



ECE : Détermination de l'indice de réfraction de l'eau

Objectifs :

- Déterminer l'indice de l'eau

ANA

REA

VAL

20

Compétences travaillées (capacités et attitudes) :

- **ANA** : proposer une stratégie (protocole expérimental) pour répondre à un problème posé.
- **REA** : réaliser un dispositif expérimental ; maîtriser certains gestes techniques.
- **VAL** : exploiter des mesures.

CONTEXTE :

« Un arc-en-ciel est un phénomène optique produit par la réfraction, la réflexion et la dispersion des radiations colorées composant la lumière blanche du Soleil par les gouttelettes d'humidité présentes dans l'atmosphère. [...]

L'arc-en-ciel est provoqué par la dispersion de la lumière du soleil par des gouttes de pluie approximativement sphériques. La lumière est d'abord réfractée en pénétrant la surface de la goutte, subit ensuite une réflexion partielle à l'arrière de cette goutte et est réfractée à nouveau en sortant. »

D'après Wikipedia



DOCUMENTS A VOTRE DISPOSITION :

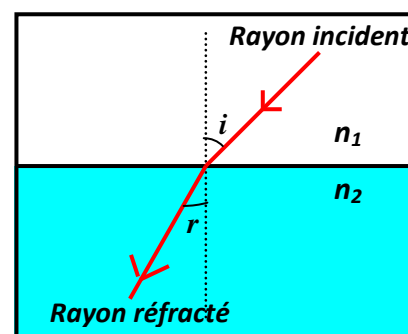
Document 1 : La réfraction

Lorsqu'un rayon lumineux incident se propageant dans un milieu d'indice n_1 rencontre un milieu d'indice n_2 , il subit un brusque changement de direction : on dit qu'il est réfracté.

L'angle d'incidence i est défini comme étant l'angle formé par la perpendiculaire à la surface (appelée normale) et le rayon incident.

L'angle de réfraction r est défini comme étant l'angle formé par la perpendiculaire à la surface et le rayon réfracté.

Dans ce cas la relation liant l'angle d'incidence i et l'angle de réfraction r est : $n_1 \times \sin i = n_2 \times \sin r$ (loi de Snell-Descartes).



Document 2 : L'indice de réfraction d'un milieu

Il est noté n et défini comme le rapport de la vitesse de propagation de la lumière dans le vide et la vitesse de propagation de la lumière dans le milieu considéré. Il est toujours supérieur ou égal à 1.

La vitesse de la lumière dans l'air étant sensiblement égale à celle dans le vide, on peut considérer que l'indice de réfraction de l'air est égal à 1.

Document 3 : Calculer le sinus d'un angle avec un tableur

Dans un tableur, les angles doivent être exprimés en radians et non en degrés pour pouvoir utiliser les fonctions trigonométriques sinus, cosinus et tangentes.

Pour convertir un angle en radians, il faut utiliser la formule `=B1*pi()/180` où B1 est l'adresse de la cellule contenant la valeur de l'angle en degrés.

Ensuite, pour calculer le sinus de l'angle, il suffit d'utiliser la formule `=SIN(B3)` où B3 est l'adresse de la cellule contenant la valeur de l'angle en radians.

VOTRE MISSION : REPONDRE AUX QUESTIONS

1. Un rayon de lumière provenant du Soleil arrive sur une goutte d'eau d'indice de réfraction n_{eau} et subit une réfraction. Donner l'expression de la loi de Snell-Descartes pour cette réfraction.

.....

APPEL N°1	Appelez le professeur pour lui montrer votre réponse ou en cas de difficulté.
------------------	--

2. A l'aide du matériel mis à votre disposition, proposez le protocole expérimental permettant de déterminer **avec précision** l'indice de réfraction n_{eau} de l'eau.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

APPEL N°2	Appelez le professeur pour lui présenter votre protocole ou en cas de difficulté.
------------------	--

3. Réalisez votre protocole expérimental et reportez vos résultats dans une feuille de calcul au format Open Office.

APPEL N°3	Appelez le professeur pour lui présenter une mesure ou en cas de difficulté.
------------------	---

4. D'après la loi de Descartes, $\sin i$ et $\sin r$ sont proportionnels. Exploitez vos mesures pour le vérifier. Indiquez la méthode utilisée.

.....
.....
.....

5. En déduire la valeur de n_{eau} . Indiquez les étapes de votre démarche.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

APPEL N°4	Appelez le professeur pour lui présenter votre exploitation ou en cas de difficulté.
------------------	---

REPÈRES POUR L'ÉVALUATION

L'élève est en situation d'évaluation, le professeur ne doit pas fournir d'explicitation des erreurs ni de la démarche à conduire. Ses interventions sont précises, elles servent de relance pour faire réagir l'élève ou bien pour lui permettre d'avancer pour être évalué sur d'autres compétences.

Les erreurs détectées par le professeur en continu ou lors d'un appel sont forcément suivies d'un questionnement ou d'un apport de solution par le biais d'une fiche (ou par une intervention orale) si ces erreurs conduisent l'élève à une impasse. Les fiches de solutions partielles fournies ne constituent pas une liste exhaustive.

- Dans chaque domaine de compétence évalué, si l'élève répond aux attentes, le niveau obtenu pour la compétence ANA est le **niveau A**.
- Si certains points du protocole sont flous ou absents, le professeur utilisera des questions ouvertes pour que le candidat précise ces points. Si le candidat parvient à apporter seul les réponses nécessaires, le niveau acquis pour ANA reste le **niveau A**.
- Si malgré le questionnement ouvert de l'examineur, le protocole est toujours incomplet, l'examineur fournit au candidat une solution partielle adaptée en fonction des besoins du candidat. Le niveau acquis est alors le **niveau B** si le candidat utilise une solution. On aura recours à deux solutions partielles si la première se révèle insuffisante. Si le candidat a recours aux deux fiches, alors le niveau acquis sera le **niveau C**.
- Si, malgré ces aides ponctuelles, l'élève n'a pas été en mesure de proposer un protocole, une solution totale lui sera fournie et le niveau obtenu sera le **niveau D**.

Analyse du problème (3 aides « papier » possibles)

Les critères retenus pour l'évaluation de la compétence ANALYSER sont les suivants :

Proposer une stratégie pour répondre à la problématique (protocole expérimental) et utiliser un modèle.

Lors de l'appel n°1, le professeur évalue la capacité de l'élève à utiliser le modèle de la réfraction.

Lors de l'appel 2, l'élève doit être capable de proposer un protocole expérimental pertinent. Il doit être capable de :

- Indiquer qu'il faut remplir l'hémicylindre d'eau ;
- Faire arriver un rayon de lumière sur l'hémicylindre ;
- Repérer les angles i et r et les mesurer pour plusieurs valeurs de i ;
- Reporter les valeurs dans un tableau pour une exploitation ultérieure.

Réalisation du protocole proposé (aides à l'oral)

Les critères retenus pour l'évaluation de la compétence REALISER sont les suivants :

Suivre un protocole ; utiliser le matériel de manière adaptée ; effectuer des mesures avec précision.

Lors de l'appel n°3, le professeur attend de la part de l'élève :

- qu'il réalise le dispositif expérimental proposé ;
- qu'il repère correctement les angles i et r ;
- qu'il réalise une mesure précise ;
- qu'il reporte ses résultats dans un tableau.

Validation (2 aides « papier » possibles)

Le critère retenu pour l'évaluation de la compétence VALIDER est le suivant : *Exploiter des mesures.*

Lors de l'appel n°4, le professeur attend de la part du candidat qu'il soit capable de :

- vérifier la proportionnalité (par le calcul, par une méthode graphique) ;
- exploiter les mesures pour déduire l'indice de réfraction (calcul de moyenne, insertion de courbe de tendance).

SOLUTIONS PARTIELLES ET TOTALES

Solution partielle 1 (ANA) : je ne sais pas appliquer la loi de Descartes !

- Que vaut l'indice de réfraction de l'air ?
- Sachant qu'on note n_{eau} celui de l'eau, identifier l'indice correspondant à n_1 dans la loi citée dans le document 1, ainsi que celui correspondant à n_2 .
- Appliquer la loi.

Solution partielle 2 (ANA) : je ne sais pas quel protocole proposer !

Rappelez-vous du montage du TP précédent : comment pourriez-vous l'adapter pour répondre à la question posée ?

Solution partielle 3 (ANA) : je ne sais pas comment exploiter mes mesures !

A partir de la relation de Descartes, exprimez l'indice de réfraction de l'eau en fonction des grandeurs mesurées et utilisez ensuite le tableur pour faire le calcul.

Solution totale (ANA)

- Remplir l'hémicylindre d'eau. Le positionner correctement sur le plateau tournant.
- Faire arriver un rayon de lumière sur la face plane de l'hémicylindre pour un angle i non nul.
- Repérer les angles i et r et les mesurer pour plusieurs valeurs de i .
- Entrer les valeurs dans un tableur et exploiter les mesures.

Solution partielle 1 (VAL) : comment vérifier la proportionnalité des deux grandeurs ?

Deux méthodes sont possibles :

- vérifier qu'il existe un coefficient de proportionnalité entre les deux grandeurs ;
- montrer que la représentation graphique de l'une en fonction de l'autre est une droite passant par l'origine.

Solution partielle 2 (VAL) : comment exploiter les mesures ?

Calculer le coefficient de proportionnalité (ou déterminer le coefficient directeur de la droite).

Solution totale (VAL)

Calculer dans une nouvelle cellule $\frac{\sin(i)}{\sin(r)}$. Faire la moyenne des valeurs obtenues.

GRILLE D'ÉVALUATION

ECE	TITRE	Seconde : Détermination de l'indice de réfraction de l'eau																
		Nom :				Nom :				Nom :				Nom :				
		Prénom :				Prénom :				Prénom :				Prénom :				
compétence	Coefficient	Niveau validé				Niveau validé				Niveau validé				Niveau du domaine de compétences				
		A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	
S'approprier	0																	
Analyser	2																	
Réaliser	2																	
Valider	2																	
Communiquer	0																	
Note	/ 20	NON EVALUE				NON EVALUE				NON EVALUE				NON EVALUE				
Pondération des niveaux		somme des coeff . niveau				somme des coeff . niveau				somme des coeff . niveau				somme des coeff . niveau				
kA =	2	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	
kB =	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
kC =	-1																	
kD =	-2																	
		NON EVALUE				NON EVALUE				NON EVALUE				NON EVALUE				
Somme coef =	6																	
Amplitude k =	4																	