

CHANGEMENT D'ETAT DU CORPS PUR SF6

- OBJECTIFS :- Représenter le changement d'état d'un corps pur par les diagrammes classiques liant les variables d'état : P, V, T.**
- Déduire des courbes précédentes :
 - La quantité de matière de SF6 subissant le changement d'état.**
 - Les variations d'enthalpie et d'entropie lors du changement d'état.**
 - La chaleur latente molaire de vaporisation de SF6.**

I- ETUDE THEORIQUE.

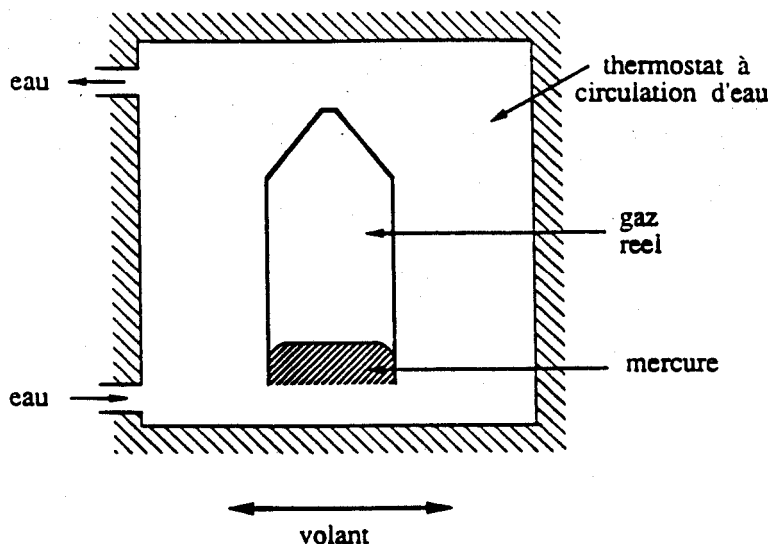
A -LIMITES DU MODELE DU GAZ PARFAIT :

Le modèle du gaz parfait est applicable tant que la pression du fluide est suffisamment faible pour que l'on puisse négliger les forces d'interaction moléculaires. L'équation d'état est alors $PV=nRT$.

Il existe d'autres équations d'état que l'on introduit pour rendre compte des interactions moléculaires de façon plus ou moins précise ; elles peuvent être toutes considérées comme des approximations différentes du développement du viriel : $PV=nRT(1+\frac{nA}{V}+\frac{n^2B}{V^2}+...)$ A,B,...étant des coefficients que l'on détermine expérimentalement.

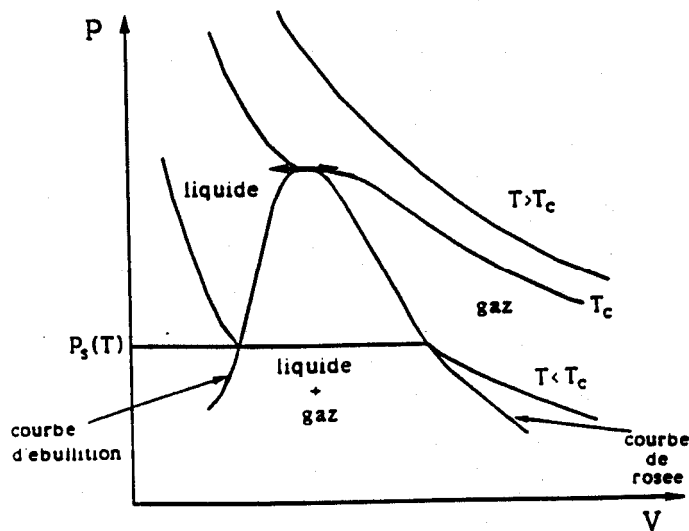
B- DIAGRAMME DE CLAPEYRON :

Considérons un gaz réel placé dans un thermostat :



Expérimentalement, le gaz est placé dans une éprouvette graduée entourée d'eau dont la circulation est assurée par l'intermédiaire d'une pompe, cette eau étant maintenue à température constante grâce à un bain thermostaté.

Diminuons le volume du gaz en agissant sur un volant qui fait monter la colonne de mercure à l'intérieur de l'éprouvette. Notons la pression observée P en fonction du volume V et traçons l'isotherme correspondante dans un diagramme de Clapeyron.



Pour une température suffisamment basse, on observe une augmentation de pression du gaz lorsque son volume décroît, ceci jusqu'à l'apparition de la première goutte de liquide. Une diminution du volume laisse alors inchangée la pression, mais la proportion de liquide augmente. A partir du moment où il n'y a plus de gaz, la pression augmente de nouveau, très fortement, car un liquide est très peu compressible. L'isotherme présente donc un palier horizontal correspondant au changement d'état. A haute température, un tel palier n'existe pas. D'ailleurs, l'apparition de liquide n'est pas observée, même si on augmente énormément la pression. Ce fait a été mis en évidence pour la première fois en 1869 par Andrews.

Pour tout gaz réel, il existe une température, dite critique et notée T_c , au-delà de laquelle aucune liquéfaction n'est observée. L'isotherme à cette température est dite isotherme critique. Elle présente en un point, appelé point critique C, une tangente horizontale avec changement de courbure, le palier étant en fait réduit à ce point. On distingue les températures sous-critiques pour lesquelles $T < T_c$ des températures sur-critiques pour lesquelles $T > T_c$.

Pour une température sous-critique, le gaz peut exister seul : on parle de vapeur sèche, ou en présence de liquide : on parle de vapeur saturante. La pression pour laquelle vapeur et liquide coexistent à la température T , est appelée pression de vapeur saturante et notée $P_{SAT}(T)$. Il est important de noter que pour une température T donnée, la pression du gaz ne peut jamais dépasser $P_{SAT}(T)$.

C- RELATION DE CLAPEYRON :

On appelle chaleur latente molaire de changement d'état notée $L_{1 \rightarrow 2}$, la quantité de chaleur qu'il faut fournir pour faire passer une mole de corps pur de l'état 1 à l'état 2. Elle est positive lors d'une fusion, d'une vaporisation ou d'une sublimation, négative dans les autres cas et $L_{1 \rightarrow 2} = -L_{2 \rightarrow 1}$.

$L_{1 \rightarrow 2}$ correspond à la variation d'enthalpie $\Delta H_{1 \rightarrow 2}$ au cours du changement d'état d'une mole de corps pur. Au cours du changement d'état d'une mole de corps pur, à la température T et à la pression $P_{SAT}(T)$, la relation entre la chaleur latente molaire de changement d'état, et la variation d'entropie molaire est :

$$L_{1 \rightarrow 2} = T \Delta S_{1 \rightarrow 2}$$

La relation de Clapeyron pour les changements d'état de corps purs est : $L_{1 \rightarrow 2} = T(v_2 - v_1) \left(\frac{dP}{dT} \right)_T$

Où $\left(\frac{dP}{dT} \right)_T$ est la pente de la courbe $P_{SAT} = f(T)$ à la température T choisie pour le changement d'état,

$(v_2 - v_1)$ étant la différence entre le volume occupé par une mole dans l'état 2 à la température T et à la pression $P_{SAT}(T)$ et le volume occupé par une mole dans l'état 1 dans les mêmes conditions de température et de pression.

II- ETUDE EXPERIMENTALE.

1-Principe.

Le corps pur SF6 se trouve dans un tube en verre épais afin de supporter les fortes pressions.

La température du corps pur est contrôlée par la circulation d'eau thermostatée autour du tube dans lequel se trouve SF6.

On fait varier le volume du gaz grâce à une colonne de mercure actionnée par le volant se trouvant sous le dispositif.

La pression du gaz SF6 est lue directement sur le manomètre.

On ne dépassera en aucun cas 50.10^5 Pa.

On peut donc mesurer grâce à ce dispositif les variables d'état d'un gaz (P, V) à T fixée, lors de sa compression puis de sa liquéfaction.

2- Préparation du T.P.

Montrer que la courbe $PV = f(1/V)$ tracée à T connue permet de connaître la quantité de matière n, du corps pur.

La quantité de matière varie-t-elle avec la température ou lors du changement d'état ?

Comment peut-on expérimentalement obtenir la valeur du volume occupé par le corps pur à l'état gazeux dans les conditions du changement d'état, V_g , ainsi que la valeur du volume occupé par le corps pur à l'état liquide dans les mêmes conditions de température et de pression, V_l ?

3- Mesures.

Par circulation d'eau, on impose une température constante au corps pur étudié. Avant toute mesure, on vérifiera la stabilité de cette température grâce au thermomètre situé au dessus de la colonne.

On travaille à 26°C, puis 32°C, 38°C, 44°C et 50°C.

Partant de $V = 4\text{cm}^3$, on réduit le volume de SF6 **sans jamais dépasser 50.10^5 Pa.**

On lit P directement sur le manomètre après s'être assuré de la stabilité des autres paramètres.

4- Interprétation.

a-Tracer les courbes suivantes :

-Isothermes d'Andrews en coordonnées de Clapeyron : $P = f(V)$ pour les diverses T fixées, sur la même feuille .En déduire les $P_{SAT}(T)$.

-Courbe de pression de vapeur saturante: $P_{SAT} = f(T)$.

- Courbe $P.V = f(1/V)$ à $T = 26^\circ\text{C}$.

b-Déduire des courbes précédentes:

- la quantité de matière n, de SF6 dans le tube.

-La variation d'enthalpie totale lors de la liquéfaction à 26°C : $\Delta H_{liq}(26^\circ\text{C})$

-La variation d'entropie totale lors de la liquéfaction à 26°C : $\Delta S_{liq}(26^\circ\text{C})$

-Calculer la chaleur latente molaire de liquéfaction $L_{ml}(26^\circ\text{C})$, en déduire la chaleur latente molaire de vaporisation de SF6 : $L_{mv}(26^\circ\text{C})$