

CHAPITRE I :
Détermination des constantes
physiques

I. Introduction

Les constantes physiques sont des propriétés intrinsèques de la matière qui restent constantes quelle que soit la forme ou l'état de cette matière, Elles offrent des informations cruciales pour comprendre le comportement des substances et jouent un rôle essentiel dans le cadre de nombreuses applications scientifiques et industrielles, Ces constantes permettent aux scientifiques d'analyser et de caractériser les propriétés des matériaux, offrant ainsi des insights importants sur leur nature et leurs interactions.

I.1.Détermination des constantes physiques :

II. 1 .1. La Densité

1. Définition de la Densité :

La densité signifie ici la densité volumique, est une mesure physique qui quantifie la concentration de masse dans un objet ou une substance par unité de volume. Elle est définie mathématiquement comme le rapport de la masse de l'objet à son volume. La densité est exprimée en unités telles que kilogramme par mètre cube (kg/m^3) dans le système international d'unités (SI) ou gramme par centimètre cube (g/cm^3) dans le système coutumier.

La formule générale de la densité (ρ) est la suivante :

$$\rho = m / V$$

Ou

- ρ : est la densité volumique.
- m : est la masse de l'objet ou de la substance.
- V : est le volume occupé par l'objet ou la substance.

2. L'importance de la densité

La densité volumique est une propriété importante pour caractériser les matériaux, car elle peut varier en fonction de la composition et de la structure d'un matériau. Les objets ayant une densité plus élevée contiennent plus de masse dans un espace donné, ce qui peut influencer des aspects tels que la flottabilité, la réactivité chimique, et d'autres propriétés physiques. L'importance de la densité réside dans le fait qu'elle fournit des informations cruciales sur la composition, la compacité et le comportement physique des matériaux. Voici quelques-unes des raisons pour lesquelles la densité est une propriété importante en sciences et en ingénierie :

- Identification des Matériaux
- Contrôle de la Qualité
- Étude des Propriétés des Fluides
- Détermination de la Masse Volumique
- Conception de Matériaux
- Applications en Géologie

3. Les méthodes de mesure de la densité

La densité volumique d'une substance est une mesure de sa masse par unité de volume. Le choix de la méthode de mesure de la densité volumique dépend souvent de la nature de la substance que vous mesurez. Voici quelques-unes des méthodes de mesure de densité courantes.

1. **Pycnomètre** : L'une des approches les plus précises. Le pycnomètre est un petit récipient avec un col et un couvercle étroits. Le pycnomètre est d'abord pesé sans substance, puis il est rempli de la substance visée pour mesurer la densité. Pour calculer le poids de la substance, le pycnomètre rempli a été pesé une fois de plus, puis le poids du pycnomètre vide a été

soustrait. Ensuite, la densité est déterminée à l'aide de la formule de base :
Densité = masse/volume.

2. **Méthode du déplacement d'eau** : La base de cette méthode est le principe d'Archimède. Le volume d'eau qui est déplacé par un échantillon de la substance est mesuré. La densité de l'échantillon peut être calculée en divisant la masse de l'échantillon par le volume d'eau déplacée.

3. **Méthode du picnomètre à immersion** : Elle est similaire à la méthode du pycnomètre, mais l'échantillon est immergé dans un liquide (généralement de l'eau) plutôt que pesé à l'air. La densité est calculée en mesurant la variation de niveau du liquide dans le picnomètre avant et après l'immersion de l'échantillon.

4. **Mesure de la densité des gaz** : Pour les gaz, la densité est souvent mesurée en utilisant un baromètre et un manomètre. La densité peut être calculée à partir de la pression, de la température et du volume du gaz en utilisant l'équation des gaz parfaits.

5. **Mesure par ultrasons** : Cette méthode utilise la vitesse du son à travers un matériau pour déterminer sa densité. En mesurant le temps que prend un signal ultrasonore pour se propager à travers un échantillon, on peut calculer la densité du matériau.

6. **Mesure de la densité optique** : Certains instruments utilisent la variation de la transmission ou de la réflexion de la lumière à travers un matériau pour déterminer la densité. Cette méthode est souvent utilisée dans l'industrie alimentaire et pharmaceutique.

Remarque :

Il est important de noter que la précision des mesures de densité dépend de la méthode utilisée et des conditions expérimentales. Chaque méthode a ses avantages et ses limitations, et le choix de la méthode dépend du type de matériau que vous mesurez et de la précision requise.

4. Facteurs Influant sur la Densité

Les facteurs qui influent sur la densité volumique d'un matériau peuvent varier en fonction de la nature du matériau. Voici quelques-uns des principaux facteurs qui peuvent influencer la densité :

1. Température
2. Pression
3. Composition Chimique
4. La nature des phases
5. Impuretés
6. Pression Atmosphérique
7. Niveau d'Humidité

II. 2. Indice de Réfraction

Le changement de direction qu'un rayon lumineux subit en passant d'un milieu optique à un autre est appelé réfraction. Ce changement est le résultat d'une modification de la vitesse de propagation à partir du point où le rayon lumineux incident frappe l'interface, également connu sous le nom de point d'incidence. Il est possible de comparer le phénomène de réfraction à la chute d'un nageur dans de l'eau après un plongeon. Effectivement, au moment où il se heurte au plan d'eau, sa vitesse diminue soudainement. En fait, la lumière ne pénètre pas complètement dans le second milieu pour être réfractée, mais une partie subit la réflexion. Il est présumé qu'il n'y a pas de réception. Sous certaines conditions que nous détaillerons plus tard, la lumière peut

1. Définition de L'indice de Réfraction :

La vitesse de propagation de la lumière dans un milieu est définie par son indice n . L'indice n d'un milieu est défini par le rapport entre la vitesse de la lumière dans le vide, notée c , et celle mesurée dans ce milieu, notée v , pour une onde monochromatique de longueur d'onde λ à température et pression fixées.

$$n = c / v.$$

L'indice diminue lorsque la température augmente ou la longueur d'onde augmente. La pression a un impact moins important que la température sur l'indice de réfraction des liquides, donc elle est rarement mentionnée.

Tableau1. Quelques valeurs d'indice de réfraction de liquide et solide à la longueur de référence de 589 nm et à la température de 20°C

Milieu	n_D^{20}
Eau	1,333
Acétone	1,359
Toluène	1,497
Diamant	2,418
Sel gemme NaC	1,544
Verres	1,5 à 2

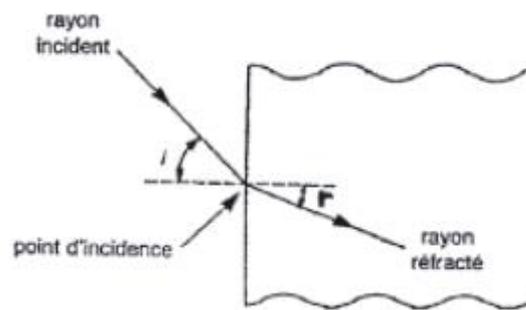
II. 1 .2. Réfractométrie

1. Définitions

La réfractométrie permet la mesure de l'indice de réfraction d'un milieu qui permet :

- D'identifier une espèce chimique.
- De déterminer la composition d'un mélange.

On appelle réfraction le changement de direction que subit un rayon lumineux en passant d'un milieu optique donné à un autre, Ce changement est dû à une modification de la vitesse de propagation à partir du point, appelé point d'incidence, où le rayon lumineux incident frappe l'interface.



2. Description d'un réfractomètre

Le terme de réfractomètre est principalement utilisé pour nommer des appareils qui permettent de déterminer l'indice de réfraction d'un liquide, bien qu'il existe également des instruments qui permettent la détermination de l'indice de réfraction d'un solide. Les réfractomètres les plus largement répandus d'Abbe et de Pulfrich mesurent l'angle de réfraction i_2 d'un rayon lumineux qui est relié à l'angle d'incidence i_1 .

L'appareil se compose :

- D'un prisme mobile d'éclairage P' + lampe de Na.
- D'un prisme réfractométrique P fixe sur lequel on dépose une goutte du liquide dont on veut déterminer l'indice de réfraction n.
- De deux oculaires O et O', celui du bas (O) permet de pointer la ligne de séparation des deux zones claire et obscure, celui du haut (O') permet la lecture de l'échelle des indices. Ces deux oculaires sont munis de système de lentilles dont le réglage permet une vision nette pour chaque utilisateur.
- D'un dispositif permettant l'éclairage de l'échelle des indices.
- D'un bouton M permettant d'amener la limite de séparation dans le réticule de l'oculaire O. Il se situe à droite du réfractomètre lorsqu'on place l'œil dans l'un des oculaires.
- D'un bouton M' faisant tourner le système compensateur, série de prismes compensateurs, de déterminer l'indice de réfraction équivalent à la raie u sodium et de supprimer les colorations que peut présenter la limite de

séparation entre la plage sombre et la plage claire. Ce bouton M' se situe à gauche du réfractomètre lorsqu'on place son oeil dans l'un des oculaires.

- D'un thermomètre pour repérer la température lors de la mesure de l'indice de réfraction ;
- D'un système de régulation de la température

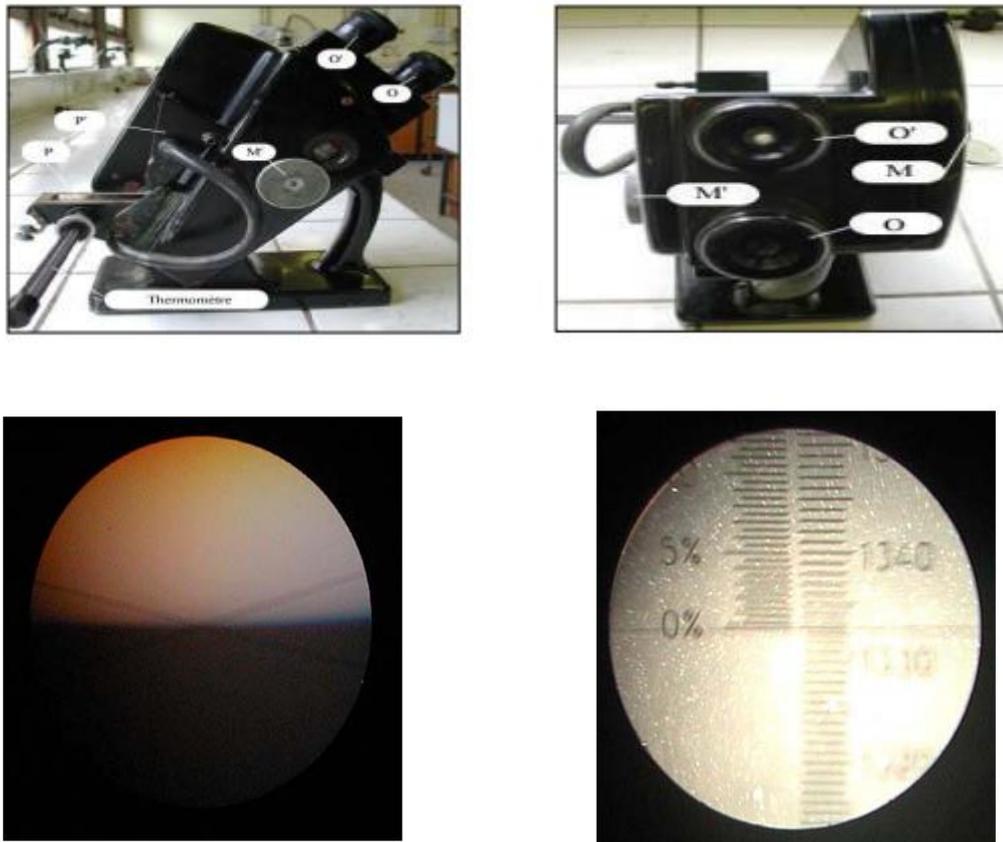


Figure 1. Description d'un réfractomètre et son mode de fonctionnement

3 .Mise en œuvre expérimentale

3. 1. Précautions

- Ne pas toucher les parties optiques avec les doigts
- Ne pas rayer les prismes : le liquide est déposé délicatement avec une pipette pasteur et les prismes nettoyés avec du coton, du tissu doux ou du papier fin imbibés d'éthanol.
- L'échantillon ne doit pas contenir de particules solides.

3. 2. Mesure

Diriger les prismes vers une source lumineuse

- Mettre en marche le système de régulation de température
- Soulever le prisme mobile et déposer une ou deux gouttes de liquide

sur la surface du prisme fixe

- Rabattre doucement le prisme mobile
- Observer au travers de l'oculaire et utiliser une première molette (M)

pour obtenir un bon contraste entre une zone claire correspondant aux rayons réfractés et une zone sombre correspondant à l'absence de rayons réfractés.

- Ensuite avec la deuxième molette (M'), amener la limite de séparation au centre du réticule.