

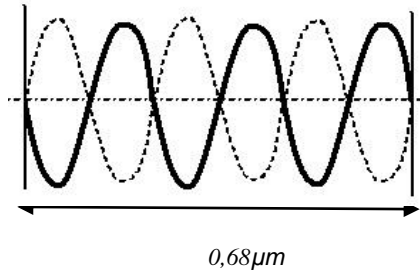
TUTORAT UE 3a 2013-2014

Séance n°3 – Semaine du 30/09/2013

Optique 2
Pr MARIANO-GOULARD

Séance préparée par Jordan NOUREDDINE, Fanny BOUNIN et David HALLE (ATM²)

QCM n°1: On imagine un micro fil vibrant de longueur $0,68\mu\text{m}$ attaché à ses deux extrémités.



- A. La fréquence de l'onde est $6,62 \cdot 10^{14} \text{Hz}$.
- B. La fréquence de l'onde est $1,32 \cdot 10^{15} \text{Hz}$.
- C. Les nœuds de vibration sont distants de $\lambda/2$.
- D. Afin d'observer 17 nœuds, la longueur d'onde devrait être de 80 nm.
- E. La dualité onde-corpuscule permet d'expliquer la valeur aléatoire des couches électroniques.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°2: Concernant les ondes cohérentes, choisir la ou les propositions exactes :

- A. Deux ondes cohérentes ont nécessairement même pulsation propre ; leur déphasage est donc nul à tout instant.
- B. Des ondes cohérentes ont la propriété de faire des interférences, ce qui revient à additionner uniquement leurs intensités.
- C. En faisant diffracter une onde progressive sinusoïdale de fréquence $f = 21 \text{ Hz}$ et de longueur d'onde $\lambda = 45\mu\text{m}$ par une fente de $15\mu\text{m}$ de longueur ; les ondes sphériques qui partent de chaque point de la fente sont cohérentes et ont une fréquence de 7 Hz.

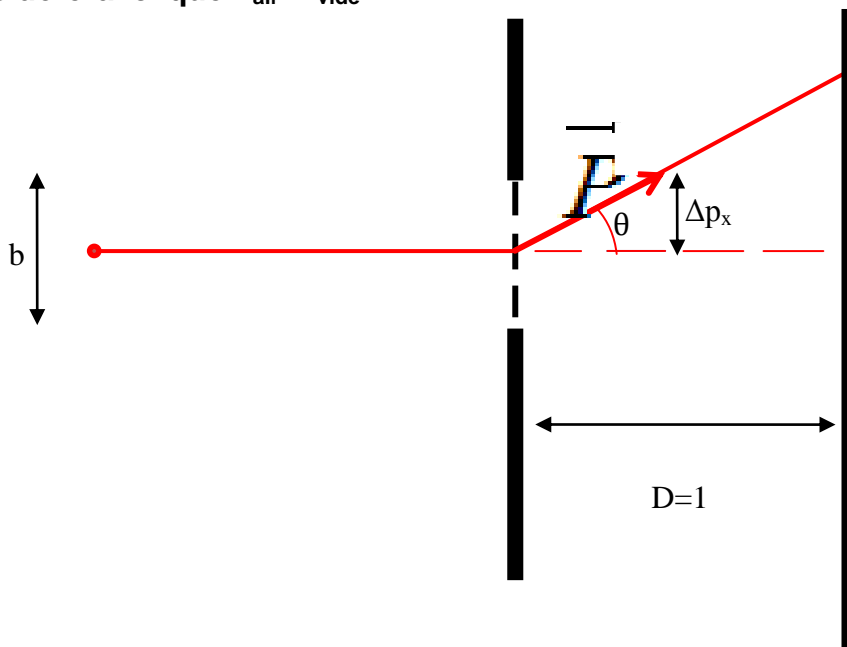
Deux faisceaux lumineux parallèles, de même longueur d'onde $\lambda = 300 \text{ nm}$ et distants de 85 nm , diffractent sous un angle de $\frac{\pi}{3} \text{ rad}$.

- D. La différence de chemin optique entre ces deux ondes vaut $dL = 9,8 \times 10^{-3} \text{ m}$.
- E. Leur déphasage vaut 1,54.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°3 : À propos de la dualité onde-corpuscule :

- A. Contrairement au principe de Fermat qui s'applique à l'aspect corpusculaire de la lumière, le principe de Maupertuis s'applique aux caractéristiques ondulatoires du photon telles que la diffraction ou la réfraction.
- B. Selon le principe de Fermat, la trajectoire suivie par la lumière est celle qui maximise le chemin optique suivi.
- C. L'introduction d'un coefficient de proportionnalité \hbar entre la quantité de mouvement et le vecteur d'onde, faisant ainsi correspondre la trajectoire du corpuscule et la trajectoire de l'onde, a permis l'élaboration d'un modèle intégrant les caractéristiques tant ondulatoires que corpusculaires de la lumière.
- D. Théoriquement, la relation de Louis de Broglie fait correspondre une onde à tout corps, quelle que soient sa masse et sa vitesse.
- E. La relation du quantum d'Einstein permet de déterminer l'énergie d'un corps quelconque à partir de la fréquence de l'onde associée.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°4 : On considère un laser capable d'envoyer un à un des photons de 15eV. Ce laser est placé à 40cm d'un orifice carré de côté $0,3\mu\text{m}$ (notée b sur le schéma). A une distance $D=1\text{m}$ de la fente, un écran enregistre l'impact des photons. On considérera ici que $n_{\text{air}}=n_{\text{vide}}$.



- A. Au niveau de l'orifice, on observe un phénomène de réfraction, qui relève de l'aspect ondulatoire de la lumière.
- B. Si on envoie un faisceau lumineux, on observera sur l'écran une figure d'interférences ; à l'inverse, si on envoie un photon unique, celui-ci frappera toujours le même point de l'écran.
- C. Tout point de l'orifice par lequel passe le photon obéit au principe de Huygens-Fresnel.
- D. La tâche lumineuse centrale obtenue sur l'écran mesurera $D \times \frac{b}{\lambda}$ m.
- E. Pour prévoir avec exactitude le point d'impact du photon sur l'écran en utilisant la relation fondamentale de la dynamique, il nous faudrait des appareils de mesure plus précis que ceux disponibles actuellement.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°4 bis : Suite du QCM précédent. On va considérer le cas où l'incertitude est minimale.

Données : $\hbar=1,05 \times 10^{-34}$ J.s

- A. L'angle θ entre la quantité de mouvement \vec{p} et la normale à l'écran est tel que : $\theta \leq 43,8$ mrad.
- B. Le temps mis par le photon pour aller du laser à l'écran sera compris entre 3,33ns et 3,34ns.
- C. Le temps mis par le photon pour aller du laser à l'écran sera compris entre $5,84 \times 10^{-9}$ s et $6,36 \times 10^{-9}$ s.
- D. La longueur de la demi-tâche centrale de la figure de diffraction est de 27,56 cm.
- E. La longueur de la tâche centrale de la figure de diffraction est de 27,56 cm.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°5 : D'après les relations d'incertitude d'Heisenberg :

- A. $\Delta x \cdot \Delta P_x \leq \hbar$
- B. On peut connaître la position et l'impulsion initiale du photon.
- C. À l'échelle élémentaire, on a seulement des probabilités de présence.
- D. L'incertitude sur la position du photon traduit le fait que la direction de la diffraction est aléatoire.
- E. Le phénomène de diffraction est observé seulement si les photons sont envoyés un par un.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°6 : Concernant la diffusion de la lumière :

- A. Contrairement à la diffusion Rayleigh, la diffusion Mie est indépendante de la longueur d'onde.
- B. La diffusion Rayleigh est sélective et anisotrope, c'est-à-dire qu'elle ne s'applique qu'à certains types de rayonnements et que les rayonnements diffusés sont d'une énergie inférieure à celle du rayonnement incident.
- C. Selon la loi de Beer, le coefficient d'atténuation linéique est inversement proportionnel à la concentration de la solution.
- D. La diffusion Thomson concerne les électrons peu liés au noyau atomique.
- E. Le transfert de l'énergie des photons aux électrons peut se faire, entre autres, sous forme de rotation moléculaire, de transition électronique ou encore de vibration moléculaire ; c'est le phénomène d'absorption.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°7 : Concernant le laser :

- A. L'émission laser est une émission spontanée de lumière cohérente.
- B. Le laser nécessite un milieu contenant au moins 3 niveaux énergétiques.
- C. La radiation électromagnétique a toujours pour origine une désexcitation stimulée.
- D. Le rayonnement laser est bichromatique, cohérent et amplifié.
- E. Le rayonnement laser peut être une micro-onde.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°8 : On a dosé une solution de maltose dans une cuve de 8mm de largeur par spectrométrie. La concentration du maltose obtenue est de $1,44 \text{ mmol.L}^{-1}$. On sait que le coefficient d'extinction molaire est $1200 \text{ L.mol}^{-1}.\text{cm}^{-1}$.

- A. Le coefficient d'atténuation linéique est de 172,8 m.
- B. L'intensité de lumière sortante correspond au quart de l'intensité entrante.
- C. L'intensité entrante équivaut au double de l'intensité sortante.
- D. La densité optique vaut 3/4.
- E. L'absorbance vaut 2,5.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°9 : On réalise une oxymétrie de pouls sur un patient une première fois, puis une deuxième fois deux heures après. Entre les deux le rapport d'absorption rouge/infrarouge a augmenté.

- A. Le rouge (685 nm) est plus absorbé par l'oxyhémoglobine que par l'hémoglobine.
- B. L'infrarouge (905 nm) est plus absorbé par l'oxyhémoglobine que par l'hémoglobine.
- C. L'augmentation du rapport R/IR traduit une amélioration de la saturation en O₂.
- D. Une amélioration de la saturation en O₂ correspond à l'augmentation de l'oxyhémoglobine.
- E. L'oxymétrie de pouls est une spectrométrie de diffusion qui permet de surveiller la saturation en oxygène de l'hémoglobine d'un patient.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°10 : On se place dans le cas où l'on fait traverser à une OEM une solution chirale sans absorption. Le champ électrique \vec{E} est polarisé de façon rectiligne selon un axe vertical. On note n_g l'indice de réfraction de la composante gauche \vec{E}_g du champ électrique et n_d l'indice de réfraction de la composante droite \vec{E}_d du champ électrique. Avant de passer dans la solution, la composante horizontale de \vec{E}_g vaut 138 N.C^{-1} ; la norme du champ électrique \vec{E} vaut 466 N.C^{-1} .

- A. La composante droite \vec{E}_d peut elle-même se décomposer en deux composantes, une horizontale de norme 328 N.C^{-1} et une verticale de norme 233 N.C^{-1} .
- B. La composante droite \vec{E}_d peut elle-même se décomposer en deux composantes, une horizontale de norme 138 V.m^{-1} et une verticale de norme 233 V.m^{-1} .

Au sortir de la solution, la composante horizontale de \vec{E}_g vaut 129 N.C^{-1} et celle de \vec{E}_d vaut 146 N.C^{-1} .

- C. L'angle de bascule du plan de polarisation de \vec{E} peut servir à caractériser la configuration moléculaire des molécules présentes dans la solution.
- D. La solution a une activité optique lévogyre.
- E. On sait donc que $n_d > n_g$.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°11 : Un PACES sceptique décide de tester les formules sur la diffraction qu'on lui donne en cours. Pour cela, il se dote d'un appareil photo dont le diaphragme circulaire est de diamètre variable, allant de 1mm à 1cm. Il réalise une série de photographies d'un même corps émettant une OEM de longueur d'onde $\lambda=750\text{nm}$, en faisant varier le diamètre du diaphragme et sa distance à la source lumineuse.

- A. La résolution en photographiant l'objet à une distance de 2m varie entre 1,83mm et 183 μm .
- B. Le pouvoir de résolution s'améliore à mesure que diminue le diamètre du diaphragme.
- C. En photographiant l'objet à une distance de 35cm en réglant le rayon du diaphragme sur 3,5mm, la résolution est de 91,5 μm .
- D. On obtiendrait une meilleure résolution si notre corps émettait une OEM de couleur violette.
- E. Ici, la source lumineuse émet dans le visible : c'est un rayonnement adapté pour étudier des structures moléculaires
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses

QCM n°12 : On s'intéresse au champ électrique suivant dans le vide :

$$\mathbf{E}(t,y) = (E_0 \cdot \sin [\omega(t + \frac{y}{c})] , 0 , -E_0 \cdot \sin [\omega(t + \frac{y}{c})]) = (E_x, E_y, E_z)$$

On donne $B_0 = 0,015 \text{ T}$.

On rappelle les équations de Maxwell :

$$\begin{pmatrix} \frac{\partial E_z}{\partial y} - \frac{\partial E_y}{\partial z} \\ \frac{\partial E_x}{\partial z} - \frac{\partial E_z}{\partial x} \\ \frac{\partial E_y}{\partial x} - \frac{\partial E_x}{\partial y} \end{pmatrix} = -\frac{\partial}{\partial t} \begin{pmatrix} B_x \\ B_y \\ B_z \end{pmatrix} \quad \text{et} \quad \begin{pmatrix} \frac{\partial B_z}{\partial y} - \frac{\partial B_y}{\partial z} \\ \frac{\partial B_x}{\partial z} - \frac{\partial B_z}{\partial x} \\ \frac{\partial B_y}{\partial x} - \frac{\partial B_x}{\partial y} \end{pmatrix} = -\epsilon\mu \frac{\partial}{\partial t} \begin{pmatrix} E_x \\ E_y \\ E_z \end{pmatrix} - \mu \begin{pmatrix} j_x \\ j_y \\ j_z \end{pmatrix}$$

- A. Le champ magnétique \vec{B} couplé à ce champ électrique a pour coordonnées $(B_x; B_y; B_z) = (B_0 \cdot \sin [\omega(t + \frac{y}{c})] ; B_0 \cdot \sin [\omega(t + \frac{y}{c})] ; 0)$
- B. On a $E_0 = 45 \times 10^5 \text{ N.C}^{-1}$.
- C. On peut écrire $\vec{E} = \vec{c} \wedge \vec{B}$ (avec \vec{c} le sens de propagation de l'OEM).
- D. Le champ magnétique \vec{B} est polarisé de manière elliptique.
- E. Le champ \vec{B} est polarisé selon la droite $x=z$.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.