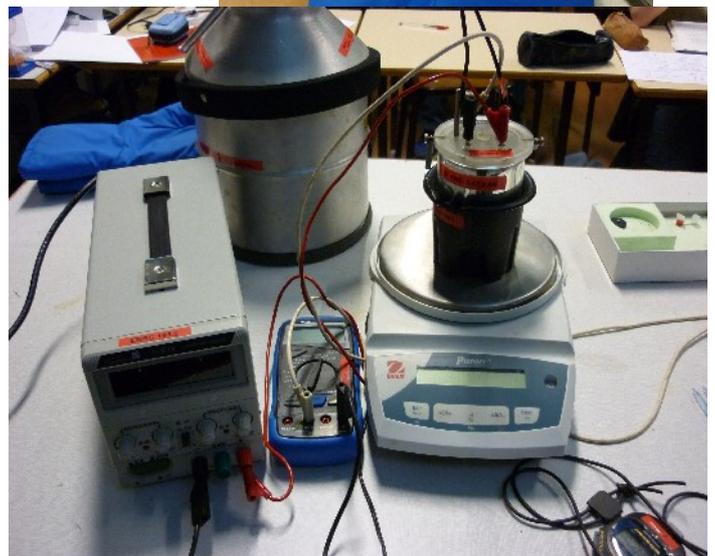


3- Enthalpie de vaporisation du diazote

Attention, il faut penser à remplir le dewar d'azote quelques minutes avant, pour que tout soit thermalisé.

Attention, qui dit azote liquide dit gants, et gants étanches...

L'idée est de peser en continu un dewar dans lequel on fait passer un courant dans une résistance. L'énergie libérée par la vaporisation compense à la fois les pertes et l'énergie électrique. On doit faire deux mesure de taux de perte de masse : une sans courant et une avec. Cette manip est plus délicate qu'elle n'en a l'air, les contacts avec les résistances ne sont pas bien fixes, et perturbent la mesure. Il ne faut pas hésiter à les scotcher. On se fout d'un offset différent à l'allumage, on veut la pente.



Cette expérience peut se faire avec de l'eau : moins de problème d'azote liquide qui se vaporise pour un rien (ie pas à prendre en compte les pertes), et pas de problème de mesure de résistance à basse température, mais on doit faire passer une énergie électrique bien plus importante. Marche aussi avec la fusion de la glace, à l'ancienne, probablement la moins risquée et celle qu'on ferait faire à des élèves de L1.

4- Solidification de l'étain

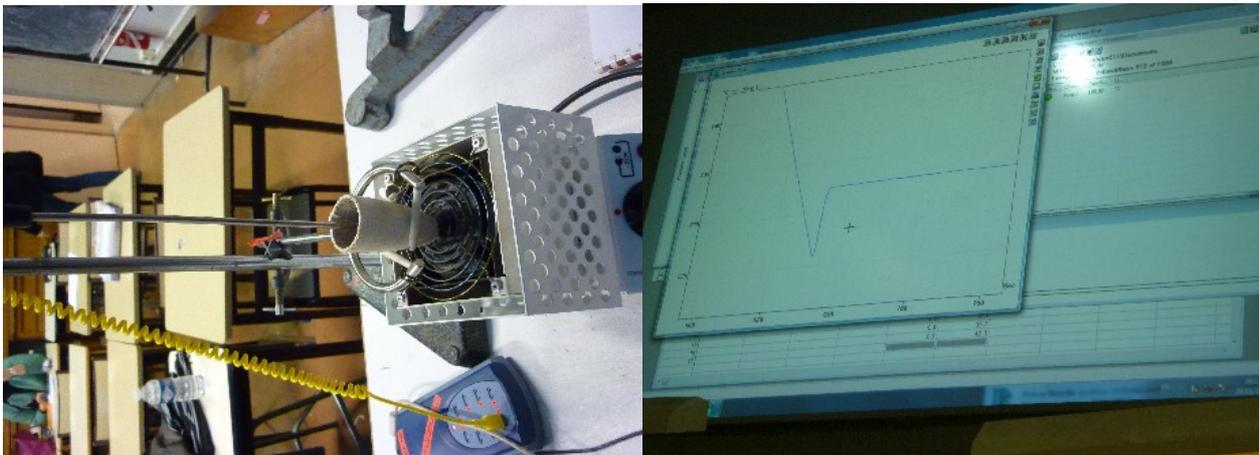
Le titre est trompeur, il s'agit bien évidemment de montrer le palier dans la courbe de refroidissement de l'étain, et de constater tout surpris le retard à la transition.

Le timing est crucial, il faut la tester en préparation et mesurer la vitesse de refroidissement.

Il vaut mieux viser un peu avant, garder un oeil sur picolog (dur!) pour arrêter le défilement.

L'étain peut être nettoyé avec une pointe de spatule si le résultat n'est pas probant.

La température de surfusion n'est évidemment pas tabulée, mais la température de fusion l'est, profitons-en, c'est gratuit et quantitatif.



5-Clou de Curie

Attention ! C'est un thermocouple de type J, donc bien régler le boîtier ! (et regarder la différence entre J et K dans la notice pour les questions)

La manip en elle même est classique. Il faut cependant faire attention à ne pas chauffer trop vite, où plutôt à bien ralentir à l'approche des 770° , pour pouvoir s'assurer d'un chauffage homogène.

Attention encore, selon le positionnement de l'aimant au dos de la plaque on peut obtenir un peu ce que l'on veut comme valeur. C'est à la limite de l'honnêteté intellectuelle, mais autant profiter du temps de préparation.



6-Lévitaiton d'un aimant

Pas grand chose à dire. On verse l'azote, l'aimant se soulève.
Attention aux questions sur le mécanisme de la transition et sur la stabilité spatiale de l'aimant.



Autre manips :

marteau de papin

point triple du diazote (qui était cassé lors du montage)

remonter au point critique du SF₆ à partir des isothermes

opalescence critique du SF₆

mesure de résistivité du supra

enthalpie de vaporisation de l'eau

enthalpie de fusion de l'eau