

# Physique Générale A

## Série d'exercices 16 : Ondes Électromagnétiques - 10 mars 2026

Remarque : les exercices au format QCM devraient être réalisables en 2 minutes environ. Des exercices plus longs sont proposés afin d'approfondir vos connaissances. Ceux-ci font toutefois partie du champ de l'examen.

### 1.) QCM A : Ondes électromagnétiques

Une onde électromagnétique :

- A. est constituée soit d'un champ magnétique, soit d'un champ électrique.
- B. nécessite un milieu pour se propager, de la même manière que d'autres types d'ondes (sonore, mécanique, etc.).
- C. se propage plus rapidement dans les solides que dans le vide.
- D. possède une vitesse de propagation d'autant plus élevée que l'indice de réfraction du milieu est grand.
- E. ne possède aucune des propriétés ci-dessus.

### 2.) QCM K' : Énergie

Une onde électromagnétique de composante de champ électrique d'amplitude égale à 4 N/C et une fréquence de 65 Hz se propage dans le vide. On peut affirmer que :

- A. la longueur d'onde est de  $4.62 \cdot 10^6$  m.
- B. sa densité d'énergie moyenne est de  $7.08 \cdot 10^{-11} \text{ J m}^{-3}$ .
- C. l'amplitude de sa composante de champ magnétique est de  $1.33 \cdot 10^{-8}$  T.
- D. si l'amplitude de sa composante de champ magnétique double, la densité d'énergie moyenne double également.

### 3.) QCM K' : Spectre des ondes électromagnétiques

Laquelle (lesquelles) de ces ondes est (sont) une (des) onde(s) électromagnétique(s) ?

- A. Les rayons X.
- B. La lumière d'une lampe.
- C. Les ondes radio.
- D. Les rayons  $\gamma$ .

4.) **QCM A : Indice de réfraction**

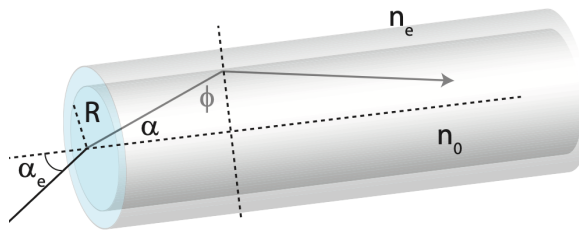
Un faisceau de lumière se propageant dans l'air ( $n_{\text{air}} \approx 1$ ) traverse la surface plane d'un milieu d'indice de réfraction  $n$ , avec un angle d'incidence de  $65^\circ$ . On observe alors que les rayons réfléchis et réfractés sont perpendiculaires. L'indice de réfraction  $n$  du milieu considéré est de :

- A.  $n = 1$
  - B.  $n = 0.58$
  - C.  $n = 2.14$
  - D.  $n = 0.87$
  - E. Aucune de ces réponses
- 5.) **QCM K' : Changement de milieu**

De la lumière infrarouge de longueur d'onde  $\lambda = 1550 \text{ nm}$  se propage dans le vide à la vitesse  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ , puis pénètre dans du Plexiglas (PMMA) dont la permittivité diélectrique est de  $\epsilon_{\text{PMMA}} = 30.989 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ . Sachant que la fréquence d'une onde monochromatique ne change pas lorsque l'onde change de milieu, on peut affirmer que :

- A. la vitesse de la lumière dans le PMMA est de  $1.6 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ .
  - B. la fréquence de l'onde après être entrée dans le PMMA est de  $103.5 \text{ THz}$ .
  - C. la longueur d'onde de la lumière après être entrée dans le PMMA est de  $829 \text{ nm}$ .
  - D. l'angle d'incidence critique pour lequel il y aurait réflexion totale de la lumière est  $\theta_c = 32.31^\circ$ .
- 6.) **QCM A : Fibre optique**

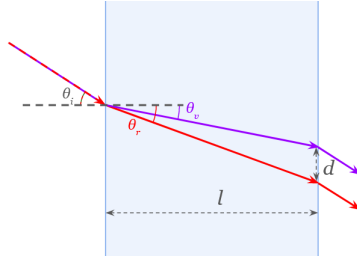
Soit une fibre optique de rayon  $R = 500 \mu\text{m}$  et d'indice  $n_0 = 1.53$ . Comme le rayon de la fibre n'est que de  $500 \mu\text{m}$ , la rigidité mécanique de la fibre est assurée par une enveloppe cylindrique appelée "gaine" d'indice plus faible ( $n_e = 0.9 n_0$ ). Une onde lumineuse dans le vide ( $n = 1$ ) est injectée au centre de la face d'entrée avec l'angle  $\alpha_e$ . Pour quelle gamme de valeurs de  $\alpha_e$  l'onde est-elle toujours guidée à 100 % dans la fibre ?



- A.  $41.8^\circ < \alpha_e < 90^\circ$
- B.  $0 < \alpha_e < 41.8^\circ$
- C.  $64.15^\circ < \alpha_e < 90^\circ$
- D.  $0 < \alpha_e < 64.15^\circ$
- E.  $41.8^\circ < \alpha_e < 64.15^\circ$

7.) **QCM A : Dispersion du verre**

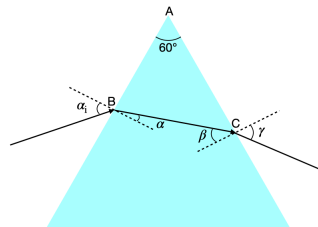
On place dans le vide un bloc de verre, dont les faces sont parallèles. On envoie un faisceau composé de deux longueurs d'onde, l'une à 700 nm (rouge), et l'autre à 400 nm (violet). L'angle d'incidence du faisceau sur la face du verre vaut  $\theta_i = 45^\circ$ . La lumière traverse une épaisseur  $l = 60$  cm de verre avant de ressortir dans le vide. On distingue alors deux faisceaux parallèles, un rouge et un violet. L'indice de réfraction du verre vaut  $n_r = 1.62$  pour le rouge et  $n_v = 1.66$  pour le violet. À la sortie de la lame de verre, la distance séparant les deux faisceaux rouge et violet vaut :



- A. 3 mm
- B. 3 cm
- C. 9 cm
- D. 9 mm
- E. 28 cm

8.) **QCM K' : Prisme**

Un faisceau constitué de lumière rouge à la longueur d'onde  $\lambda_R = 668.2$  nm, et bleue à la longueur d'onde  $\lambda_B = 434.1$  nm arrive sur un prisme équilatéral de quartz avec un angle d'incidence  $\alpha_i$  (par rapport à la normale de la face d'entrée) de  $50^\circ$ . Le prisme est dans le vide ( $n = 1$ ). Calculer les angles de sortie des faisceaux rouge et bleu déviés par le prisme sachant que l'indice de réfraction du prisme pour le rouge est  $n_R = 1.539$  et que celui du bleu est  $n_B = 1.554$ .



- A.  $\gamma_R = 50.62^\circ$ .
- B.  $\gamma_R = 29.85^\circ$ .
- C.  $\gamma_B = 29.53^\circ$ .
- D.  $\gamma_B = 51.99^\circ$ .

9.) **Exercice d'approfondissement : Fibre optique**

On utilise des fibres optiques dans les télécommunications pour transporter des informations d'un point à un autre. Pour être utile, il faut que la lumière injectée à une extrémité dans la fibre ne puisse pas s'en échapper avant d'atteindre l'autre extrémité.

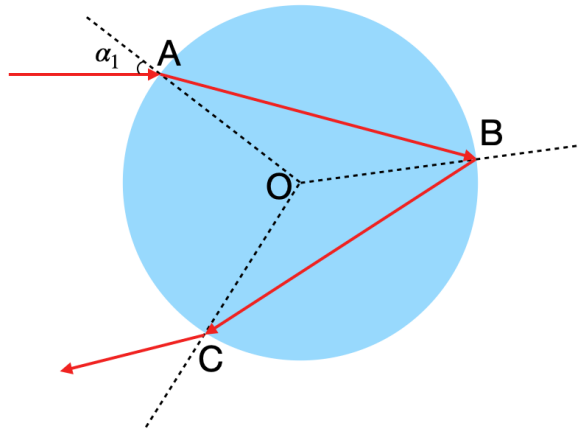
- A. Quel est l'angle d'incidence  $\theta_m$  minimal (angle par rapport à la normale à la surface interne de la fibre) en deçà duquel le rayon du faisceau laser ne peut pas s'échapper d'une fibre optique avec un indice de réfraction  $n_{\text{fibre}} = 1.5$  quand cette fibre est dans l'air ?
- B. Quelle est la vitesse de propagation de la lumière dans cette fibre ?
- C. Que se passe-t-il pour un faisceau qui se propage avec l'angle  $\theta_m$  (calculé en a) dans une portion de la fibre qui est plongée dans de l'eau d'indice  $n_{\text{eau}} = 1.33$  ? Est-ce qu'il reste confiné dans la fibre ?

10.) **Exercice d'approfondissement : Arc-en-ciel**

On considère un rayon entrant dans une goutte d'eau avec un angle d'incidence  $\alpha_1 = 5^\circ$ . On cherche à calculer la déviation entre le rayon entrant en A et sortant en C. Pour cela,

- A. Exprimer la déviation au point A en fonction des indices optiques et des angles entre les rayons.
- B. Exprimer la déviation au point B en fonction des indices optiques et des angles entre les rayons.
- C. Exprimer la déviation au point C en fonction des indices optiques et des angles entre les rayons.
- D. En déduire la déviation totale.

On donne l'indice de réfraction de l'air  $n_{\text{air}} = 1$  et de l'eau  $n_{\text{eau}} = \frac{4}{3}$ . Aide: la déviation au point A est définie comme l'angle entre le rayon entrant en A et la ligne passante pour les points A et B.



Réponses:

- 1.) E.
- 2.) A. Vrai; B. Vrai; C. Vrai; D. Faux.

- 3.) A. Vrai; B. Vrai; C. Vrai; D. Vrai.
- 4.) C.
- 5.) A. Vrai; B. Faux; C. Vrai; D. Faux.
- 6.) B.
- 7.) D.
- 8.) A. Vrai; B. Faux; C. Faux; D. Vrai.
- 9.) A.  $\theta_m = 41.8^\circ$ ; B.  $2 \cdot 10^8$  m/s; C.  $48.75^\circ$ .
- 10.) Déviation totale =  $175^\circ$ .