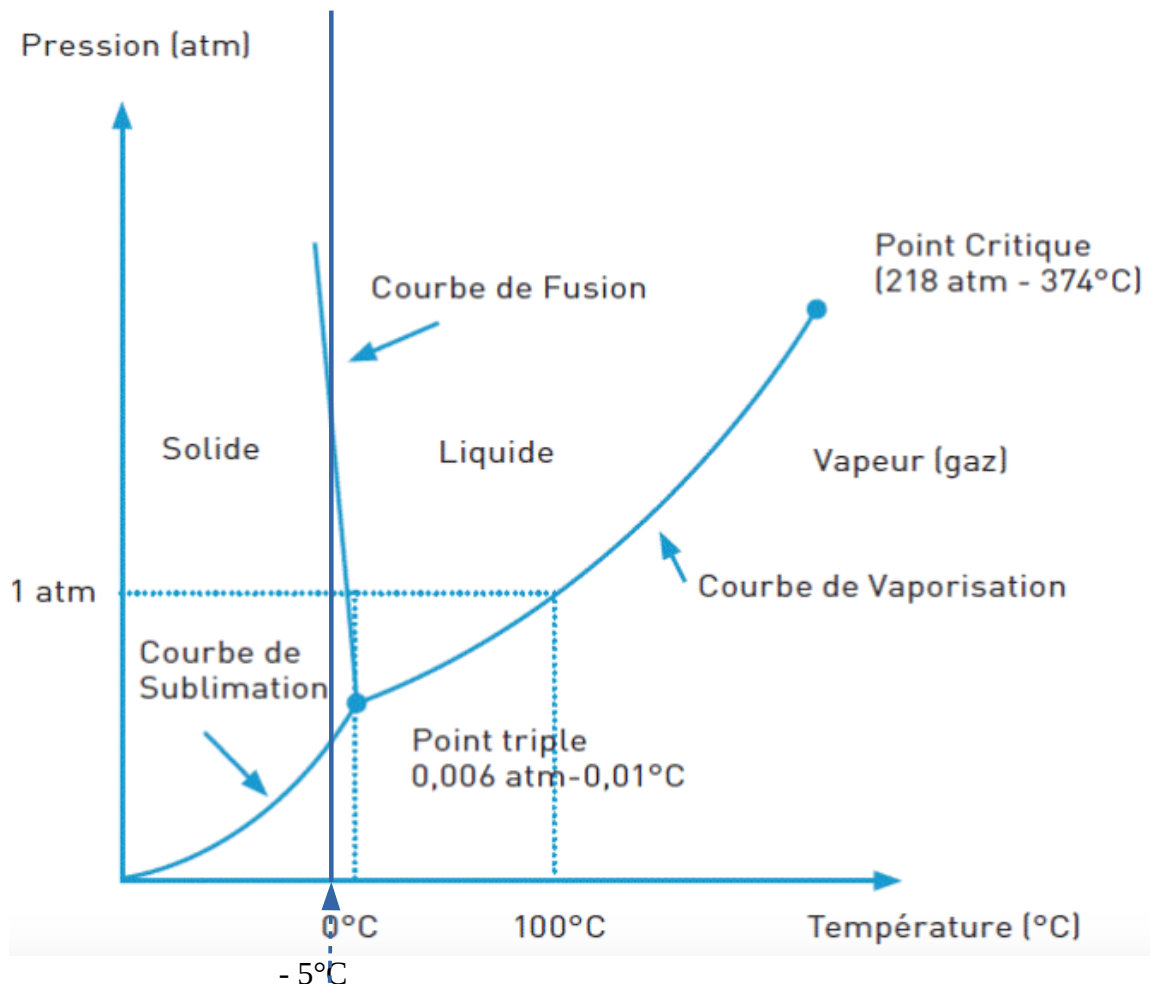


Exercice n°1

- 1- Exprimer la masse volumique ρ d'un gaz parfait en fonction de sa masse molaire M , sa pression P , sa température T et la constante R des gaz parfaits.
 - 2- En déduire la densité d'un gaz en fonction de sa masse molaire et de celle de l'air. (Rappel: la densité d'un gaz est le rapport $d = \rho/\rho_{\text{air}}$).
 - 3- En utilisant la composition de l'air (80% de N_2 et 20% de O_2) déterminer la masse molaire de l'air.
 - 4- Calculer la densité du méthane CH_4 .
- $M_H = 1 \text{ g.mol}^{-1}$; $M_C = 12 \text{ g.mol}^{-1}$; $M_N = 14 \text{ g.mol}^{-1}$; $M_O = 16 \text{ g.mol}^{-1}$.

Exercice n°2

L'allure du diagramme de l'eau est la suivante:

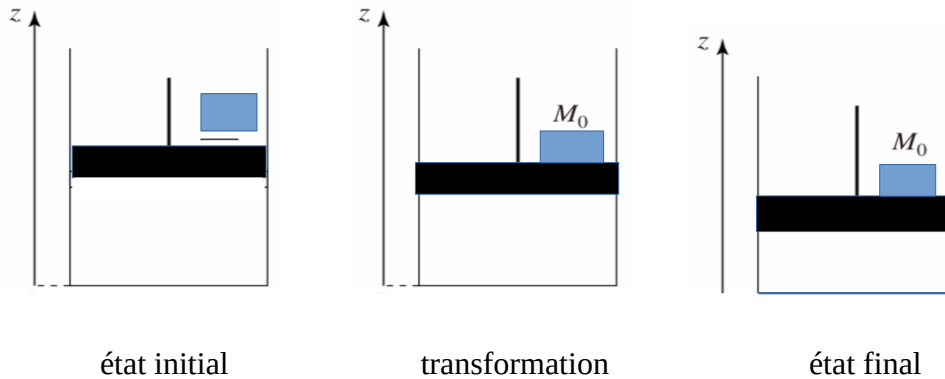


Un patineur de 70 kg fait du patin à glace sur une surface d'eau gelée à -5°C et à la pression atmosphérique. La lame de chaque patin a une surface de contact au sol de 3,5 mm x 22 cm.

- 1- Expliquer pourquoi le patineur glisse sur la glace.
 - 2- Expliquer pourquoi le même patineur glisserait beaucoup moins s'il portait des chaussures.
- Données: intensité du champ de pesanteur: $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

Exercice n°3

Un gaz est placé dans un piston étanche, la masse de la paroi mobile, sans frottement, est négligeable. Son aire est $S = 10 \text{ cm}^2$. La paroi du piston est diatherme.



L'air extérieur est à la pression atmosphérique $P_0 = 10^5 \text{ Pa}$ et à la température $T_0 = 298 \text{ K}$.

- 1- Quelles sont la pression et la température initiale du gaz dans le piston?
- 2- On ajoute une masse $M_0 = 100 \text{ g}$ sur le piston et on attend l'équilibre thermodynamique. Déterminer la valeur de la température et de la pression du gaz à l'équilibre. ($g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$).
- 3- Que devient la valeur de la pression si l'on considère la masse m de la paroi mobile ($m = 20 \text{ g}$) comme non négligeable?
- 4- Peut-on définir la pression et la température du gaz entre les deux états?

Exercice n°4

On considère du sable fin dont chaque grain occupe un volume $V_0 = 0,1 \text{ mm}^3$.

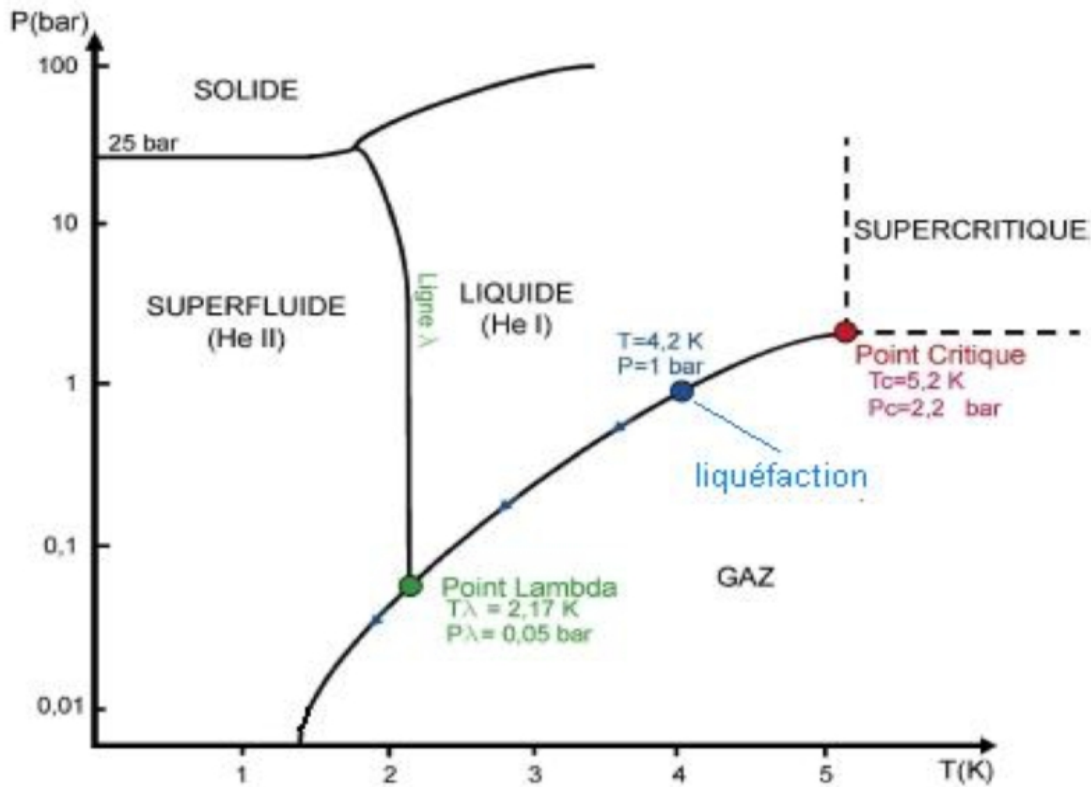
- 1- Quel est le volume V occupé par $N = 6 \cdot 10^{23}$ grains?
- 2- Si on étendait uniformément ce sable sur la France (d'aire $S = 550\,000 \text{ km}^2$) quelle serait la hauteur de la couche de sable ?

Exercice n°5

- 1- Calculer le nombre de molécules par m^3 dans un gaz parfait à 27 C sous une pression de 10^{-6} atmosphère.
- 2) Calculer le volume occupé par une mole d'un gaz parfait à la température de 0°C sous la pression atmosphérique normale.

Données: $1 \text{ atm} = 1,01325 \cdot 10^5 \text{ Pa}$; $k_B = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ S.I.}$; $R = 8,314 \text{ S.I.}$; $T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273,15$.

Exercice n°6



Soit le **diagramme de changement d'état de l'hélium**.

- 1- Quel est l'état physique de l'hélium dans un ballon de fête foraine gonflé à 1,2 bar (température ambiante)?
- 2- Quel est l'intérêt d'un tel ballon gonflé à l'hélium ?
- 3- Que se passe-t-il si on comprime progressivement le ballon précédent, à température constante ?
- 4- Pour quelles valeurs de pression et température peut-on observer la liquéfaction de l'hélium ? Sa solidification ?
- 5- L'hélium solide et l'hélium gazeux peuvent-ils être en équilibre ?
- 6- Quelle est la particularité de la ligne λ du diagramme ?
- 7- De l'hélium est refroidi progressivement sous la pression constante de 1 bar. Décrire les phénomènes successifs observés.

La superfluidité est un état de la matière dans lequel celle-ci se comporte comme un fluide dépourvu de toute viscosité.

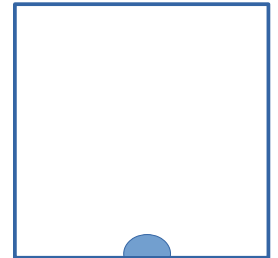
<https://www.youtube.com/watch?v=sKOIfR5OCB4>

La transition de phase liquide-vapeur est obtenue essentiellement de deux façons :

- par vaporisation du fluide dans le vide ou dans une atmosphère gazeuse ;
- par sa compression ou détente isotherme.

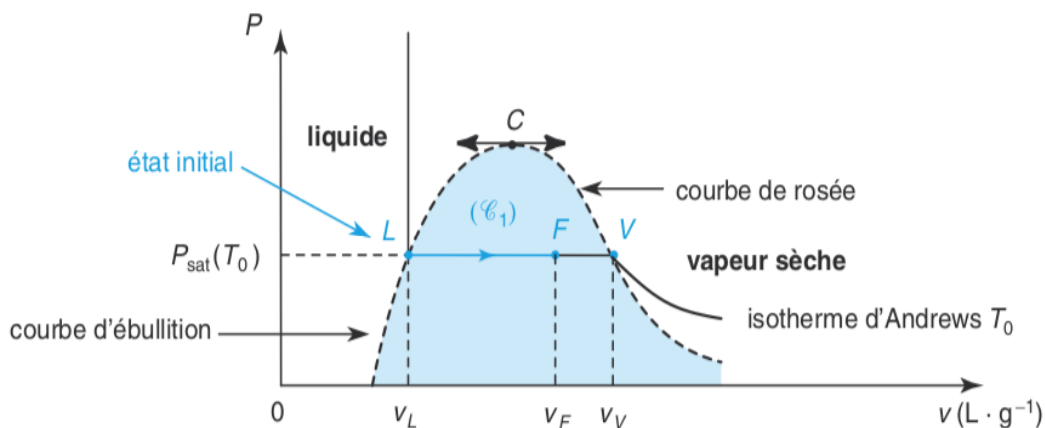
Exercice n°7

Une enceinte initialement vide, de volume $V = 1,0 \text{ L}$ est maintenue à la température $T_0 = 373 \text{ K}$ (100 °C). On y introduit une masse $m_{\text{eau}} = 1,0 \text{ g}$ d'eau liquide prise à la température T_0 et à la pression $P_0 = 1 \text{ bar}$.



La pression de vapeur saturante de l'eau à cette température est : $P_{\text{sat}}(373 \text{ K}) = 1 \text{ bar}$. La vapeur d'eau est assimilée à un gaz parfait.

1- Déterminer la composition finale du système ($x_v = m_v/m_{\text{eau}}$, $x_l = m_l/m_{\text{eau}}$) sachant qu'une partie seulement des molécules en phase liquide est passée en phase gazeuse; il y a donc un équilibre liquide/vapeur.



2- On souhaite retrouver ce résultat en utilisant le diagramme de Clapeyron massique:

2.1- Déterminer les valeurs v_l et v_v et v_F .

2.2- Appliquer le théorème des moments pour retrouver la composition du mélange liquide/vapeur.

3- On réalise la même expérience avec $m_{\text{eau}} = 0,5 \text{ g}$. Calculer v_F et montrer que cette fois tout est à l'état vapeur.

Données :

$$R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

$$\text{Masse molaire de l'eau : } M_{\text{eau}} = 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

$$\text{Masse volumique de l'eau : } \rho_{\text{eau}} = 1\,000 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}.$$

Exercice n°8

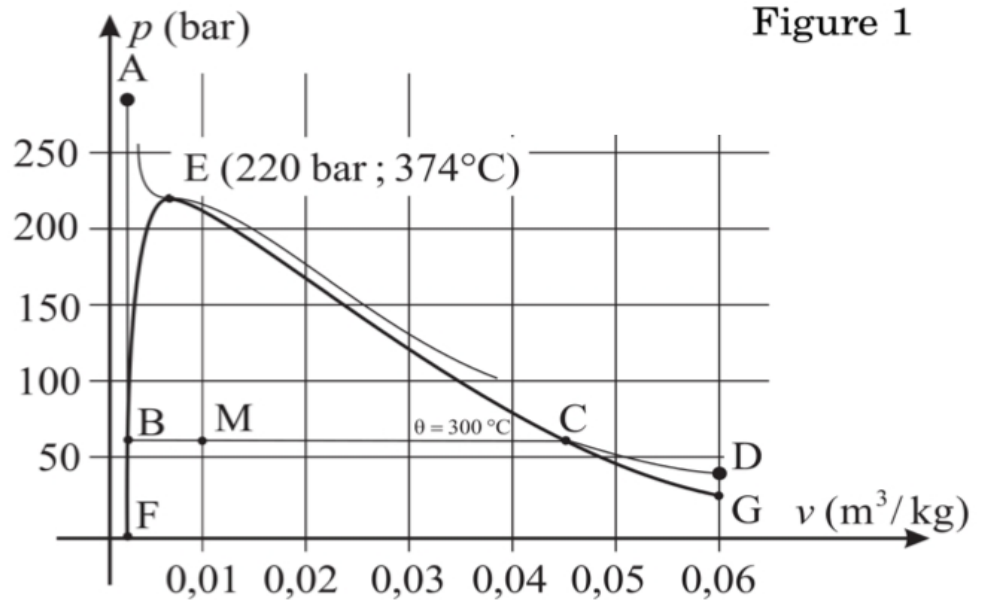
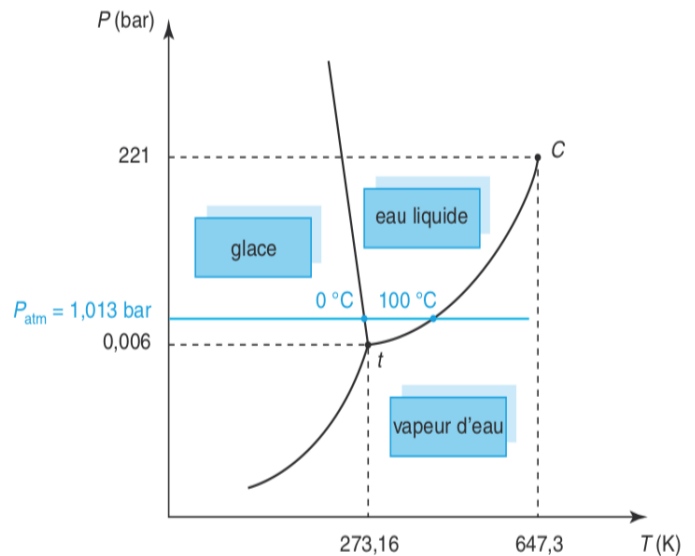


Figure 1

Pour un kilogramme d'eau dans un état dont le point figuratif est le point M, déterminer la masse de chacune des deux phases : liquide et vapeur.

Exercice n°9

Diagramme d'état (P, T) de l'eau



1- Déterminer dans quelle(s) phase(s) se trouve l'eau dans les conditions suivantes :

- a) 400°C et 0,2 bar
- b) - 10°C et 0,1 bar
- c) 100°C et 1 atmosphère
- d) 273,16 K et 0,006 bar
- e) 800 K et 250 bar.

2- On considère un échantillon d'eau à la température initiale de 900 K et à la pression de 1,013 bar. L'échantillon est refroidi de manière régulière . La pression est maintenue constante 1,013 bar. Tracer l'allure de la courbe d'évolution de la température en fonction du temps en repérant les points caractéristiques de la courbe.

3- Même question pour un échantillon d'eau à la température initiale de 900K et à la pression maintenant constante de 0,006 bar.

4- Expliquer quelles variations de température et de pression , un échantillon d'eau initialement à la température 500 K et à la pression 0,002 bar doit subir pour passer dans un état à 500 K et 100 bar :

- a) en subissant un changement d'état.
- b) sans subir aucun changement d'état .