TP-U02,1 Réfraction faite…

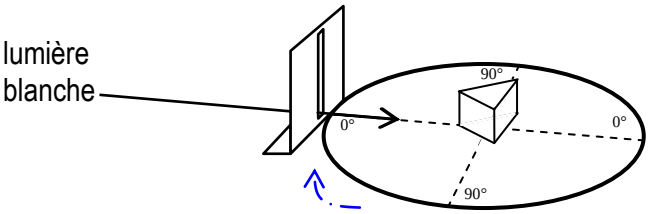
Objectif : Observer et comprendre le phénomène de réfraction de la lumière à la traversée de la surface de séparation de deux milieux transparents différents et le modéliser mathématiquement.

Compétences : Suivre un protocole en respectant une suite de consignes, savoir utiliser les appareils de mesure (REA) - Interpréter les résultats, Interpréter un résultat pour conclure sur la validité d'une hypothèse (VAL)

1. L'expérience de Newton

générateur 6/12V – lampe à incandescence 12V - fente - disque gradué - prisme

- Relier le générateur en 12 V = à la source lumineuse .
- Placer le dispositif de telle façon que le rayon lumineux se confonde avec l'axe "0°- 0°" du disque gradué.



- Placer le prisme au centre du disque gradué.
- Allumer la source lumineuse.
- Faire tourner le disque progressivement en observant la lumière ayant traversé le prisme à l'aide d'une feuille de papier comme écran.

1.1. Décrire le phénomène observé.

- Placer un filtre vert puis un filtre rouge devant la fente

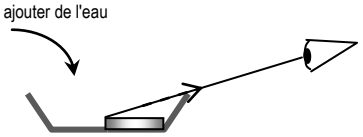
1.2. Quelle est la couleur la plus déviée ?

1.3. Conclure à propos du phénomène de réfraction et des longueurs d'onde des radiations lumineuses.

2. Des illusions d'optique

2.1. Pièce magique

- Placer une pièce dans une coupelle métallique, contre le bord et l'éloigner de façon à ne plus voir la pièce. Ajouter progressivement de l'eau et observer sans bouger.



2.1.1. Que constate-t-on ?

2.1.2. La pièce a-t-elle bougé ?

2.1.3. Proposer une explication

2.2. La paille brisée

- Placer une paille dans un verre. Remplir progressivement d'eau le verre et observer.

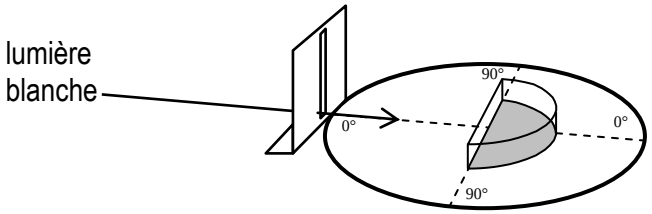
2.2.1. Quelle est l'impression visuelle concernant la paille ?

2.2.2. Que peut-on dire de la lumière provenant de la partie immergée de la paille ?

3. Chercher la loi

3.1. Mise en place du dispositif

générateur 6/12V - lampe à incandescence 12V - fente - disque gradué - ½ cylindre en Plexiglas



- Placer le disque sur le support.
  Relier le générateur en 12 V = à la source lumineuse .
  Placer le dispositif de telle façon que le rayon lumineux se confonde avec l'axe "0°- 0°" du disque gradué.
  Placer le ½ cylindre en Plexiglas à plat sur le disque gradué comme indiqué sur la figure (sa surface plane constituant le dioptre coïncide avec l'axe "90°- 90°").
  Vérifier que le rayon obtenu suit bien l'axe "0°- 0°" avant et <u>après</u> le ½ cylindre, régler si nécessaire.

Faire vérifier par le professeur

- *Faire tourner le disque gradué de façon à observer 3 rayons lumineux : incident, réfracté et réfléchi.*

3.1. Compléter le schéma de la fiche réponses en situant le **rayon réfracté (ou transmis) – rayon incident – normale – angle d'incidence (i) – angle de réfraction (t) – dioptre – rayon réfléchi – angle de réflexion (r).**

3.2. Modélisation mathématique du phénomène de réfraction

Depuis longtemps des scientifiques ont recherché s'ils pouvaient trouver une relation mathématique entre les angles d'incidence **i** et de réfraction **t**.

Robert Grosseteste (maître d'études à l'université d'Oxford, 1168-1253) fut l'un des pionniers de la méthode expérimentale moderne en affirmant que l'expérimentation était le meilleur moyen d'étudier la réflexion et la réfraction de la lumière. La loi de la réfraction qu'il avait proposée est que l'angle de réfraction est égal à la moitié de l'angle d'incidence.

Johannes Kepler (physicien allemand, 1571-1630) proposa une relation de proportionnalité entre les angles d'incidence et de réfraction pour des valeurs d'angles petites.

René Descartes (philosophe et savant français, 1596-1650) énonce une loi en 1637, qui repose sur des résultats expérimentaux. Elle fait intervenir les **sinus des angles i et t**.

- Mesurer l'angle de réfraction t pour différentes valeurs de i et compléter le tableau de la fiche bilan.

3.2.1. L'hypothèse de Grosseteste résiste-t-elle longtemps à l'expérience ?

- Mesurer la plus grande valeur possible que peut prendre l'angle de réfraction.

3.2.2. Noter la valeur de l'angle de réfraction maximal ?

Pour vérifier les hypothèses de Kepler et Descartes, on utilise le fichier Excel : loi_réfraction, onglet « Plexiglas ».

- Saisir les premières valeurs de r et i et observer le graphique obtenu.

*3.2.3. **i** et **t** sont-ils proportionnels ? Justifier.*

3.2.4. Pour quelle valeur maximale de l'angle d'incidence la proportionnalité vue par Kepler est-elle respectée ?

- Terminer la saisie des mesures réalisées et utiliser le bouton sinus. Observer le graphique obtenu.

*3.2.5. sin **i** et **sin t** sont-ils proportionnels ? Justifier.*

- Ajouter une courbe de tendance par un clic droit sur un des points du graphique en choisissant le modèle approprié. Dans l'onglet options, faire couper l'axe des x à 0 et afficher l'équation.

3.2.6. Quelle est la valeur de coefficient de proportionnalité ?

La loi de Descartes exprime cette proportionnalité.
Le coefficient de proportionnalité est défini comme étant l'**indice de réfraction du milieu transparent**, ici noté $\mathbf{n_{Plex}}$.

3.2.7. Quel est la valeur de l'indice de réfraction du milieu transparent constitué par du Plexiglas ?

3.2.8. Par quelle relation mathématique peut-on alors déterminer $\mathbf{n_{Plex}}$?

Lorsqu'un **rayon incident**, se propageant dans un milieu transparent ❶ d'indice de réfraction $\mathbf{n_1}$, vient frapper la surface de séparation (ou dioptre) avec un milieu transparent ❷ d'indice de réfraction $\mathbf{n_2}$ la relation entre les angles d'incidence et de réfraction s'écrit : $\mathbf{n_1 \times \sin i_1 = n_2 \times \sin i_2}$

Rappel : l'indice de réfraction de l'air est : $n_{air} = 1{,}00$

3.2.9. Ecrire la loi de Descartes dans les conditions de l'expérience en remplaçant les indices de réfraction par leur valeur.

Pour les plus rapides :

4. Un peu de réflexion

- Placer le dispositif de telle façon que le rayon lumineux se confonde avec l'axe "0°- 0°" du disque gradué en passant le dioptre dans le sens Plexiglas® - Air.

4.1. Dans cette situation, définir les milieux 1 et 2.

4.2. Ecrire la loi de Descartes dans les conditions de l'expérience en remplaçant les indices de réfraction par leur valeur.

- A l'aide du dispositif expérimental, réaliser t pour différentes valeurs de i et chercher l'angle limite au-delà duquel il n'y a plus qu'un phénomène de réflexion totale. Utiliser le fichier Excel : loi_réfraction, onglet « Réflexion totale »

4.3. Noter l'angle limite.

4.4. Expliquer pourquoi le rayon réfracté ne peut pas exister au delà de cet angle limite.

Aide : le sinus d'un angle ne peut pas être supérieur à 1.

5. Et les mirages ?

- Découvrir comment se forment les mirages : http://tatullisab.free.fr/laboratoire/1_Secondes/2_Univers/2_Les%20etoiles/3_Animation/mirages.swf

5. Quels sont les phénomènes physiques permettant d'expliquer la formation des mirages.