DEVOIR À LA MAISON 1

Consignes de rédaction

- Indiquez votre nom sur toutes les copies et numérotez toutes les pages.
- Mettez les résultats en **valeur**.
- Faîtes des **schémas** et justifiez vos réponses par un **raisonnement** !

Exercice 1. Cuisson d'un œuf

Un œuf est composé de trois parties :

- une coquille très mince ;
- le blanc d'œuf constituant les deux tiers de l'œuf. C'est un liquide composé à environ 90% d'eau et 10% de protéines, sels minéraux et vitamines ;
- le jaune d'œuf est composé à moitié d'eau, de 15% de protéines et de 30% de lipides.

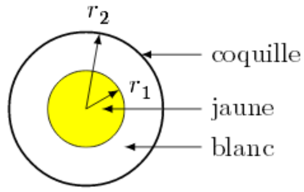


Figure Structure interne d'un œuf

Lors de la cuisson (type œuf dur) les protéines se déroulent partiellement et se lient pour former un réseau qui piège l'eau : c'est un gel. Pour déterminer le temps de cuisson, on peut procéder par analyse dimensionnelle. On modélise un œuf comme un ensemble de deux sphères concentriques de rayons r_1 et r_2 limitant le jaune et le blanc (cf. figure ci-dessus).

Afin de simplifier l'étude, on néglige l'influence de la coquille et on considère l'intérieur de l'œuf comme homogène et ayant les propriétés thermodynamiques de l'eau : masse volumique μ, capacité thermique massique c et conductivité thermique λ.

On note Δt la durée nécessaire pour atteindre la cuisson désirée de l'œuf. Cette durée dépend des caractéristiques de l'œuf et s'écrit $\Delta t = A\mu^a c^b r_2^{\,c} \lambda^d$ où A est une constante sans dimension.

Par définition, $c = \dfrac{du}{dT}$ avec $u = \dfrac{U}{m}$, où U représente l'énergie interne de l'œuf, m sa masse, et T la température. La loi de Fourier (diffusion thermique) relie la conductivité thermique λ au vecteur densité de flux thermique $\overrightarrow{j_{th}}$ (homogène à une puissance par unité de surface) et au gradient de la température $\overrightarrow{grad}(T)$ (homogène à une température par unité de longueur) : $\overrightarrow{j_{th}} = -\lambda \cdot \overrightarrow{grad}(T)$.

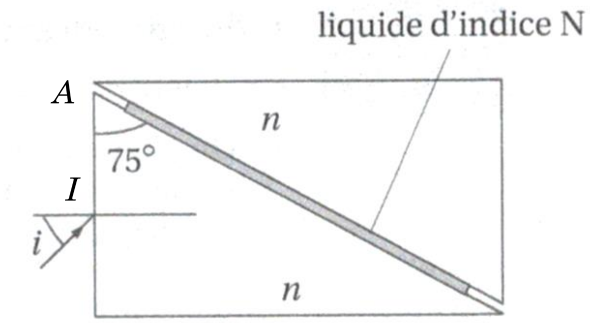
1. Déterminer la dimension de la capacité thermique massique c.
2. Déterminer la dimension de la conductivité thermique λ.
3. Déterminer les valeurs des coefficients a, b, c et d et en déduire l'expression de Δt.

Exercice 2. Réfractomètre d'Abbe

Un rayon lumineux issu d'un milieu d'indice n avec un angle d'incidence i arrive sur un milieu d'indice n'.

1. Peut-il y avoir réflexion totale si $n < n'$? Justifier.
2. On se place dans le cas où la réflexion totale est possible. Déterminer l'expression de l'angle d'incidence critique i_C en fonction de n et n'.

On considère le réfractomètre d'Abbe constitué de deux prismes rectangles identiques dont l'un des angles est $A = 75,0°$. Ces prismes sont taillés dans un matériau d'indice n et accolés le long de leur hypoténuse. On introduit un liquide d'indice N entre les deux hypoténuses. L'ensemble du réfractomètre est placé dans l'air dont l'indice est égal à celui du vide.



3. Sur la FIGURE 1 en **ANNEXE (<u>à rendre avec la copie</u>)**, tracer le trajet d'un rayon lumineux émergeant sur la face opposée à celle sur laquelle il est entré (faire des tracés clairs !).
4. Sur la FIGURE 2 en **ANNEXE (<u>à rendre avec la copie</u>)**, tracer le trajet d'un rayon subissant une réflexion totale au niveau du liquide.
5. Déterminer la condition sur l'angle d'incidence i pour qu'il y ait réflexion totale au niveau du liquide (condition à exprimer en fonction de n, N et $\hat{A}$).
6. En déduire que la mesure de l'angle critique i_C permet de déterminer l'indice du liquide.
7. Pour un dispositif pour lequel $n = 1,658$ et en insérant du cyclohexane dans le réfractomètre, on mesure $i_C = 26,6°$. En déduire l'indice N du cyclohexane.

ANNEXE (à rendre avec la copie)

NOM :

Exercice 2. – Questions 3 et 4

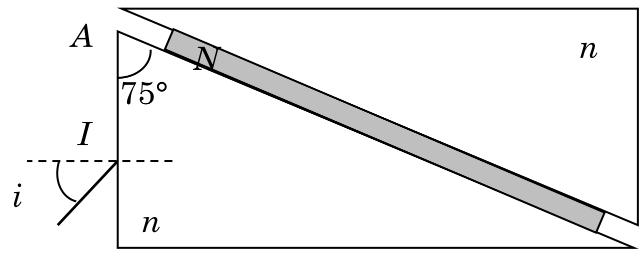


FIGURE 1 : Tracé du rayon émergeant sur la face opposée

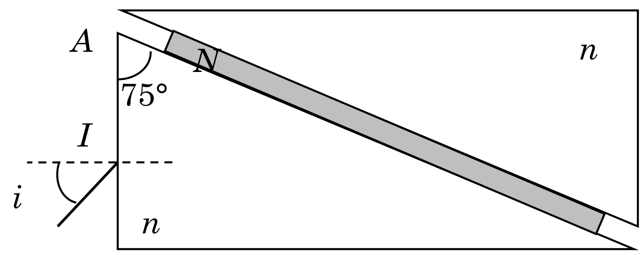


FIGURE 2 : Tracé du rayon subissant une réflexion totale