

Eau magique

Âge: 4-99

Description: Cette activité démontrera les phénomènes de réflexion totale interne, réflexion, réfraction et d'angle critique de la lumière.

Matériel

- Feuille de papier rigide (carton) ou feuille de plastique, imprimé d'une photo de poisson ou d'une bonhomme sourire, par exemple. Les feuilles ne doivent pas être flexibles afin de rester stables lorsque submergées dans l'eau.
- Sac de plastique ou sac Ziploc sont recommandés
- Marqueur résistant à l'eau
- Eau (du robinet, propre)
- Contenant pour l'eau.

Mise en contexte

La réflexion est le changement brusque de la direction de propagation d'une onde lorsqu'elle frappe une frontière entre deux milieux. Une partie de l'onde incidente demeure dans le même milieu de départ. Supposons que l'onde incidente arrive avec un angle θ_i par rapport à la normale du plan à la frontière entre deux milieux. L'onde réfléchie aura alors un angle θ_r par rapport à cette normale, tout en demeurant dans le même plan que l'onde incidente et la normale.

Loi de la réflexion : $\theta_i = \theta_r$

La réfraction est le changement de direction de propagation d'une onde lorsqu'elle passe d'un milieu à un autre, ayant respectivement des indices de réfraction n_i et n_t , provoqué par un changement de vitesse de l'onde. Les ondes lumineuses sont donc réfractées lorsqu'elles passent d'un milieu transparent à un autre puisque la vitesse de la lumière est différente dans chaque milieu. Supposons que l'onde incidente arrive avec un angle θ_i par rapport à la normale du plan à la frontière entre deux milieux. L'onde réfractée aura alors un angle θ_t par rapport à cette normale, tout en demeurant dans le même plan que l'onde incidente et la normale.

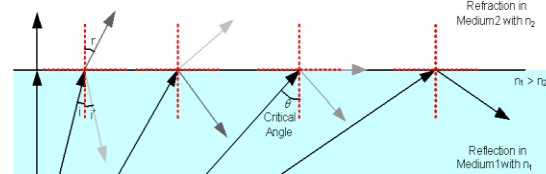
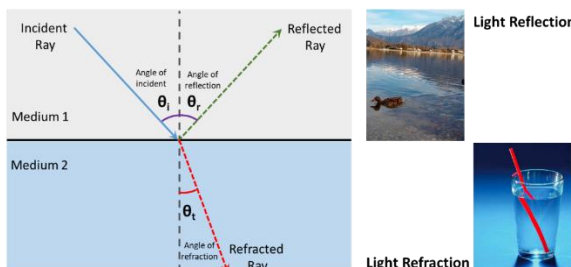
Loi de Snell-Descartes (ou loi de la réfraction) : $n_i \sin \theta_i = n_t \sin \theta_t$

Réflexion totale interne

Lorsque la lumière quitte un milieu d'indice n_1 et entre dans un milieu d'indice $n_2 < n_1$, l'angle de réfraction θ_t sera plus grand que l'angle d'incidence θ_i . Le rayon réfracté sera alors plus incliné vers la surface entre les deux milieux. Plus l'angle d'incidence augmente, plus l'angle de réfraction augmentera jusqu'à atteindre 90° , au-delà duquel la loi Snell-Descartes requiert que $\sin \theta_2 > 1$. L'onde incidente est alors presque totalement réfléchie (de l'ordre de 99.9999%) à l'intérieur du milieu, menant au phénomène de réflexion totale interne. Afin d'obtenir l'angle critique $\theta_c = \theta_1$ pour au-delà duquel l'onde incidente est en conditions de réflexion totale interne, il suffit de mettre $\sin \theta_2 = 1$ dans la loi de Snell-Descartes.

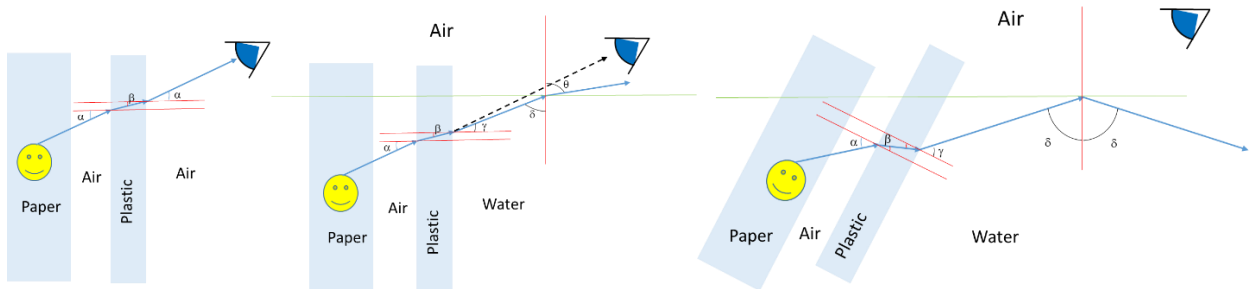
Cela nous donne la formule pour trouver l'angle critique θ_c

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \quad \sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1}$$



http://macao.communications.museum/eng/exhibition/seondfloor/MoreInfo/2_8_4_TotalInternalReflection.html

Lorsque l'on plonge le sac de plastique dans l'eau, les rayons réfléchis sur l'image de la feuille sont défléchis dû aux différents changements de milieux plastique-eau-air ($n_{\text{plastique}} > n_{\text{eau}} > n_{\text{air}}$), les empêchant d'entrer dans l'œil dans l'observateur. Si l'on se rapproche de la surface de l'eau, il est possible de réapercevoir l'image puisque nous sommes en mesure réintercepter les rayons. Cependant, si l'on tourne le sac de plastique dans l'eau, nous perdons encore l'image de vue. Cela est dû au fait que les faisceaux s'approchent de l'interface eau-air avec un angle d'incidence excédant l'angle critique, ce qui produit une réflexion totale interne. Si l'on tourne encore davantage le sac de plastique, nous perdons également de vue les dessins à l'extérieur du sac car ces rayons excèdent également l'angle critique.



Activité guidée

1. Prenez la feuille de papier rigide ou de plastique avec la photo (dans cet exemple nous avons utilisé ici un poisson et un bonhomme sourire).
2. Mettez le papier à l'intérieur du sac.
3. Si l'image sur la feuille est un bonhomme sourire, alors dessinez les bords de l'image. Si l'image est un poisson, il est plutôt recommandé de dessiner son squelette.



4. Plongez le sac de plastique (avec la feuille à l'intérieur) dans le contenant rempli d'eau sous différents angles.



Amorcer la réflexion

Utilisez ces questions pour aider les élèves à débiter leur réflexion.

1. **Quels sont les indices de réfraction de l'air, l'eau et le sac de plastique?**
 $n_{\text{air}}=1$, $n_{\text{eau}}=1.33$, $n_{\text{plastique}}=1.49$
2. **Pourquoi l'image sur le papier n'est plus visible sous un certain angle?**
 Lorsque l'on insère le sac de plastique dans l'eau, les rayons réfléchis sur l'image changent de directions dues aux interfaces plastique-eau-air et ne peuvent plus rejoindre l'œil.
3. **Pourquoi voit-on l'image seulement à partir du sac de plastique?**
 Nous voyons l'image du sac de plastique car les rayons réfléchis par le plastique traversent seulement l'interface eau-air et peuvent toujours rejoindre l'œil.