## *2nde Physique. Chap.OS1.* Activité OS1.1 : Fibre optique

Questions ou remarques : jean-yves.le-pifre@ac-lille.fr

Activité documentaire avec expériences professeur

1. Durée : 45min à 1h

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Capacités du chapitre disciplinaire** |  |  |
| Exploiter les lois de Snell-Descartes pour la réflexion et la réfraction |  |  |
| Citer la valeur de la vitesse de la lumière dans le vide ou dans l’air et la comparer à d’autres valeurs de vitesses couramment rencontrées. |  |  |

1. Place de l’activité dans la progression :

### - Cette activité introduit le chapitre sur la lumière : notion de réfraction et réflexion, 1ère loi de Snell-Descartes, vitesse de la lumière, indice de réfraction (juste abordé à la fin de l’activité)

- **Elle réinvestit les savoir-faire sur des notions déjà mises en place (chiffres significatifs, ordre de grandeurs) et qui ne sont a priori pas encore acquis (=> notions rappelées dans la correction)**

- Les compétences S’APPROPRIER et REALISER sont donc travaillées (capacités indiquées par des étiquettes dans l’énoncé)

Capsule confinement Covid-19 : faire la synthèse en classe avec les élèves lors de la réouverture du lycée

**Autre utilisation possible de la capsule : en approfondissement des notions déjà vues sur la réfraction**

Dire alors aux élèves qu’ils peuvent accélérer le passage vidéo sur le document 1 (part2(docs et exp)) et les expériences qui l’accompagnent

### Matériel : (confinement covid19 : expérience de remplacement en photos dans la 2e vidéo (part2(docs et exp)) de la capsule élève)

**2nde Physique. Activité OS1.1**  : Fibre optique

Matériel professeur :

Vidéoprojecteur

Montage vertical aimanté réfraction avec hémicylindre gradué et laser multi-faisceaux

Fontaine lumineuse (bouteille + laser sur support) + bassine + éponge + support élévateur + chiffon ou sopalin

Verre + crayon ; webcam

**Ressource à prévoir :**

**Diaporama OS11** (confinement covid19 : inclus dans la 1ère vidéo (part1(intro)) de la capsule élève)

## Salle de classeUtilisateur*2nde Physique. ChapOS1.* Activité (doc) OS1.1 : La fibre optique = cahier de recherche / = poly

JY LE PIFRE

1. *Objectifs : identifier la réflexion et la réfraction lumineuse ; utiliser la vitesse de la lumière.*

*Constat et problématique : (voir le diaporama professeur)*

|  |  |
| --- | --- |
| ***Document 1 (+ expérience prof.) : réfraction et réflexion*** | Livres  Capacité : niv **1**  Trier des infos  ***Expérience professeur :***   * ***réflexion et réfraction*** * ***réflexion totale***   ***Document 2 : fontaines lumineuses***  *(Voir le diaporama professeur)* |

|  |
| --- |
| **Document 3 : guidage de la lumière dans une fibre optique**  *Une* ***fibre optique*** *est un cylindre en verre (silice) très fin qui a la propriété de guider la lumière. La fibre optique à saut d’indice est constituée d'un cœur transparent en silice entouré d'une gaine d’un matériau similaire mais d’****indice de réfraction*** *(caractéristique optique du milieu) légèrement plus bas.*  *Lorsqu'un* ***rayon lumineux incident*** *(1) (schéma 2 ci-dessous) entre dans une fibre optique à une extrémité, il est d’abord* ***réfracté****, c’est-à-dire qu’il pénètre dans la fibre en changeant de direction (2), tandis qu’une petite partie (3) peut être aussi* ***réfléchie*** *sur la face d’entrée. Avec un angle de réfraction (et donc d’incidence) adéquat sur la face d’entrée, le rayon entrant est entièrement* ***réfléchi*** *à l'interface entre le cœur et la gaine (4). Il est alors confiné dans le cœur, se propageant en zigzag par de multiples* ***réflexions totales*** *jusqu'à l'autre extrémité de la fibre.*  *Le guidage par fibre optique est utilisé dans de nombreuses applications, comme les fibroscopes et les télécommunications terrestres et océaniques (réseau internet) : elle permet de transmettre des données sur* ***500km*** *en* ***5,0ms****, soit à* ***1/3 de la célérité (= vitesse de propagation) de la lumière dans le vide****.* |



***Schéma 1 : Schéma 2 : réfraction et réflexion dans une fibre optique***

*Air Cœur*

*Gaine*

***fibre optique*** (3)

(2) (4)

(source :

Wikipedia)

(1)

|  |  |
| --- | --- |
| ***Document 4 : Expérience historique du guidage de la lumière + expérience prof.***  *La première expérimentation de la* ***réflexion totale*** *interne de la lumière fut faite par les physiciens français J-D Colladon et J. Babinet à Paris au début des années 1840. À l´époque, l'idée de courber la trajectoire de la lumière, de quelque façon que ce soit, était révolutionnaire puisque les scientifiques considéraient que la* ***lumière voyageait uniquement en ligne droite****. Leur expérience consistait à guider la lumière dans un jet d'eau déversé d'un trou à la base d'un réservoir. En injectant de la lumière dans ce jet, celle-ci suivait bien la courbure du jet d'eau, démontrant ainsi qu'elle pouvait être déviée de sa trajectoire rectiligne (principe est à la base de la* ***fibre optique****). De nos jours, les* ***fontaines lumineuses (doc.2)*** *sont utilisées comme objets de décorations.* |  |

a) Quelles sont les principales utilisations des fibres optiques ? \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

b) Dans une fontaine lumineuse (doc.2 et doc.4) :

Quel milieu joue le même rôle que le cœur d’une fibre optique ? \_\_\_\_\_\_\_\_\_ … que la gaine ? \_\_\_\_\_\_\_\_\_

eau

air

Dessiner le trajet d’un rayon lumineux dans un filet d’eau schématisé ci-contre :

c) Sur le schéma 2, repérer à l’aide des documents 1 et 3 :

- les ***angles d’incidence i0 , de réfraction*** ***r0 et de réflexion i0’*** sur la face d’entrée de la fibre

- les ***angles d’incidence i et de réflexion*** ***i’*** sur l’interface cœur-gaine.

*Répondre au verso :*

d) En supposant que les relais d’amplification et les réflexions internes doublent le temps de transmission, donner une valeur à 1 chiffre significatif de la vitesse **v** de propagation de la lumière dans la silice (en km/s).

e) Déterminer par ailleurs la vitesse **c** de propagation de la lumière dans le vide. La comparer en odg à la vitesse v’ d’un avion à réaction (103km/h).



Capacité : niv **2-3**

Effectuer (odg, A.N.)

f) En déduire la valeur (à 2 C.S.) de l’indice **n** de réfraction de la silice, défini par **n = c/v**.

Réponses

a) Quelles sont les principales utilisations des fibres optiques ? médicales (fibroscopes), télécom (réseau internet)

(cf. 1er chapitre de SNT)

b) Dans l’expérience du document 4 :

Quel milieu joue le même rôle que le cœur d’une fibre optique ? l’eau … que la gaine ? l’air

eau

air

Dessiner le trajet d’un rayon lumineux dans un filet d’eau schématisé ci-contre :

c) Sur le schéma 2, repérer à l’aide des documents 1 et 3 :

- les ***angles d’incidence i0 , de réfraction*** ***r0 et de réflexion i0’*** sur la face d’entrée de la fibre

- les ***angles d’incidence i et de réflexion*** ***i’*** sur l’interface cœur-gaine.



***Schéma 1 : Schéma 2 : réfraction et réflexion dans une fibre optique***

*Air Cœur*

*Gaine*

***fibre optique*** (3)

**i0’** (2) **i** (4)

(source :  **r0 i’**

Wikipedia) **i0**

(1)

*Répondre au verso :*

d) En supposant que les relais d’amplification et les réflexions internes doublent le temps de transmission, donner une valeur à 1 chiffre significatif de la vitesse **v** de propagation de la lumière dans la silice (en km/s).

Doc.3 : le cœur de la fibre optique est en silice et la lumière s’y propage en parcourant 500km en 5,0ms mais la durée de propagation est doublée par les relais et les réflexions dans le cœur de la fibre donc en fait dans la silice la lumière peut se propager en ligne droite sur d=500km en Δt=2,5ms donc avec une vitesse de propagation



Capacité : niv **2**

Effectuer (A.N. +C.S.)

v ≈ d/ Δt = 500km /2,5ms = (5,00.102 km)/(2,5. 10-3s) = 2,0. 102+3 km/s

soit v = 2.105 km/s avec 1 seul C.S. (car cette détermination de v est grossière)

e) Déterminer par ailleurs la vitesse **c** de propagation de la lumière dans le vide. La comparer en odg à la vitesse d’un avion à réaction (103km/h).



Capacité : niv.**3**

Effectuer (odg, A.N.)

- Doc.3 : on sait que 500km parcourus en 5,0ms correspond à 1/3 de la vitesse de la lumière dans le vide, donc

c = 3x 500km/5,0ms = 3x(5,00.102 km)/(5,0. 10-3s) donc c= 3,0.105 km/s

- Avion à réaction : v’=103 km/h = 103km / (3600s) = 103km /(3,6.103s) = (1/3,6) km/s

donc odg(c/v’) = 106 (soit 1 million !)

f) En déduire la valeur de l’indice **n** de réfraction de la silice, défini par **n = c/v**.

n = c/v = 3,0.105 / 2.105 (sans unité) = 3,0/2

d’où n = 1,5 si on garde 2 C.S. (mais normalement on ne devrait en garder qu’un seul)