



Contrôle de Propagation Guidée M2

13/01/2026

Nom : Prénom :

Questions de cours (10 p):

Q1/ (1 p)

Lorsque sa composition est la même en tous ses points.....

Q2/

Lorsque ses propriétés sont les mêmes dans toutes les directions.

Q3/ (0.75 p)

S'il laisse passer la lumière sans atténuation (l'eau, le verre, ...).

Q4/ (1 p)

On appelle l'indice du milieu noté n , le rapport entre la vitesse de la lumière dans le vide à celle dans le milieu considéré.

Q5/ (1 p)

Un ensemble de rayons forme ce qu'on appelle un faisceau lumineux. Un pinceau lumineux est un faisceau lumineux étroit.

Q6/ (1 p)

La notion de réflexion totale interne et la notion de cône d'acceptance pour l'injection de la lumière dans la fibre au niveau de sa face d'entrée.

Q7/ Donner les différents objets peuvent servir de source primaire en optique (Sources lumineuses). (0.75 p)

- 1- Source par rayonnement thermique, 2- Laser, 3- Lampes spectrales.

Q8/ (1 p)

La différence de transmission étudiée est : pour le cas d'une fibre optique à saut d'indice, il y a un changement dans la durée du spectre du signal de sortie par rapport à l'entrée et ce n'est pas le cas pour une fibre optique à gradient d'indice.

Q9/ (2 p)

1. Théorie corpusculaire:

Selon la théorie corpusculaire la lumière est considérée comme un ensemble de particules (ou corpuscules) appelées photons et qui se déplacent à une très grande vitesse (c).

2. Théorie ondulatoire:

D'après la théorie ondulatoire, la lumière est une onde électromagnétique. Cette onde est caractérisée par la propagation à la vitesse c d'un champ électrique et d'un champ magnétique couplés qui vibrent à une fréquence f .

Q10/ (0.5 p)

$(0,4\mu\text{m} < \lambda < 0,8\mu\text{m})$ ou $(384\text{ THz} \text{ — } 789\text{ THz})$

EX01: (5 P)

1/ Détermination du champ électrique dans un guide d'onde:

$$\vec{E} = \vec{E}_i + \vec{E}_r \quad (0,25)$$

$$\vec{E} = E_{0i} e^{i(\omega t - \alpha x + \beta y)} \vec{e}_y + E_{0r} e^{i(\omega t - \alpha x - \beta y)} \vec{e}_y \quad (0,25)$$

$$\vec{E}(y=0, x \leq 0, t) = 0 \quad (0,25)$$

$$\vec{E} = E_{0i} e^{i\omega t} \vec{e}_y + E_{0r} e^{i\omega t} = 0 \quad (0,25)$$

$$E_{0r} = -E_{0i} \vec{e}_y \quad (0,25)$$

$$\vec{E} = E_{0i} e^{i(\omega t - \alpha x)} \left[e^{i\beta y} - e^{-i\beta y} \right] \vec{e}_y \quad (0,25)$$

$$\vec{E} = 2i E_{0i} \sin(\beta y) e^{i(\omega t - \alpha x)} \vec{e}_y \quad (0,25)$$

$$\text{Plan } y=a \quad (0,25)$$

$$\sin \beta a = 0 \quad (0,25)$$

$$\beta = n \frac{\pi}{a} \quad (0,25)$$

$$\vec{E} = A \sin(\beta y) e^{i(\omega t - \alpha x)} \vec{e}_y \quad (0,25)$$

2/ Détermination du champ magnétique dans un guide d'onde: on a $E = A \sin(\beta y) e^{i(\omega t - \alpha x)} \vec{e}_y$

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = -i\omega \vec{B} \Rightarrow \vec{B} = \frac{\vec{\nabla} \times \vec{E}}{-i\omega} \quad (0,15)$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = \begin{vmatrix} \vec{e}_x & \vec{e}_y & \vec{e}_z \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & 0 \\ 0 & 0 & E \end{vmatrix} = \frac{\partial E}{\partial y} \vec{e}_x - \frac{\partial E}{\partial x} \vec{e}_y \quad (0,5)$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = A e^{i(\omega t - \alpha x)} \left[\beta \cos(\beta y) \vec{e}_x + i \alpha \sin(\beta y) \vec{e}_y \right] \quad (0,5)$$

$$\frac{\vec{\nabla} \times \vec{E}}{-i \omega \epsilon} = \vec{B} = \frac{A}{\omega} e^{i(\omega t - \alpha x)} \left[i \beta \cos(\beta y) \vec{e}_x - \alpha \sin(\beta y) \vec{e}_y \right] \quad (0,5)$$

Exercice 2: (5 P)

1/ détermination des angles d'incidences θ :

$$n_2 \sin(i_2) = n_1 \sin(i_1) \quad (0,25) \checkmark$$

$$(0,25) \quad \frac{n_1}{n_2} \sin(i_1) > 1 ; \sin(i_1) > \frac{n_2}{n_1} \quad (0,25) \checkmark$$

$$\text{donc } \cos(i_1) < \sqrt{1 - \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2} \quad (0,25) \checkmark$$

ou cherche θ :

$$1 \sin \theta = n_1 \sin\left(\frac{\pi}{2} - i_1\right) \quad (0,25) \checkmark$$

$$\sin \theta = n_1 \cos(i_1) \quad (0,25) \checkmark$$

$$\sin \theta < n_1 \sqrt{1 - \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2} \quad (0,25) \checkmark$$

$$\sin(\theta) < \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \quad (0,25) \checkmark$$

2/ a) Détermination de $\Delta t_{\min}$: $L = d$

$$\text{On a : } V = \frac{L}{\Delta t_{\min}} \quad (0,25) \quad ; \quad n_c = \frac{c}{v} \quad (0,25)$$

$$\Delta t_{\min} = \frac{L}{c} n_c \quad (0,25)$$

2/b, détermination de $\Delta t_{\max}$: d : distance

on a $\cos r = \frac{L}{d}$; $\cos r_e = \frac{L}{d}$ (0,25) ✓

donc :

$$\frac{L}{d} = \sqrt{1 - \sin^2 r} \quad (0,25) \quad ; \quad \sin \theta = n_c \sin r \quad (0,25) \quad \checkmark$$

$$\frac{L}{d} = \sqrt{1 - \left(\frac{\sin \theta}{n_c}\right)^2} \quad (0,25) \quad ; \quad \sin^2 \theta = n_c^2 - n_g^2 \quad (0,25) \quad \checkmark$$

$$\frac{L}{d} = \sqrt{1 - \frac{n_c^2 - n_g^2}{n_c^2}} \quad (0,25) \quad ; \quad \sin^2 \theta = n_c^2 - n_g^2 \quad (0,25) \quad \checkmark$$

$$\frac{L}{d} = \sqrt{1 - \frac{n_c^2 - n_g^2}{n_c^2}} = \sqrt{\frac{n_g^2}{n_c^2}} = \frac{n_g}{n_c} \quad \checkmark$$

$$d = \frac{n_c}{n_g} L \quad (0,25) \quad \checkmark$$

$$\Delta t_{\max} = \frac{d}{v} = \frac{d}{c} n_c = \frac{n_c^2 L}{n_g \cdot c} \quad (0,25) \quad \checkmark$$