

TUTORAT UE 3a 2013-2014

CORRECTION Séance n°3 – Semaine du 30/09/2013

Optique 2

Pr MARIANO-GOULARD

QCM n°1 : B, C.

- A. Faux. $\lambda = \frac{2L}{N} = \frac{2 \times 0,68 \cdot 10^{-6}}{6} = 226,7 \text{ nm}$ avec N le nombre de ventres.
 $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{226,7 \cdot 10^{-9}} = 1,32 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$
- B. **Vrai.** Voir réponse A.
- C. **Vrai.**
- D. Faux. N = nb de ventres. N+1 = nb de nœuds = 17.
 $\lambda = \frac{2L}{N} = \frac{2 \times 0,68 \cdot 10^{-6}}{16} = 85,5 \text{ nm}$
- E. Faux. La dualité onde-corpuscule permet en effet d'expliquer la valeur **quantifiée** des couches électroniques.

QCM n°2 : E

- A. Faux. Le déphasage est constant dans le temps, mais pas nécessairement nul.
- B. Faux. L'addition des intensités se fait avec les ondes cohérentes et incohérentes. Les interférences sont l'addition algébrique d'OPS cohérentes (l'addition des intensités des ondes n'est pas une addition algébrique).
- C. Faux. Les ondes sphériques qui en partent ont également une fréquence de 21 Hz.
- D. Faux. $dL = x \cdot \sin \theta = 85 \times 10^{-9} \times \sin\left(\frac{\pi}{3}\right) = 7,36 \times 10^{-8} \text{ m}$.
- E. **Vrai.** $d\Phi = \frac{2\pi}{\lambda} dL = \frac{2\pi}{300 \times 10^{-9}} \times 7,36 \times 10^{-8} = 1,54$

QCM n°3 : C, D

- A. Faux. Le principe de Fermat s'applique à l'aspect ondulatoire du photon et à ses caractéristiques telles que la diffraction ou la réfraction ; celui de Maupertuis s'applique à l'aspect corpusculaire. (moyen mnémotechnique : **F**ermat : **d**iffraction/**r**éfraction)
- B. Faux. C'est le principe de moindre action ondulatoire : on minimise le chemin optique parcouru.
- C. **Vrai.**
- D. **Vrai.** Certaines ondes sont néanmoins inobservables expérimentalement.
 Par exemple, un corps de 60kg se déplaçant à 20km/h correspondra à une onde de longueur d'onde : $\lambda = \frac{6,62 \cdot 10^{-34}}{60 \times 20000 / 3600} = 1,986 \times 10^{-36} \text{ m}$. Ici, λ est environ 10^{18} fois plus petit que la longueur d'onde associée à un électron. De telles ondes sont à ce jour inobservables.
- E. Faux. La relation du quantum ne s'applique qu'à un corps de masse nulle : le photon.

QCM n°4 : C

- A. Faux. On observe un phénomène de diffraction.
- B. Faux. Le phénomène de diffraction est également observé quand on envoie les photons un à un.
- C. **Vrai.** Chaque point de l'orifice atteint par la surface d'onde S se comporte comme une source ponctuelle → onde sphérique en phase avec celles émises par les autres points.
- D. Faux. La tâche centrale mesure $2Dx\frac{\lambda}{b}$ m.
- E. Faux. La relation d'incertitude d'Heisenberg fixe une limite théorique : quelle que soit la précision des appareils de mesure utilisés, on n'aura jamais simultanément la position précise et l'impulsion précise du photon. Or, il nous faut impérativement ces deux données pour calculer avec précision la trajectoire du photon en utilisant la RFD.
Dans le cas du photon et des autres particules élémentaires, la notion de trajectoire devient obsolète ; on raisonne plutôt en termes de probabilité de présence.

QCM n°4 bis : A, D

- A. **Vrai.** Si l'incertitude est minimale, $\Delta p_x \cdot \Delta x = \hbar$
De plus, pour un photon : $E = p \cdot c$
Donc : $\Delta p_x = P \cdot \sin \theta_{\max} \Leftrightarrow \theta_{\max} = \sin^{-1} \frac{\Delta p_x}{P} = \sin^{-1} \left(\frac{\hbar}{\Delta x} \right) = \sin^{-1} \left(\frac{1,05 \times 10^{-34}}{0,3 \times 10^{-6}} \right) = \sin^{-1} \left(\frac{15 \times 1,6 \times 10^{-19}}{3 \times 10^8} \right) = 0,04375 = 43,8 \text{ mrad.}$
- B. Faux. Le photon parcourt la distance $L = 0,4 + \frac{1}{\cos \theta}$.
Ici, $n=1$, donc le photon parcourt cette distance à $v=c=3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
Le photon parcourt L en $t = \frac{L}{c}$
Ainsi : $\frac{0,4 + \frac{1}{\cos(0)}}{3 \times 10^8} \leq t \leq \frac{0,4 + \frac{1}{\cos(0,04376)}}{3 \times 10^8}$
 $\Leftrightarrow 4,66667 \times 10^{-9} \text{ s} \leq t \leq 4,66986 \times 10^{-9} \text{ s}$
- C. Faux. voir item B
- D. **Vrai.** La demi-tâche centrale de la figure de diffraction vaut $D \times \frac{\lambda}{b} = 1 \times \frac{1240}{0,3 \times 10^{-6}} \times 10^{-9} = 0,2756 \text{ m}$
- E. Faux. Voir item D

QCM n°5 : C, D.

- A. Faux. $\Delta x \cdot \Delta P_x \geq \hbar$
- B. Faux. On ne peut connaître à la fois l'impulsion et la position du photon.
- C. **Vrai.**
- D. **Vrai.**
- E. Faux. Le même phénomène de diffraction est observé lorsque les photons sont envoyés simultanément.

QCM n°6 : D, E

- A. Faux. À l'instar de la diffusion Rayleigh, la diffusion Mie dépend de la longueur d'onde : elles sont toutes deux sélectives.
- B. Faux. La diffusion Rayleigh est bien sélective et anisotrope, ce qui signifie qu'elle ne s'applique qu'à certains types de rayonnements (sélectivité) qu'elle ne rediffuse pas de manière égale dans toutes les directions de l'espace (anisotropie).
« Le rayonnement après diffusion est d'une énergie inférieure à celle du rayonnement incident » désigne l'inélasticité, ce qui signifie qu'il y a échange d'énergie entre photons et matière (N.B : la diffusion Rayleigh est élastique. Mais ceci n'est pas à savoir si le professeur ne l'évoque pas).
- C. Faux. Loi de Beer : $k = \sigma \cdot C$. La concentration et le coefficient d'atténuation linéique sont proportionnels.
- D. **Vrai.**
- E. **Vrai.**

QCM n°7 : B

- A. Faux. C'est une émission *stimulée*.
- B. **Vrai.**
- C. Faux. La désexcitation peut être soit spontanée, soit stimulée.
- D. Faux. MONOchromatique, cohérent et amplifié.
- E. Faux. Le rayonnement laser est toujours dans le spectre du visible. Le rayonnement MASER est une micro-onde.

QCM n°8 : B, D

- A. Faux. Coefficient d'atténuation linéique = $k = \sigma.C = 120 \times 1,44 = 172,8 \text{ m}^{-1}$

ATTENTION AUX UNITES !

$$\sigma = 1200 \text{ L.mol}^{-1}.\text{cm}^{-1} = 120 \text{m}^2. \text{Mol}^{-1}$$

- B. **Vrai.** $I(x) = I_0.e^{-k.x} = I_0.e^{-\sigma.C.x} = I_0.e^{-120.1,44.0,008} = \frac{I_0}{4}$

- C. Faux. Voir réponse B.

- D. **Vrai.** Densité optique = fraction de lumière absorbée = absorbance = F

$$F = \frac{I_0 - I}{I_0} = \frac{I_0 - \frac{I_0}{4}}{I_0} = \frac{\frac{3I_0}{4}}{I_0} = \frac{3}{4}$$

- E. Faux. Voir réponse D.

QCM n°9 : B, D.

- A. Faux. L'infrarouge est plus absorbé par l'oxyhémoglobine tandis que le rouge est plus absorbé par l'hémoglobine.

- B. **Vrai.** Voir réponse A.

- C. Faux. Si le rapport R/IR augmente, on a $R \uparrow$ (hémoglobine \uparrow) et $IR \downarrow$ (oxyhémoglobine \downarrow) par conséquent la saturation en oxygène diminue, car $SaO_2 = \frac{HbO_2}{HbO_2 + Hb}$.

- D. **Vrai.**

- E. Faux. L'oxymétrie de pouls est une spectrométrie d'*absorption*.

QCM n°10 : B, C

- A. Faux. \vec{E}_d et \vec{E}_g ont des composantes horizontales et verticales de même norme : 138 N.C^{-1} pour l'horizontale, et $\frac{466}{2} = 233 \text{ N.C}^{-1}$ pour la verticale.

- B. **Vrai.** N.C^{-1} et V.m^{-1} sont une même unité.

- C. **Vrai.**

- D. Faux. L'activité optique est dextrogyre.

- E. Faux. La solution étant dextrogyre, $n_d < n_g$. On peut le comprendre ainsi : si la composante droite l'emporte sur la gauche, c'est bien parce que celle-ci a plus de facilité à traverser la solution, est moins ralentie par celle-ci. Son indice n_d est donc plus faible (plus proche de 1) que n_g .

QCM n°11 : A, D

- A. **Vrai.** Pour un diamètre de 1mm : $\sin \theta_{\min} = 1,22x \frac{\lambda}{d} = 1,22x \frac{750 \times 10^{-9}}{0,001} = 9,15 \times 10^{-4}$.

Or, on peut faire l'approximation suivante : $\sin \theta_{\min} = \theta_{\min} = \tan \theta_{\min}$.

On a donc une résolution égale à $\tan \theta_{\min} \times 2 = 9,15 \times 10^{-4} \times 2 = 1,83 \times 10^{-3} \text{ m}$

Pour un diamètre de 1cm : $\sin \theta_{\min} = 1,22x \frac{750 \times 10^{-9}}{0,01} = 9,15 \times 10^{-5}$.

La résolution est alors de $1,83 \times 10^{-4} \text{ m}$.

- B. Faux. Cf item précédent.

- C. Faux. Si le rayon est de 3,5mm, le diamètre est de 7mm. La résolution vaut alors : $0,35 \times \tan \theta_{\min} = 0,35 \times \sin \theta_{\min} = 0,35 \times 1,22x \frac{750 \times 10^{-9}}{0,007} = 45,75 \mu\text{m}$.

- D. **Vrai.** Le violet fait partie des longueurs d'onde les plus petites du spectre visible, donc d'un λ bien inférieur à 750nm. En utilisant un tel rayonnement, la résolution serait plus petite, donc meilleure.
- E. Faux. Pour étudier des structures moléculaires, on privilégiera plutôt de très petites longueurs d'onde, comme les rayonnements X ou γ .

QCM n°12 : B, E

- A. Faux. Notre OEM progresse selon l'axe y, dans le sens décroissant. On peut donc simplifier les équations de Maxwell :

$$-\frac{\partial B_x}{\partial t} = \frac{\partial E_z}{\partial y}$$

$$-\frac{\partial B_y}{\partial t} = 0$$

$$-\frac{\partial B_z}{\partial t} = -\frac{\partial E_x}{\partial y}$$

On calcule :

- $-\frac{\partial B_x}{\partial t} = -\frac{\omega}{c}E_0 \cos[\omega(t+\frac{y}{c})] \Leftrightarrow B_x = \frac{E_0}{c} \sin[\omega(t+\frac{y}{c})]$
- $B_y = 0$
- $-\frac{\partial B_z}{\partial t} = -\frac{\omega}{c}E_0 \cos[\omega(t+\frac{y}{c})] \Leftrightarrow B_z = \frac{E_0}{c} \sin[\omega(t+\frac{y}{c})]$

On a donc un champ magnétique de coordonnées : $B(t,y) = (\frac{E_0}{c} \sin[\omega(t+\frac{y}{c})] ; 0 ; \frac{E_0}{c} \sin[\omega(t+\frac{y}{c})])$

- B. **Vrai.** car $E_0 = B_0 \times c = 0,015 \times 3.10^8 = 4500000 \text{ N.C}^1$ avec $c = 3.10^8$ car on est dans le vide
- C. Faux. $\vec{E} = \vec{B} \wedge \vec{c}$. Le produit vectoriel n'est pas commutatif et $\vec{c} ; \vec{E} ; \vec{B}$ forme un repère direct !
- D. Faux. Il est polarisé de manière rectiligne.
- E. **Vrai.**