

I. QUESTION de COURS SUBLIMATION D'UN CORPS PUR

Définition, diagramme d'équilibre.

Chaleur latente de sublimation L_s : définition, établir une expression de L_s (relation de Clapeyron).

Application numérique :

Sur la plaque chauffante d'une enceinte à lyophiliser est étendu 100 g d'une préparation sous forme d'un gel comportant 98 % en poids d'eau libre. La température est -5°C . Calculer l'ordre de grandeur de la quantité de chaleur Q à fournir par l'intermédiaire de la plaque chauffante pour lyophiliser totalement à -5°C la préparation.

Données :

Masse molaire de l'eau : 18 g

Constante des gaz parfaits : $R = 8,31 \text{ J.K}^{-1}.\text{mole}^{-1}$

Volume massique de la glace : $1,09.10^{-3} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$

Pression de vapeur de la glace :

à $t = 0^\circ\text{C}$, 610,8 Pa

à $t = -5^\circ\text{C}$, 401,7 Pa

à $t = -10^\circ\text{C}$, 260,0 Pa

II. PROBLÈME

Un endoscope est un appareil d'optique utilisé en investigation paraclinique permettant l'observation, sous faible grossissement, de cavités et de conduits naturels : appareils digestif, respiratoire.

Le tube de l'endoscope comporte un objectif, un système optique transportant l'image objective et un oculaire.

La lumière nécessaire à l'observation est conduite jusqu'à l'objet par un guide de lumière parallèle au tube endoscopique.

Ce problème comprend deux parties, indépendantes pour l'essentiel.

Conventions pour l'ensemble du problème :

L'axe optique est orienté dans le sens de propagation de la lumière (de gauche à droite). Les objets et images perpendiculaires à l'axe optique sont mesurés algébriquement sur l'axe orienté vers le haut de la page.

Les angles des rayons avec l'axe principal sont évalués algébriquement avec la convention habituelle (sens trigonométrique).

Exemples

Les conditions de l'approximation de Gauss sont supposées remplies.

1. OBJECTIF ET OCULAIRE

1° On assimile l'objectif à une lentille mince convergente L_1 , de distance focale $f'_1 = 10 \text{ mm}$. L'objet AB assimilé à un segment de droite perpendiculaire à l'axe optique (A sur l'axe) est placé, pour les conditions standard d'utilisation, à 50 mm devant le centre optique O_1 de L_1 .

Déterminer par la position de l'image donnée par l'objectif. Calculer le grandissement.

2° L'image A'B' est observée à travers un oculaire assimilé à une lentille mince convergente L_2 de centre O_2 , de distance focale image.

a. Pour un œil normal effectuant une observation sans accommodation (observation à travers l'instrument d'une image située à l'infini), indiquer la place du foyer objet F_2 de l'oculaire.

b. Calculer le grossissement commercial G_c de l'appareil défini par

α étant l'angle sous lequel serait vu directement par l'œil l'objet AB placé à 250 mm; α' l'angle, sous lequel est vu, à travers l'instrument, l'objet placé comme indiqué au paragraphe 1°.

3° On admet que l'observateur, par la faculté d'accommodation de son œil perçoit nettes les images situées de l'infini à 250 mm. Les positions respectives de l'oculaire et de l'objectif n'étant pas modifiées, dans quel intervalle de l'observateur a-t-il une perception nette de l'objet AB? Calculer la latitude de mise au point ou profondeur de champ.

1. TRANSPORT DE L'IMAGE DONNÉE PAR L'OBJECTIF.

Pour allonger la distance entre l'objet et l'oculaire, on intercale une association de lentilles entre l'objectif et l'oculaire.

1° a. L'image A'B' fournie par l'objectif est reprise par une lentille mince convergente de centre S_1 , de distance focale image $f' = S_1\phi'_1$, placée à une distance derrière A'.

Déterminer la position de l'image $A'_1B'_1$, sa grandeur, le grandissement. On posera.

b. On utilise une série de p lentilles identiques à la précédente, de centres $S_1, S_2, \dots, S_n, S_{n+1}, \dots, S_p$, équidistants. L'image obtenue après passage de la lumière à travers l'objectif et les n premières lentilles est notée $A'_n B'_n$, $n \in \{1, 2, \dots, p\}$.

Quelles sont les valeurs de p qui permettent une observation sans inversion à travers l'instrument ?

Faire un schéma indiquant la marche d'un rayon quelconque passant par B'_{n-1}, B'_n, B'_{n+1} . On note u_{n-1} l'angle avec l'axe principal d'un rayon passant par B'_{n-1} .

Calculer l'angle u_n que fait ce rayon avec l'axe principal après traversée de la lentille de centre S_n , en fonction de u_{n-1} , et f .

En déduire l'angle u_p du rayon sortant du système des p lentilles et qui provient de B' où il faisait l'angle u_0 avec l'axe principal, en fonction de p, u_0 et f .

c. Les lentilles ont le même diamètre. L'objet AB est également lumineux pour tous ses points entre A et B . Quelles conclusions vous suggèrent les résultats précédents, quant à la perception par l'oeil de l'image de AB ?

2° On remplace le dispositif précédent par une série de $2p$ lentilles convergentes identiques, de distance focale f , telles que le foyer image de l'une soit confondu avec le foyer objet de la suivante. Le foyer objet ϕ_1 de la première lentille est placé en A' . On note $A'_1 B'_1$ l'image de $A'B'$ donnée par les deux premières lentilles.

a. Quelle est la position de $A'_1 B'_1$? Quelle est la mesure algébrique de cette image en fonction de ?

b. Faire un schéma donnant la marche d'au moins 3 rayons passant par B' , allant en B'_1 et traversant les deux premières lentilles.

c. Soient u_0 l'angle avec l'axe principal que fait un rayon quelconque en passant par B' , u_1 l'angle que fait ce rayon avec l'axe en passant par B'_1 . Exprimer u_1 en fonction de u_0 .

d. Quel est l'angle u_p à la sortie du système, en B'_p , de ce rayon ?

e. Les conclusions du 2.1° c. sont elles modifiées ?

f. On utilise 34 lentilles semblables ($p = 17$) de distance focale $f = 15$ mm. Sur quelle longueur est transportée l'image par cette association ? Y a-t-il une inversion dans l'observation à travers l'appareil ?

g. En fait, une lentille ne laisse passer qu'une "fraction T de la lumière" (à cause principalement des réflexions secondaires sur les surfaces air verre).

Pour une lentille ordinaire $T = 0,900$. Quelle fraction de la lumière est effectivement transportée par ces 34 lentilles ?

Même question pour des lentilles ayant reçu un traitement antireflet multicouches, avec $T = 0,996$.