TUTORAT UE 3 2015-2016 – Biophysique
CORRECTION Séance n°3 – Semaine du 28/09/2015

Optique 2
Mariano-Goulart

QCM n°1 : **A, C**

A. **Vrai.** $\varphi = \frac{\omega z}{c_n} = \frac{2\pi f}{c_n} z = 1{,}26.10^{-5} z$ Hz.m^{-1}.s => $\frac{\omega}{c_n} = 1{,}26.10^{-5}$ => $c_n = \frac{2\pi f}{1{,}26.10^{-5}} = \frac{1570{,}8}{1{,}26.10^{-5}} = 1{,}247.10^{8}\ m.s^{-1}$ => $n = \frac{c}{c_n} = \frac{3.10^8}{1{,}247.10^8} = 2{,}4$

B. Faux. $E = h\nu = 6{,}62.10^{-34} \times \frac{1570{,}8}{2\pi} = 1{,}655.10^{-31}\ J \leftrightarrow E = \frac{1{,}655.10^{-31}}{1{,}6.10^{-19}} = 1{,}03.10^{-12}\ eV = 1.10^{-12}\ eV.$

C. **Vrai**. L'équation donnée montre que l'onde électrique (et magnétique) se propagent dans le sens des z croissants (devant $\frac{\omega z}{c}$ il y a un signe – qui témoigne du sens de propagation de l'onde selon les z croissants), en revanche l'onde est polarisée selon l'axe x.

D. Faux. $Ex = -E0\cos\left(\omega t - \frac{\omega z}{c}\right)$

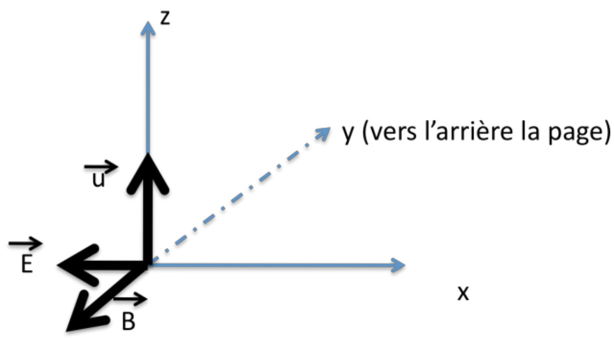
$$\frac{\mathrm{d}Ex}{\mathrm{d}z} = -\frac{\Delta By}{\Delta t}\ (d'après\ les\ équations\ de\ Maxwell)$$

$$\frac{\mathrm{d}Ex}{\mathrm{d}z} = -E_0\,\frac{\omega}{c}\sin\left(\omega t - \frac{\omega z}{c}\right)(la\ derivé\ de - \cos(ax+b) = a\sin(ax+b))$$

$$\frac{\mathrm{d}Ex}{\mathrm{d}z} = -\frac{\mathrm{d}By}{\mathrm{d}t} \Rightarrow \frac{\mathrm{d}By}{\mathrm{d}t} = E_0\,\frac{\omega}{c}\sin\left(\omega t - \frac{\omega z}{c}\right).$$

$$By = -E_0\,\frac{\omega}{c}\frac{1}{\omega}\cos\left(\omega t - \frac{\omega z}{c}\right) = -\frac{E_0}{c}\cos\left(\omega t - \frac{\omega z}{c}\right)\ (car\ la\ primitive\ de\ \sin ax + b = -\frac{1}{a}\cos(ax+b) + K\ où\ K\ est\ une\ constante)$$

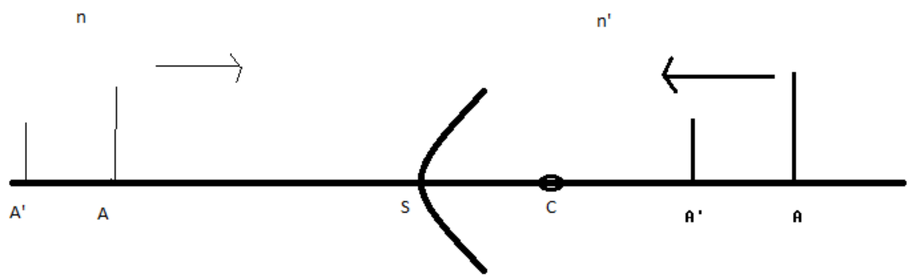
E. Faux**.** B est polarisé selon l'axe y : $B_y = -\frac{E_0}{c}\cos\left(\omega t - \frac{\omega z}{c}\right)$. On a donc $\vec{B}(t,z)$ = (0, $-\frac{E_0}{c}\cos\left(\omega t - \frac{\omega z}{c}\right)$, 0)



QCM n°2 : **A, C, D**

A. **Vrai** $\pi = \frac{n'-n}{SC}$ donc $\overline{SC} = \frac{n'-n}{\pi} = \frac{1,5-1}{5} = 0,1\ m$

B. Faux. On est en présence d'un dioptre convergent (vergence positive). Un dioptre convergent a toujours son centre C dans le milieu le plus réfringent (milieu d'indice de réfraction le plus grand), donc ici dans le verre.



C. **Vrai.** Comme l'énoncé ne précise pas le sens du rayon, on peut donc penser à deux cas de figure : dans le premier cas (représenté en traits fins sur le schéma), le rayon se propage de la gauche vers la droite. D'après la relation de conjugaison $\pi = \frac{n'}{\overline{SA'}}$ - $\frac{n}{\overline{SA}}$ donc $\overline{SA'}$= $\frac{n'}{\pi+n/SA}$ = $\frac{1,5}{5-1/0,15}$ = -0,9 m donc l'image A' du point A se situe devant le dioptre (attention à bien prendre les valeurs orientées : le sens positif est le sens de propagation du rayon, ainsi $\overline{SA}$ = -$\overline{AS}$ = -0,15 m).
Dans le second cas (représenté en trais épais sur le schéma), le rayon se propage de la droite vers la gauche. La relation de conjugaison devient alors $\pi = \frac{n}{\overline{SA'}}$ - $\frac{n'}{\overline{SA}}$ ↔ $\overline{SA'}$= $\frac{n'}{\pi+n/SA}$ = $\frac{1}{5-1,5/0,15}$ = -0,2 m.

D. **Vrai.** Dans le premier cas (gauche vers droite) $\overline{SA}$'= $\frac{1,5}{5-1/0,12}$ = - 0,45 m.
Dans le second cas (droite vers gauche) $\overline{SA}$'= $\frac{1}{5-1,5/0,12}$ = -0,13 m.

E. Faux. Dans le premier cas (gauche vers droite) $\overline{SA}$'= $\frac{1,5}{5-1/0,08}$ = - 0,2 m.
Dans le second cas (droite vers gauche) $\overline{SA}$'= $\frac{1}{5-1,5/0,08}$ = - 0,073 m.

QCM n°3 : **A, C, D, E**

A. **Vrai**. Un œil myope a soit son rayon de courbure trop faible soit la longueur de l'œil trop grande.

B. Faux. Au contraire il faut utiliser des lentilles convergentes car l'image A' d'un point A se fait en arrière la rétine.

C. **Vrai**. Augmenter le rayon de courbure revient à avoir une lentille moins bombée donc à diminuer la puissance : $\pi = \frac{n'-n}{\overline{SC}}$.

D. **Vrai**. En diminuant n' on diminue la puissance de l'œil.

E. **Vrai**. $\pi = \frac{n'}{\overline{SA'}}$ - $\frac{n}{\overline{SA}}$ avec $\overline{SA}$=∞ donc $\pi = \frac{n'}{\overline{SA'}}$ $\overline{SA}$'= $\frac{n'}{\pi}$=$\frac{1,34}{64}$ = 0,0209 m donc l'image A' d'un point A se forme sur la rétine il n'y a pas d'amétropie.

QCM n°4 : **A, B, E**

A. **Vrai**. A ne pas confondre avec le cas d'un rayon incident arrivant perpendiculairement sur un milieu dont l'indice de réfraction tend vers l'infini.

B. **Vrai.** On sait que la célérité de l'onde va diminuer puisque $c_n = \frac{c}{n}$ alors $\lambda = c_n T$ va diminuer. Retenir que quand on passe d'un milieu à un autre la vitesse de l'onde et sa longueur d'onde changent tandis que sa fréquence reste la même.

C. Faux. Attention la fréquence ne dépend pas du milieu mais uniquement de la source.

D. Faux. Elles doivent avoir la même fréquence mais peuvent avoir un déphasage à condition que celui-ci soit constant.

E. **Vrai.**

QCM n°5 : A, B, D

A. **Vrai**. L'onde régressive se propage dans la même direction que l'onde progressive mais en sens inverse. Les ondes progressive et régressive ont même fréquence et même longueur d'onde.

B. **Vrai**. Le terme "normal" désigne le fait que l'onde arrive perpendiculairement sur la paroi réfléchissante, c'est à dire de manière parallèle à la normale de la paroi.

C. Faux. Les noeuds sont espacés d'une distance d = $\frac{\lambda}{2}$.

D. **Vrai.** Les milieux des ventres correspondent au point où l'amplitude de l'onde est maximale. De même que les noeuds, ces points sont espacés entre eux d'une distance d = $\frac{\lambda}{2}$

E. Faux. $L = \frac{N\lambda}{2} \leftrightarrow \lambda = \frac{2L}{N} = \frac{1{,}5 \times 2}{19} = 0{,}16\, m.$

QCM n°6 : F

A. Faux. $r = (\frac{n2-n1}{n1+n2})^2 => \sqrt{r} = \frac{n2-n1}{n1+n2}$

$\Leftrightarrow \sqrt{r}\,(n1+n2) = n2 - n1$

$\Leftrightarrow n1\sqrt{r} + n2\sqrt{r} = n2 - n1$

$\Leftrightarrow n2\sqrt{r} - n2 = -n1 - n1\sqrt{r}$

$\Leftrightarrow n2 - n2\sqrt{r} = n1 + n1\sqrt{r}$

$\Leftrightarrow n2(1-\sqrt{r}) = n1 + n1\sqrt{r}$

$\Leftrightarrow n2 = \frac{n1+n1\sqrt{r}}{(1-\sqrt{r})} = \frac{1{,}5+1{,}5\sqrt{0{,}1}}{(1-\sqrt{0{,}1})}$ = 2,89.

B. Faux.

C. Faux. Aucun milieu ne peut avoir un indice de réfraction inférieur à celui de l'air (n=1)

D. Faux.

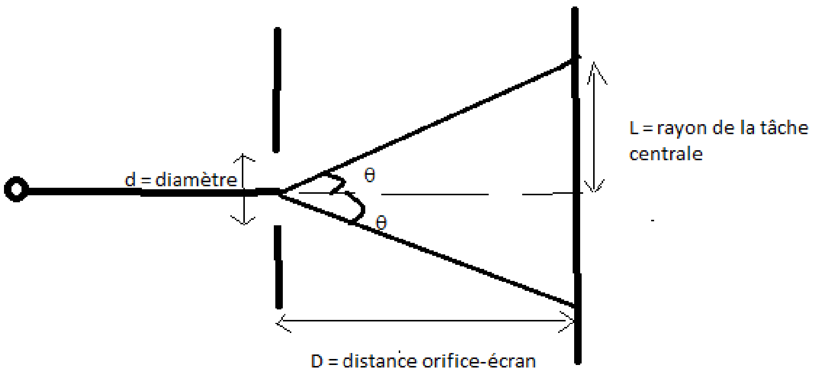
E. Faux. $t = 1 - r = 1 - 0{,}1 = 0{,}9 => 90\%.$

QCM n°7 : A, D, E

A. **Vrai**. $\lambda = \frac{c}{f} = cT = 3.10^8 \times 2.10^{-15} = 600\, nm$

B. Faux**.** Pour des petits angles, le sinus de l'angle est à peu près égal à l'angle (si celui-ci est exprimé en radians). $\theta \approx sin\theta = N \times \frac{1{,}22\lambda}{d}$ avec N entier et d le diamètre d. Ici on demande le plus petit angle possible, donc pour N=1. $\theta \approx sin\theta = 1{,}22 \times \frac{600.10^{-9}}{1.10^{-4}} = 7{,}32.10^{-3}\, rad.$

C. Faux. La valeur donnée dans l'item correspond à la longueur de la demi-tache (donc à son rayon) $r = \tan\theta \times L.$ Pour de petits angles $\tan\theta \approx \sin\theta$ donc $r = \sin\theta \times L = \frac{1{,}22\lambda}{d} \times L = 1{,}22 \times \frac{600.10^{-9}}{1.10^{-4}} \times 4.10^{-2} = 292{,}8$ µm.



Longueur de la tache entière (diamètre) = 2 × longueur de la demi tache (rayon) = 585,6 µm.

D. **Vrai.** Les rayons X ont une longueur d'onde du même ordre de grandeur que l'échelle moléculaire (10^{-10} m).

E. **Vrai.** La résolution augmente bien de manière inversement proportionnelle à la taille de l'objectif. La résolution est angulaire et est proportionnelle à l'angle θ approximé par son sinus qui vaut $\frac{1{,}22\lambda}{d}$ pour un orifice circulaire. **Plus cet angle est petit meilleure est la résolution.** Donc on améliore la résolution (en la diminuant) en augmentant le diamètre de l'objectif.

QCM n°8 : **A, B**

A. **Vrai.** d'après l'équation d'Heisenberg $\Delta x.\Delta p \geq \hbar$.

B. **Vrai.** $\Delta x.\Delta p \geq \hbar \Rightarrow \Delta p \geq \frac{\hbar}{\Delta x} \Leftrightarrow \Delta p \geq \frac{\frac{6{,}62.10^{-34}}{2\pi}}{1.10^{-4}} \Leftrightarrow \Delta p \geq 1{,}05.10^{-30}\ \mathrm{kg.m.s^{-1}}$.

C. Faux. $\Delta x.\Delta p$ est borné inférieurement donc l'incertitude sur l'impulsion est supérieur ou égale à $\frac{\hbar}{\Delta x}$. De plus l'incertitude sur la position du photon correspond bien au diamètre de l'orifice et non à son rayon.

D. Faux. L'équation est $\Delta x.\Delta p \geq \hbar$ (=h/2π) et pas $\Delta x.\Delta p \geq h$

E. Faux. D'après les incertitudes d'Heisenberg on ne peut pas définir de trajectoire mais une probabilité de présence que l'on va pouvoir calculer grâce aux équations de Schrödinger.

QCM n°9 : **A, B**

A. Vrai.

B. **Vrai**. Une addition algébrique prend en compte le signe de l'équation d'onde, ce n'est pas une simple addition des intensités. Les ondes cohérentes sont caractérisées par un déphasage constant dans le temps, une même longueur d'onde et on peut les additionner algébriquement. Par contre pour former une onde stationnaire il faut que les ondes cohérentes (onde progressive et onde régressive) soient en phase (déphasage nul).

C. Faux. Cohérence d'une onde et diffraction sont deux phénomènes complètement indépendants. En revanche après diffraction d'une onde incidente les ondes diffractées sont bien cohérentes.

D. Faux. Ici on attendait "quantité de mouvement" ou impulsion, pas quantité de matière. La relation de De Broglie est $\lambda = \frac{h}{p}$ avec p la quantité de mouvement qui vaut mv dans le cas de particules massiques (même si on est d'accord que m est relié à la quantité de matière par la relation m = N× M)

E. Faux. Les ondes sphériques peuvent également l'être.

QCM n°10 : **A, B, D**

A. **Vrai.** Tout corps peut présenter des propriétés d'onde et de corpuscule à condition qu'il soit en mouvement. Cependant les propriétés ondulatoires des corps ne sont observables expérimentalement que pour des corps de petite taille.

B. **Vrai.** Ces zones sont dites destructrices car la somme algébrique de l'amplitude des rayonnements est nulle.

C. Faux. Ceci est vrai sauf au niveau de la tache centrale où les zones destructrices vont être espacées d'un angle valant $2\frac{\lambda}{b}$.

D. **Vrai**. La vitesse du canard est de 5 km/h pour avoir des $m.s^{-1}$ on divise par 3,6 => $v = \frac{5}{3{,}6} = 1{,}388\ m.s^{-1} \Rightarrow \lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m.v} = \frac{6{,}62.10^{-34}}{10\times 1{,}388} = 4{,}77.10^{-35} m$.

E. Faux. 90V => E = 90 eV = $1{,}6.10^{-19}\times 90 = 1{,}44.10^{-17}$ J. Cette énergie potentielle électrique, liée à la différence de potentiel, est transmise intégralement à l' électron sous forme d'énergie cinétique lors de l'accélération. On peut donc écrire $\mathrm{E} = \mathrm{Ec} = \frac{1}{2}\mathrm{mv}^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E}{m}} \Rightarrow p = mv = m \times \sqrt{\frac{2E}{m}} = \sqrt{2mE = \sqrt{2mqV}} \Rightarrow \lambda = \frac{\mathrm{h}}{\mathrm{p}} = \frac{\mathrm{h}}{m\times\sqrt{\frac{2qV}{m}}} = \frac{6{,}62.10^{-34}}{9{,}11.10^{-31}\times\sqrt{\frac{2\times 90\times 1{,}6.10^{-19}}{9{,}11.10^{-31}}}} = 0{,}129.10^{-9}\ m = 0{,}129\ nm.$

QCM n°11 : **B**

A. Faux. La vitesse de propagation de la lumière est une caractéristique du milieu. Si elle est modifiée, c'est donc qu'on change de milieu : λ subira donc la même modification. $E = \frac{hc}{\lambda}$ alors l'énergie associée à la radiation est la même.

B. **Vrai.** $E = \frac{hc}{\lambda}$ si la longueur d'onde diminue entre deux ondes (sans que c varie, on ne change pas de milieu mais on change alors la fréquence) alors l'énergie associée aux radiations augmente.
C. Faux. On sait que $n = \frac{c}{c_n}$ donc si n diminue alors c_n augmente mais, d'après item A, λ_n augmente aussi, alors l'énergie associée à la radiation reste la même. En effet E = $E = \frac{hc}{\lambda} = hf$. Or f ne dépend pas du milieu, donc l'énergie ne dépend pas non plus du milieu.
D. Faux. En utilisant la formule E = $\frac{hc}{\lambda}$ en utilisant les USI (c en $m.s^{-1}$ et λ en m) on obtient le résultat en joules tandis qu'en utilisant la formule E = $\frac{1240}{\lambda(nm)}$ on obtient le résultat en électron-volts.
E. Faux. Par définition un rayon est ionisant si son énergie est supérieure à 13,6eV. E = $\frac{1240}{\lambda(nm)} \leftrightarrow \lambda = \frac{1240}{E} = \frac{1240}{13,6}$ = 91,2 nm. Il faut donc que la longueur d'onde du photon soit inferieure à 91 nm.

QCM n°12 : **A,E**

A. **Vrai**. La relation de Louis de Broglie : $\lambda = \frac{h}{p}$ montre qu'à tout corps EN MOUVEMENT on peut associer une longueur d'onde (il faut que p = mv soit différent de 0). Or à une température différente du 0 absolu (0 Kelvin), toute particule est en mouvement.
B. Faux. Attention aux unités, il faut toujours faire une analyse dimensionnelle, p = m.v s'exprime donc en $kg.m.s^{-1}$
C. Faux. L'énergie de la radiation est calculée par la relation E = $\frac{hc}{\lambda}$ ou E = hν. La fréquence pouvant varier de manière continue, l'énergie d'un photon peut donc varier de manière continue et n'est de fait pas quantifiée. par contre l'énergie des photons X de fluorescence est quantifiée et caractéristique de l'atome concerné par la désexcitation à l'origine du photon.
D. Faux. $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m.V} = \frac{6,62.10^{-34}}{1000 \times 100/3,6} = 2,38.10^{-38} m.$
E. **Vrai.** L'évocation du vecteur d'onde confirme qu'on parle ici du principe de Fermat.

QCM n°13 : **A, B, C**

A. **Vrai.** Ce qui se traduit par $\Delta x.\Delta p_x \geq \frac{h}{2\pi}$. De même on ne peut pas connaitre à la fois le temps de transfert d'énergie et la quantité d'énergie transférée : $\Delta E.\Delta t \geq \frac{h}{2\pi}$
B. **Vrai.**
C. **Vrai**.
D. Faux. Ce n'est pas un problème d'observateur ou d'appareil de mesure.
E. Faux. Même s'ils sont envoyés un à un il y aura un phénomène de diffraction. En effet la diffraction est constante, c'est la mise en évidence du principe d'incertitude d'Heisenberg de l'item A.

QCM n°14 : **F**

A. Faux. Le photon est un boson, c'est l'intermédiaire de l'interaction électromagnétique.
B. Faux. Ce sont les équations de Schrödinger qui permettent de calculer la probabilité de présence.
C. Faux. Les équations de Schrödinger permettent le calcul de la probabilité de présence de l'électron mais elles ne peuvent pas donner la position : principe d'incertitude.
D. Faux. Du fait de la dualité onde-corpuscule l'électron subit le phénomène de diffraction (exemple de l'électron accéléré sous 100V qui a une longueur d'onde de l'ordre des dimensions atomiques et moléculaires sur lesquels il pourra donc subir une diffraction).
E. Faux. Pour qu'on puisse observer la dualité one-corpuscule la longueur d'onde ne doit pas être négligeable devant les dimensions de l'environnement. Pour observer un phénomène de diffraction, il faut que la longueur d'onde soit du même ordre de grandeur que l'objet sur lequel elle se produit (la fente).C'est pourquoi on ne peut pas observer les propriétés ondulatoires associées à un homme qui marche : la longueur d'onde associée est trop petite par rapport aux dimensions de l'environnement.