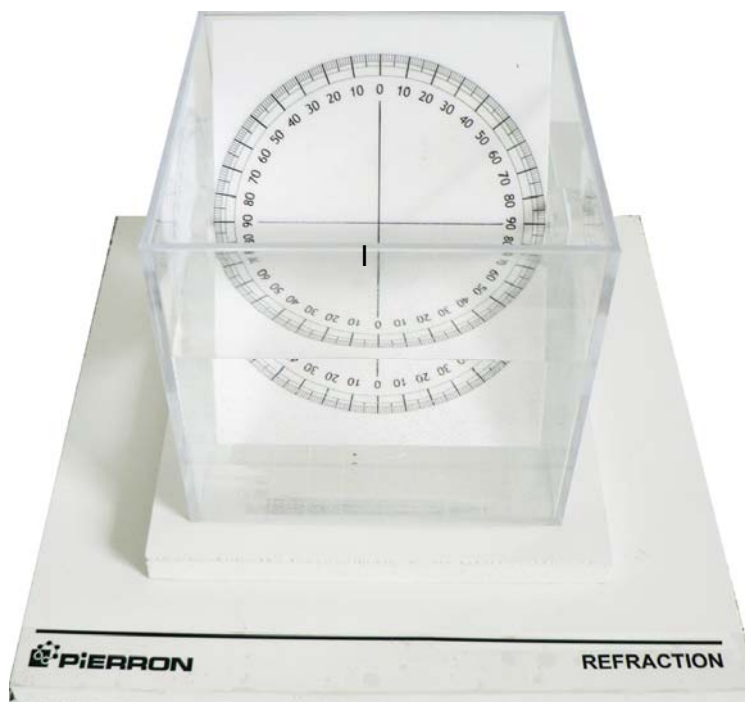


Notice

Réfraction de la lumière

Réf. 00597



Présentation

1. Introduction

Cette maquette se démarque des dispositifs existants en ce sens qu'elle permet de mettre en évidence, par l'expérience, **directement et simultanément les deux lois de la réfraction**, à savoir :

- montrer que **le rayon réfracté est dans le plan d'incidence**
- mesurer l'angle d'incidence et l'angle de réfraction afin de retrouver la relation :

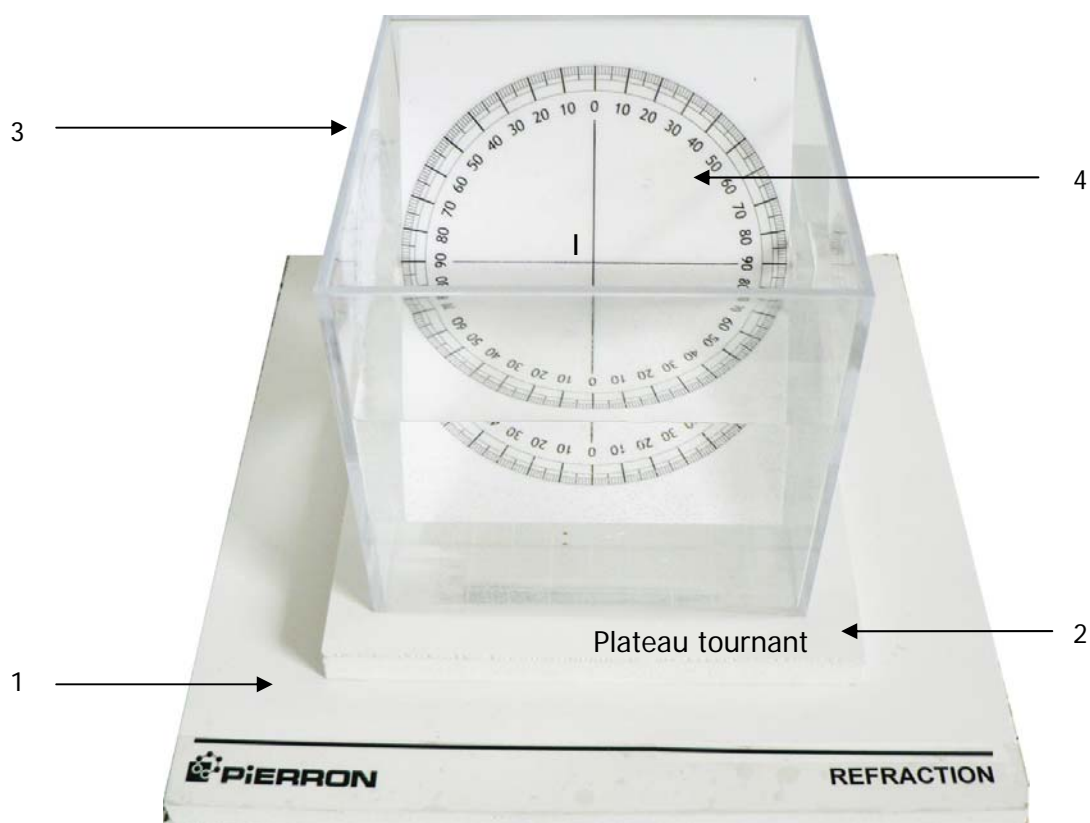
$$n_1 \sin \hat{i}_1 = n_2 \sin \hat{i}_2$$

On vérifie ainsi que le rapport $\sin \hat{i}_1 / \sin \hat{i}_2$ est égal à une constante qui est ici l'indice de réfraction de l'eau.

2. Contenu de l'emballage

- Une maquette
- Une notice

Présentation



(1) : Socle sur 4 patins antidérapants

(3) : Cuve transparente solidaire du plateau (2), munie d'un rapporteur vertical, sur la face latérale gauche

(2) : Plateau tournant horizontalement

(4) : Plaque (P), munie d'un rapporteur, mobile verticalement

Montage

- ✓ La maquette est immédiatement prête à l'emploi.
- ✓ S'assurer que l'axe de la plaque (P) est bien en butée dans son logement.

Utilisation

1. Protocole expérimental

1.1. Matériel nécessaire

- Maquette Réfraction : réf. 00597
- Laser orientable sur un support (non fournis)
- De l'eau pour remplir la cuve (3)

1.2. Principe de l'expérience

- Il s'agit de mettre en évidence **directement en une expérience** les deux lois de la réfraction, en prenant l'exemple de la réfraction air-eau.

- La première de ces deux lois est habituellement la plus délicate à montrer expérimentalement :

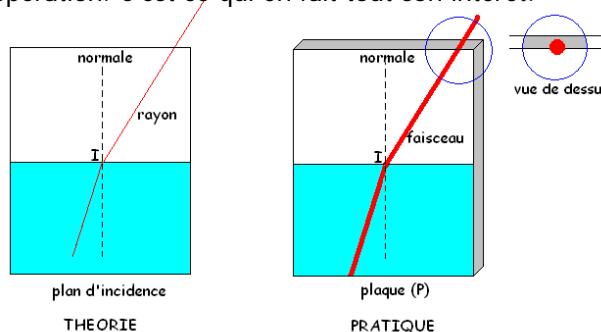
le rayon réfracté est dans le plan d'incidence.

(On propose parfois dans la littérature une expérience relativement lourde et délicate à mettre en œuvre utilisant un ensemble de fils à plomb pour matérialiser le plan d'incidence.)

Le dispositif présenté ici facilite grandement cette opération. C'est ce qui en fait tout son intérêt.

Ainsi, dans l'expérience, on matérialise :

- * le rayon lumineux (droite, sans épaisseur au sens mathématique du terme) à l'aide d'un faisceau laser suffisamment étroit pour pouvoir être assimilé à un rayon lumineux ;
- * le plan d'incidence à l'aide d'une plaque (P) de faible épaisseur : une de ses faces joue le rôle de plan (P).



Par suite, la plaque (P) doit être positionnée de façon à faire une coupe des faisceaux incident et réfracté. Etant donné que ces faisceaux sont très étroits (assimilables à des rayons), la manipulation demande minutie et précision.

- La deuxième de ces deux lois se traduit par la relation : $n_1 \sin \hat{i}_1 = n_2 \sin \hat{i}_2$. Elle est alors aisément abordée grâce au rapporteur dont est munie la plaque (P).
- Ce dispositif se démarque ainsi par le fait que l'on matérialise le plan d'incidence (P) dans lequel se retrouvent les rayons lumineux incident et réfracté. Par ailleurs, il permet une approche pédagogique, originale, structurée qui s'appuie sur l'expérience :
 - on réalise la réfraction d'un rayon lumineux passant de l'air dans l'eau
 - on définit et on matérialise le plan d'incidence (P) :
 - plan perpendiculaire à la surface de séparation des deux milieux
 - qui contient le rayon incident
 - on constate alors que le rayon réfracté est dans le plan d'incidence (**1^{ère} loi**)
 - on mesure l'angle d'incidence et l'angle de réfraction pour induire la relation : $n_1 \sin \hat{i}_1 = n_2 \sin \hat{i}_2$, ce qui induit la **2^{ème} loi**.

1.3. Préparatifs

- Le laser produisant un faisceau suffisamment lumineux, on peut manipuler en lumière ambiante à condition que la luminosité de la salle soit convenable : le rayon réfracté étant physiquement moins lumineux. On accentuera évidemment le contraste en atténuant à souhait la lumière ambiante.
- On pose la maquette sur un plan de travail horizontal.
- On remplit la cuve (3) avec de l'eau jusqu'à affleurer l'axe 90° - 90° du rapporteur de la plaque (4).
- On met en place le laser, monté sur un support, de façon à pouvoir l'orienter dans la direction voulue.

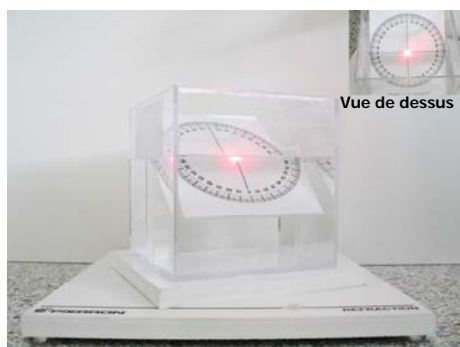
2. Mode opératoire

2.1. Déroulement

- La manipulation requiert de précision et minutie mais ne présente pas de difficulté particulière.
- *Il convient de veiller à ce que le socle (1) de la maquette reste immobile durant toute l'expérience ; ce qui est facilité par les patins antidérapants du socle.*
- Etape 1 :
 - Incliner la plaque (P) de façon quelconque (par exemple de 50° vers l'arrière).
 - Orienter le plateau tournant (2), donc la cuve, de façon quelconque (par exemple, face avant tournée de 30° dans le sens antihoraire).
 - Diriger le laser de façon à obtenir un spot (2 mm² environ) au centre I du rapporteur de la plaque (P). Le point I constitue ainsi le point d'incidence.

- Etape 2 :
 - Ramener la plaque (P) en position verticale en utilisant le rapporteur vertical de la cuve : 0° d'inclinaison. Elle est alors perpendiculaire à la surface de séparation air-eau.
- Etape 3 :
 - Faire tourner le plateau (2), donc la cuve, de façon à ce que l'on voit apparaître le rayon incident dans le plan (P), face avant de la plaque.
(P) constitue alors le plan d'incidence : plan perpendiculaire à la surface de séparation air-eau qui contient le rayon incident. Le rayon réfracté apparaît simultanément dans le plan (P) qui est alors le plan d'incidence.

Des imperfections expérimentales peuvent amener à affiner les réglages (voir § 2.3.)
- Etape 4 :
 - Mesurer, par simple lecture sur le rapporteur (4), l'angle d'incidence et l'angle de réfraction.

Etape 1Etape 2Etapes 3-4

2.2. Observations et conclusions

- En fin de manipulation :
On peut vérifier que le plan (P) est vertical grâce au rapporteur placé sur la cuve : l'arête de la plaque (P) est en face du 0° .
(P) étant vertical, la surface de l'eau étant horizontale, (P) est donc perpendiculaire à la surface de séparation air-eau. De plus, le rayon incident appartient au plan (P).
Donc, (P) correspond au plan d'incidence.

On observe que le rayon réfracté est dans le plan (P).

Donc, le rayon réfracté est dans le plan d'incidence (P) : 1^{ère} loi de la réfraction.

- La mesure de l'angle d'incidence (i_1) et de l'angle de réfraction (i_2) permet d'induire la relation :

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$$

On peut alors exploiter une série de mesures, de façons diverses (graphe, calcul de rapport...) et montrer par exemple que : $\sin i_1 / \sin i_2 = \text{constante}$. D'où la deuxième loi de la réfraction.

* Dans l'exemple photographié, on obtient :

$$n_{\text{eau}} = \sin 36^\circ / \sin 27^\circ = 1,3$$

ce qui correspond, à moins de 3% près, à la valeur de l'indice de réfraction de l'eau (1,33).

2.3. Remarques

Les imperfections expérimentales (notamment : cuve pas parfaitement horizontale ; plan (P) pas parfaitement vertical ; niveau de l'eau imprécis...) peuvent amener à affiner les réglages.

Lorsque le rayon incident est dans le plan (P), l'épaisseur du rayon doit être la plus uniforme possible. Si ce n'est pas le cas, cela signifie que le plan (P) n'est pas parfaitement positionné. Il convient alors de modifier très légèrement :

- l'orientation de la cuve, dans un sens ou dans l'autre ;
- ou/et
- l'inclinaison du plan (P), dans un sens ou dans l'autre.