

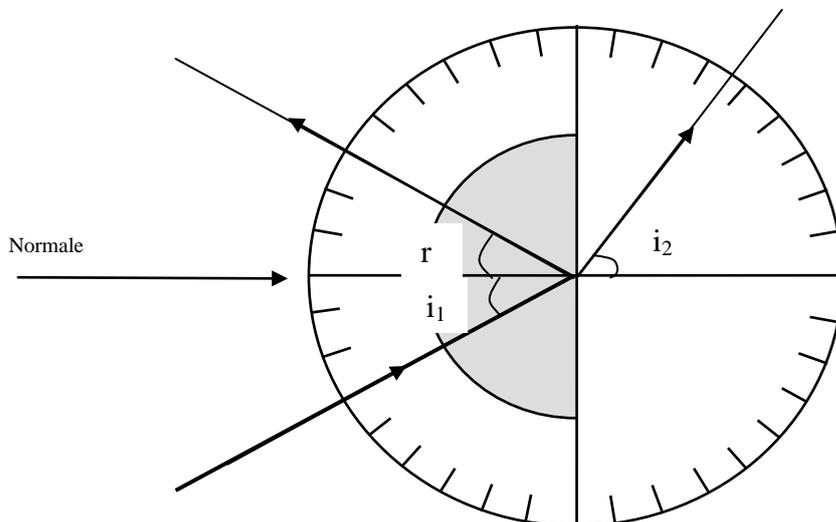
Nom :

## Corrigé de la Composition n°1

### Partie Physique : (20 points)

#### 1. Réfraction

Un rayon laser rentre dans un demi-cylindre en verre perpendiculairement sa face arrondie.



1. Quelle est la valeur de la vitesse de la lumière dans le vide ?  
La valeur de la vitesse de la lumière dans le vide est  $c=3,00.10^8 \text{ m.s}^{-1}$
2. Expliquer pourquoi le rayon n'est pas dévié après son entrée dans le demi-cylindre.  
Le rayon n'est pas dévié lors de son entrée car le rayon arrive avec une incidence normale ( $i=0$ ) sur la surface de séparation entre l'air et le verre, le rayon réfracté n'est alors pas dévié après son entrée dans le demi-cylindre.
3. Placer sur le schéma l'angle d'incidence  $i_1$  et le mesurer.  
Voir schéma. L'angle d'incidence se mesure entre la normale et le rayon incident :  $i_1=30^\circ$
4. Énoncer la loi de la réflexion et tracer le rayon réfléchi, en indiquant l'angle de réflexion  $r$ .  
D'après la loi de la réflexion : l'angle de réflexion est égal à l'angle d'incidence. Voir schéma.
5. Tracer un rayon réfracté plausible, en justifiant sa direction. Indiquer l'angle de réfraction  $i_2$ .  
On passe d'un milieu d'indice plus élevé (verre) vers un milieu d'indice plus faible (air), l'angle de réfraction est alors plus élevé que l'angle d'incidence. L'angle de réfraction se mesure entre la normale et le rayon réfracté.
6. Calculer la vitesse de la lumière dans le verre  $v_{\text{verre}}$  sachant que l'indice de réfraction du verre est  $n_{\text{verre}}=1,48$   
Par définition :

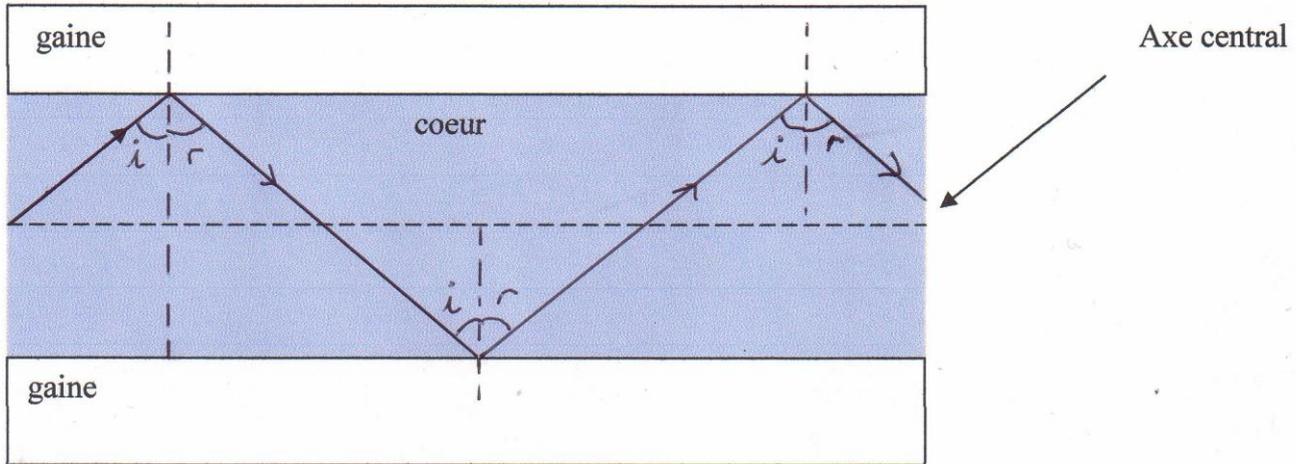
$$v_{\text{verre}} = \frac{c}{n_{\text{verre}}}$$
$$v_{\text{verre}} = \frac{3,00.10^8}{1,48}$$
$$v_{\text{verre}} = 2,03.10^8 \text{ m.s}^{-1}$$

7. Que va-t-il se passer si on augmente l'angle d'incidence  $i_1$  ? Justifier. Comment nomme-t-on ce phénomène ?  
On passe d'un milieu d'indice plus élevé (verre) vers un milieu d'indice plus faible (air), l'angle de réfraction est alors plus élevé que l'angle d'incidence.  
Si on augmente l'angle d'incidence jusqu'à sa valeur limite  $i_{\text{lim}}$ , l'angle de réfraction atteindra alors une valeur limite  $i_2=90^\circ$ . Au-delà de cette valeur  $i_{\text{lim}}$  d'angle d'incidence, le rayon réfracté n'existe plus. On observe alors seulement un rayon réfléchi : on parle alors de réflexion totale.

## 2. Fibre optique

8. Complétez le schéma suivant, en traçant la trajectoire du rayon lumineux dans la fibre.

Dans une fibre optique, on observe une réflexion totale et d'après la loi de la réflexion :  $i=r$ .



La fibre optique est constituée d'un cœur et d'une gaine.

Une onde lumineuse se propage dans le matériau du cœur à la vitesse  $v_{\text{cœur}} = 1,9 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  et à la vitesse  $v_{\text{gaine}} = 2,0 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  dans le matériau constituant la gaine.

9. Justifier le choix des matériaux pour le cœur et pour la gaine.

Un rayon lumineux se réfléchit totalement à la surface de séparation de deux milieux transparents si l'indice de réfraction du deuxième milieu (ici la gaine) est inférieur à celui du premier (ici le cœur).

Calculons les indices des deux milieux :

$$n_{\text{cœur}} = \frac{c}{v_{\text{cœur}}}$$

$$n_{\text{gaine}} = \frac{c}{v_{\text{gaine}}}$$

$$n_{\text{cœur}} = \frac{3,00 \cdot 10^8}{1,9 \cdot 10^8} \quad \text{et}$$

$$n_{\text{gaine}} = \frac{3,00 \cdot 10^8}{2,0 \cdot 10^8}$$

$$n_{\text{cœur}} = 1,6$$

$$n_{\text{gaine}} = 1,5$$

La condition est réalisée.

10. Calculer la durée de propagation  $\Delta t$  d'une onde lumineuse se propageant dans la direction de l'axe central dans une fibre de longueur  $L = 5,00 \text{ m}$ .

Par définition :

$$\Delta t = \frac{L}{v_{\text{cœur}}}$$

$$\Delta t = \frac{5,00}{1,9 \cdot 10^8}$$

$$\Delta t = 2,6 \cdot 10^{-8} \text{ s}$$

Une autre onde lumineuse, ayant un angle d'incidence différent de la première, parcourt une distance 1,02 fois plus grande que la première dans la même fibre.

11. Déterminer la différence de durée de propagation entre les deux ondes lumineuses.

La différence de durée de propagation est :  $\Delta t'' = \Delta t' - \Delta t$  avec  $\Delta t'$  la durée de propagation de la seconde onde lumineuse.

Par définition :  $\Delta t' = \frac{1,02 \times L}{v_{\text{cœur}}}$

donc

$$\Delta t'' = \Delta t' - \Delta t$$

$$\Delta t'' = \frac{1,02 \times L}{v_{\text{coeur}}} - \frac{L}{v_{\text{coeur}}}$$

$$\Delta t'' = \frac{L}{v_{\text{coeur}}} \times (1,02 - 1)$$

$$\Delta t'' = 0,02 \times \frac{L}{v_{\text{coeur}}}$$

$$\Delta t'' = 0,02 \times \frac{5,00}{1,9 \cdot 10^8}$$

$$\Delta t'' = 5,3 \cdot 10^{-10} \text{ s}$$

12. Exprimer la différence de durée précédente dans la sous-unité la plus proche. Cette différence vous semble-t-elle de nature à poser un problème au médecin qui utilise cette fibre pour une fibroscopie ?

On a  $\Delta t'' = 5,3 \cdot 10^{-10} \text{ s} = 0,53 \text{ ns}$  (nanoseconde)

Cette durée est extrêmement faible et ne devrait pas poser un problème au médecin.

### **Partie chimie : (20 points)**

#### **Exercice 1 : Le radon, un gaz radioactif d'origine naturelle (10 points)**

Le radon est un élément chimique du tableau périodique de symbole Rn et de numéro atomique 86.

*C'est un gaz radioactif d'origine naturelle provenant de la désintégration du radium, lui-même issu de la désintégration de l'uranium contenu dans la croûte terrestre. Il est inodore et incolore.*

*Il est présent partout à la surface de la Terre mais plus particulièrement dans les sous-sols granitiques et volcaniques.*

*En France, les régions riches en radon sont la Bretagne, le Massif central, les Vosges et la Corse.*

Il existe 34 isotopes de radon connus jusqu'à ce jour. Seuls 3 de ces isotopes se rencontrent dans la nature :

- L'isotope le plus stable est le radon 222.
- Le radon 220
- Le radon 219

A partir du site : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Radon,889-.html>

1. Citer les régions de France métropolitaine les plus exposées au radon?

Les régions sont : Bretagne, le Massif central, les Vosges et la Corse

2. Donner la composition d'un atome de radon 222.

L'atome comporte : 86 protons et  $222 - 86 = 136$  neutrons.

L'atome étant électriquement neutre, il possède aussi 86 électrons

3. Les isotopes du radon :

a. Quand dit-on que deux noyaux sont isotopes ?

Deux noyaux sont isotopes s'ils ont le même numéro atomique mais que leurs nombres de neutrons sont différents.

b. Ecrire la représentation symbolique de l'isotope le plus stable.

On a donc  ${}^{222}_{86}\text{Rn}$

4. Soit un noyau atomique inconnu de masse  $m = 3,674 \times 10^{-25} \text{ kg}$  et de charge électrique  $Q = 1,376 \times 10^{-17} \text{ C}$

a. Déterminer le numéro atomique Z de ce noyau.

Les protons sont les seules particules chargées du noyau. Le numéro atomique est le nombre de protons du noyau.

$Z = Q/e$

$Z = 1,376 \times 10^{-17} / 1,6 \times 10^{-19}$  donc  $Z = 86$

b. Calculer le nombre de nucléons que possède ce noyau.

A est le nombre de nucléons (protons + neutrons)

$A = m / m_n$

$A = 3,674 \times 10^{-25} / 1,67 \times 10^{-27}$  donc  $A = 220$ , donc ce noyau possède 220 nucléons

c. Ecrire la représentation symbolique de ce noyau.

$Z = 86$  donc on retrouve Z du radon de symbole Rn

On a Z et A donc on peut écrire la représentation symbolique  ${}^{220}_{86}\text{Rn}$ .

## Exercice 2 : Production de rayon X (10 points)

Dans certaines conditions (après un bombardement par des particules de hautes énergies, par exemple), un électron de la couche profonde (K) d'un atome peut être éjecté. Le « trou » laissé est vite comblé par le passage d'un électron d'une couche moins profonde, (L) ou (M), vers la couche (K). L'intérêt d'une telle expérience est qu'en passant d'une couche (L) ou (M) vers une couche (K), l'électron produit des rayons X.

1.

a. Montrer que cette expérience produit un ion à partir d'un atome.

Lors de cette expérience, un électron est arraché à l'atome. L'électro neutralité n'est plus assurée, il y a plus de protons que d'électrons : on a formé un ion.

b. L'ion formé est-il un anion ou un cation ?

L'électro neutralité n'est plus assurée, il y a plus de protons que d'électrons. Il y a plus de charges positives portées par les protons que de charges négatives portées par les électrons. L'ion formé est donc chargé positivement : c'est un cation.

c. Combien d'électrons peuvent, au plus être éjecté d'une couche ? (1 point)

La couche K contient au maximum 2 électrons donc 2 électrons, au plus, peuvent être éjectés.

2.

a. Quelle est l'utilité des rayons X ainsi produits pour la médecine ?

Les rayons x servent à réaliser des radiographies.

b. L'atome d'aluminium a pour numéro atomique  $Z = 13$ , et son nombre de masse est  $A = 27$ . Quelle est sa structure électronique avant le bombardement ? Et après juste après l'éjection ? Est-ce une structure habituelle ?

Dans un atome, pour assurer l'électro neutralité, il y a autant de protons ( $Z$ ) que d'électrons.

Dans l'atome d'aluminium, il y a donc 13 électrons.

La structure électronique de l'aluminium est :  $(K)^2 (L)^8 (M)^3$

Et juste après l'éjection ?

La structure électronique de l'ion aluminium formé est :  $(K)^1 (L)^8 (M)^3$

Est-ce une structure habituelle ? Justifier le transfert d'un électron d'une couche supérieure vers la couche (K).

Non, la structure habituelle serait :  $(K)^2 (L)^8 (M)^2$  car la couche K doit être entièrement remplie pour que la couche L se remplisse. C'est pour retrouver une structure habituelle qu'a lieu le transfert d'un électron d'une couche supérieure vers la couche K.

c. Quel est le symbole du noyau avant le bombardement ? Et après ?

Le symbole du noyau avant et après le bombardement est le même car seul le nuage électronique est modifié et pas le noyau :



d. Quel est le symbole de l'ion formé ?

L'atome d'aluminium a perdu un électron, il porte donc une charge positive :  ${}_{13}^{27}\text{Al}^+$

e. Quel est l'ion normalement formé à partir de l'atome d'aluminium ?

D'après la règle de l'octet, un atome perd des électrons pour acquérir la structure électronique en octet particulièrement stable des gaz rares.

L'atome d'aluminium perd 3 électrons pour acquérir la structure électronique du Néon :

