

L'objet de ce problème est l'étude de 2 caractéristiques du p-Xylène. La pureté du p-Xylène sera déterminée par réfractométrie (partie 1) et sa chaleur de combustion par une analyse calorimétrique (partie 2). Les parties 1 et 2 sont indépendantes.

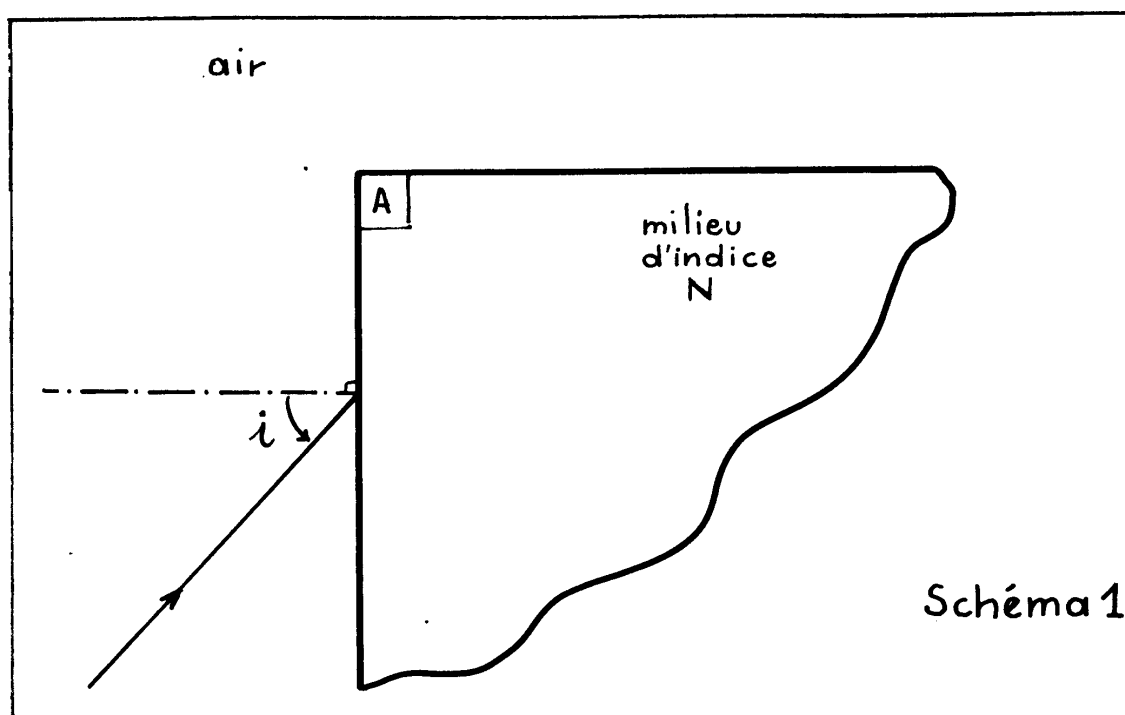
PARTIE 1 : Mesure de l'indice de réfraction

1) Etude de la déviation d'une lumière monochromatique par un prisme placé dans l'air:

Soit un prisme en verre, d'indice N pour une longueur d'onde λ , d'angle au sommet A .

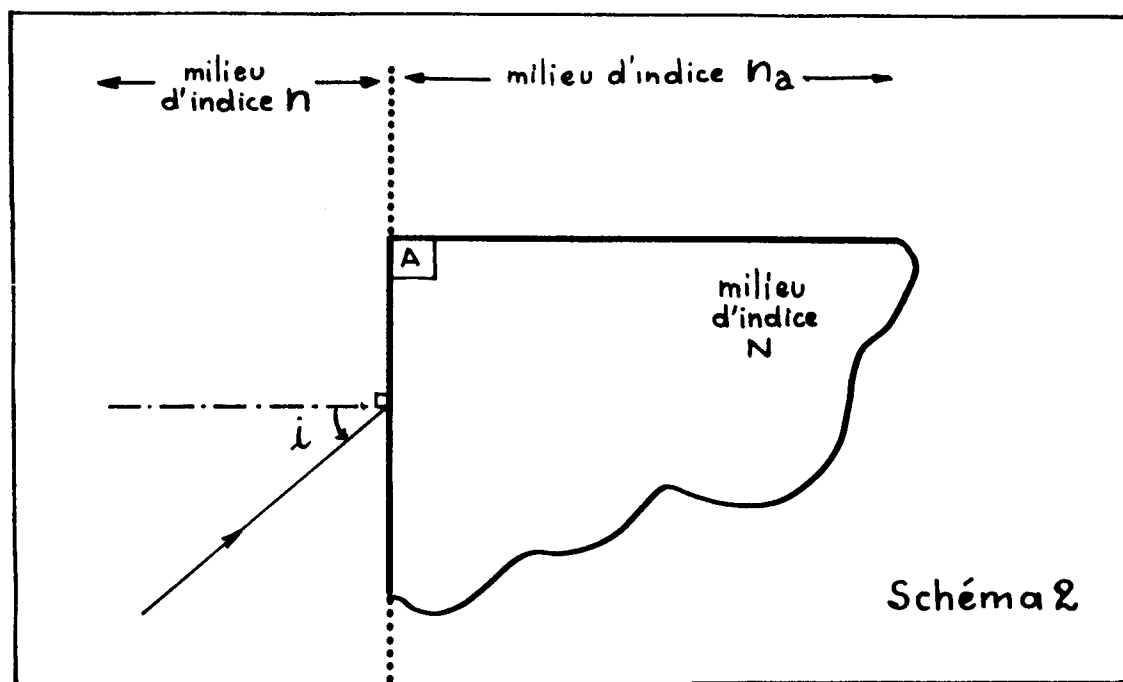
Tracer la marche d'un rayon lumineux monochromatique dans le plan de section principale pour un angle $A = 90^\circ$. On précisera nettement sur le schéma l'orientation choisie pour les angles.

On désignera par i , r , r' , i' les angles successifs formés par le rayon lumineux avec les normales aux faces du prisme. (Schéma 1)



2) La face d'entrée du prisme baigne dans un milieu d'indice n ($n < N$) tandis que la face de sortie baigne dans un milieu d'indice n_a . On fait varier l'angle d'incidence i .

2.1. Pour quelle valeur de i aura-t-on réfraction limite sur la face d'entrée du prisme ?



Tracer, sur le schéma 2 (en reproduisant ce schéma sur votre copie) la marche d'un rayon représentant cette position limite, l'angle r correspondant est appelé r_l .

2.2. En déduire la relation liant $\sin r_l$, à N et n .

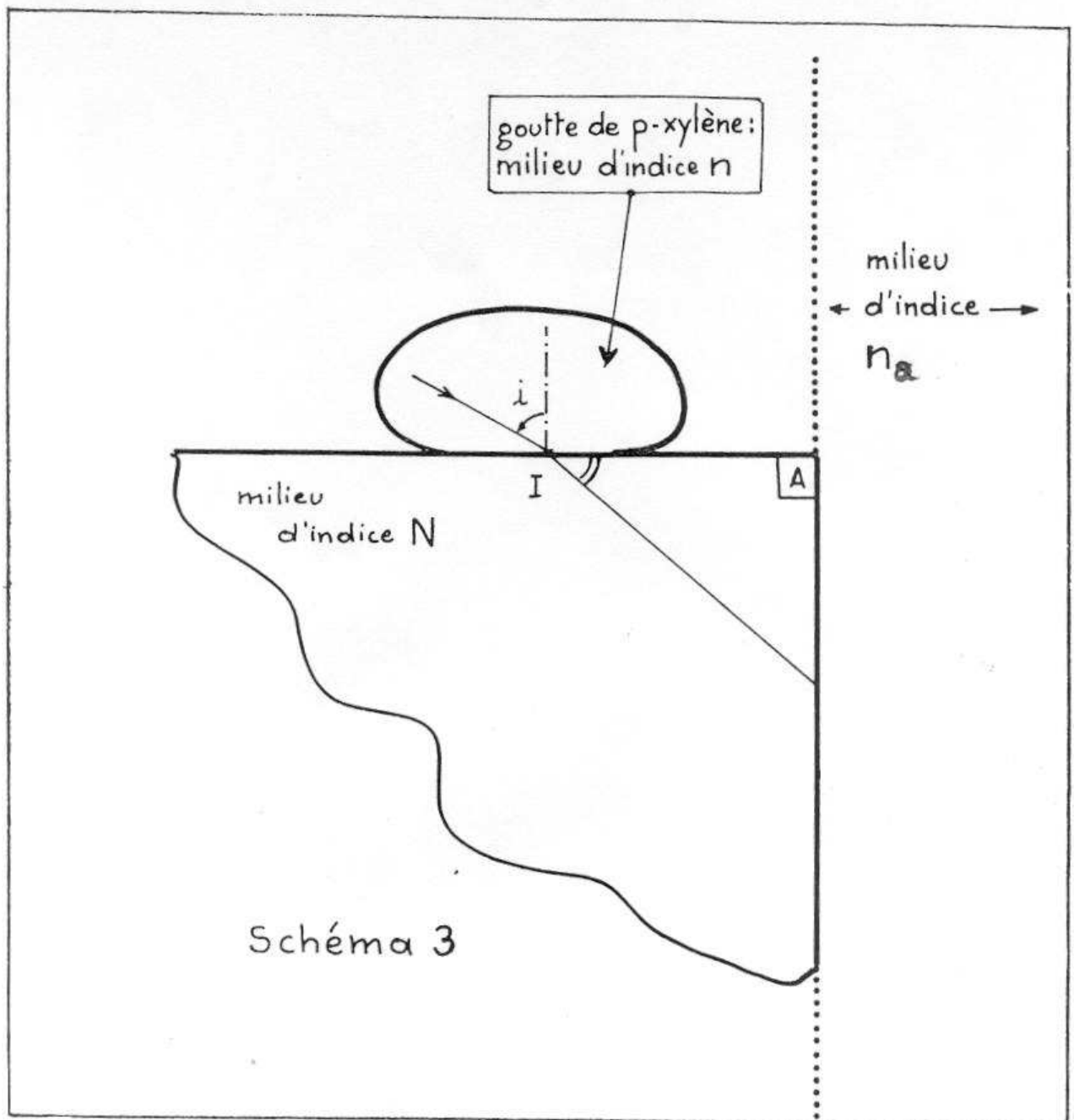
2.3. Montrer que l'on peut alors écrire: $n_a \sin i'_l = N \cdot \cos r_l$.

2.4. En déduire l'expression $n = (N^2 - n_a^2 \cdot \sin^2 i'_l)^{1/2}$

3) Réfractomètre de Pulfrich :

Une goutte de p-xylène, d'indice n , est posée sur la face d'entrée du prisme ; la face de sortie du prisme baigne dans l'air, d'indice n_a .

L'angle d'incidence i est choisi pour qu'en sortie, on se situe à la limite entre "la plage sombre et la plage lumineuse". Donner cette valeur particulière de i et les valeurs de r et r' correspondantes. Les conditions du 2.1 sont-elles remplies ? Calculer n . On justifiera la séparation entre "plage sombre et plage lumineuse" en traçant la marche de plusieurs rayons incidents qui convergent en I. (Schéma 3)



Données: $N = 1,6480$ (pour la raie D du sodium)

$n_a = 1,0003$

$i_l = 43^\circ 45'$

- 4) La sensibilité de l'appareil est telle que deux produits pourront être différenciés, par mesure de l'indice, à condition que la variation de l'angle i_l entre les deux mesures soit au moins égale à une minute d'angle: $\Delta i_l = 1'$.

Il s'agit de savoir si l'appareil pourra différencier l'o-xylène et le m-xylène du p-xylène d'indices respectifs n_o , n_m et n .

4.1. Pour cela, vous exprimerez Δn , la variation de l'indice de réfraction, en fonction de Δi_1 .

4.2. Calculer Δn . Peut-on différencier les 3 produits ? $n_o = 1,5053$ $n_m = 1,4972$

L'objet de ce problème est l'étude de 2 caractéristiques du p-Xylène. La pureté du p-Xylène sera déterminée par réfractométrie (partie 1) et sa chaleur de combustion par une analyse calorimétrique (partie 2). Les parties 1 et 2 sont indépendantes.

PARTIE 2: Chaleur de combustion :

La chaleur de combustion sera déterminée à l'aide d'une "bombe calorimétrique" dans laquelle la substance est brûlée dans une atmosphère d'oxygène comprimée.

La réaction est totale et s'opère à volume constant ; la mise à feu est réalisée par l'intermédiaire d'un fil en fer et d'une mèche en fulmicoton reliés à 2 électrodes de mise à feu.

La bombe se compose d'un seau calorimétrique clos dans lequel se fera la combustion, ce seau est plongé dans un calorimètre contenant de l'eau.

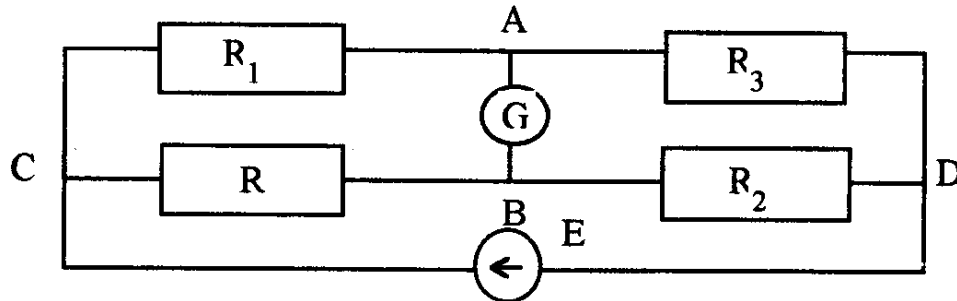
Ce système constitue une bombe calorimétrique adiabatique.

La température sera repérée grâce à une thermistance plongeant dans l'eau du calorimètre. Cette thermistance constitue une des branches d'un pont de Wheatstone.

1) Etude du pont de Wheatstone :

On considère le pont de Wheatstone représenté ci-dessous :

le générateur a une f.é.m. E et une résistance interne négligeable.



Le pont est équilibré si l'intensité i_G passant dans le galvanomètre est nulle.

G est un galvanomètre détecteur de zéro.

R_1 est une résistance variable.

R_2 et R_3 sont deux résistances invariantes : $R_2 = 100 \, \Omega$; $R_3 = 10 \, \Omega$

R est la résistance de la thermistance.

- Montrer qu'à l'équilibre du pont, on peut écrire : $R = R_1 \cdot R_2 / R_3$.
- En déduire les valeurs R_0 et R_T de la résistance de la thermistance pour les températures T_0 et T connaissant R_1 :
à T_0 ; $R_1 = 1\,380 \, \Omega$
à T ; $R_1 = 630 \, \Omega$
- Pour cette thermistance on peut relier la résistance R à la température absolue par une expression de la forme :

$$R_T = R_0 e^{B(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0})} \text{ avec } B = 3\,590 \text{ K}$$

Sachant que $T_0 = 293 \text{ K}$. Calculer T .

2) Chaleur de combustion :

La température initiale est $T_0 = 293 \text{ K}$; la mise à feu étant faite, la température se stabilise à $T = 313 \text{ K}$ pour une masse $m = 3 \text{ g}$ de p-xylène.

On tiendra compte, au cours de la réaction, des chaleurs parasites de combustion du système de mise à feu :

fil de fer	$m_p = 0,5 \text{ g}$	$Q_1 = - 418 \text{ J.g}^{-1}$
mèche de fulmicoton	$m_c = 30 \text{ mg}$	$Q_2 = - 16 \text{ J.mg}^{-1}$

La masse d'eau placée dans le calorimètre est $m_e = 1500 \text{ g}$ de capacité thermique massique $c_e = 4,18 \text{ J.K}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$.

Le calorimètre a une capacité thermique $C = 209 \text{ J.K}^{-1}$.

- Ecrire le premier principe de la thermodynamique pour le système «bombe calorimétrique » que l'on définira.
En déduire l'expression de la chaleur de combustion Q du p-xylène en fonction des différentes chaleurs mises en jeu.
- Calculer la chaleur de combustion du p-xylène en kJ.g^{-1} . Les corrections dues au système de mise à feu sont-elles pertinentes ?