FACULTE
De
PHARMACIE

TUTORAT UE3 2011-2012 – Physique
CORRECTION Séance n°7– Semaine du 7/ 11 /2011

Optique 1- Pr.D.Mariano-Goulart

Séance préparée par Nicolas Blanc-Sylvestre, Caroline Castanié

NB : Attention nous avons changé la correction du qcm 1 item d) par rapport à ce qui a été dit en séance.

QCM n°1 : **e**

a) Faux : Le son est une onde progressive de vibration **longitudinale**.
b) Faux : c'est l'inverse.
c) Faux : Signal périodique et intégrable.
d) Faux **:** les ondes sinusoïdales sont pures et ne peuvent pas être décomposés.
e) **Vrai**

QCM n°2 : **f**

a) Faux
b) Faux **:**C'est l'angle maximum qu'on cherche.
Avec un angle incident de 54° on a :
- Pour le premier angle entre milieu n0 et n1 : n0.sin(0)=n1.sin1 → sin-1=36.4°
- Le triangle formé par l'axe de la fibre et le deuxième angle de réfraction est rectangle donc : 180-90-37.4=53.6°
- Pour le deuxième angle : n1.sin(i1)=n2.sin(i2) → sin(i2)=1 → On retrouve donc la réflexion totale exprimée dans l'énoncée ! L'angle formé sera égale à 90°.

c) Faux
d) Faux
e) Faux : Pour un angle de 45° le rayon réfléchi est de 59°.

QCM n°3 : **a, b, c, e**

a) **VRAI** : Pour obtenir une onde stationnaire entre 2 parois, la distance entre celles-ci est quantifiée selon la formule suivante : $L = n \times (\frac{\lambda}{2})$ avec n un entier naturel. Ainsi L_{min} s'obtient pour n=1 d'où $Lmin = 1 \times (\frac{\lambda}{2})$ A.N : L_{min}=0.001m soit 1mm

b) **VRAI** : Si l'on prend n=340 on obtient $L = 340 \times L_{min} = 340\ mm$ soit 34cm.
c) **VRAI** : Rappelons l'équation d'une onde stationnaire : $E(x\,;t) = A \times sin(kx) \times cos(\omega t)$ avec A un nombre réel. En posant sin $(kx) = 0$ on recherche les points situés sur l'axe des abscisses pour lesquels l'amplitude de l'onde est nulle. $sin(kx) = 0$ équivaut à $kx = 0 + \pi n$ avec n un entier naturel. $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ Ainsi $2\pi x = n\pi\lambda\ \ soit\ \ x = n \times (\frac{\lambda}{2})$.

d) FAUX. Maintenant si l'on recherche les instants t pour lesquels l'amplitude de l'onde stationnaire est nulle, on pose $cos\,(\omega t) = 0$ soit $\omega t = (\frac{\pi}{2}) + n\pi$ ainsi $2\pi \times f \times t = \pi \times (0.5 + n)$ soit $2 \times f \times t = 0.5 + n$ d'où $t = (\frac{1}{2f}) \times (0.5 + n) = \frac{T}{2} \times (0.5 + n)$

e) **VRAI** : Cf. cours.

QCM n°4 : **a, d**

a) **Vrai** : $\omega = 2 \times \pi \times f\ d'où\ f = \frac{\omega}{2\pi}$ soit $f = \frac{2\times10^6}{2\pi}$. On obtient f≈3.18*$10^5$=0.318 MHz

b) Faux : $c = \lambda \times f$ d'où $\lambda = \frac{c}{f}$, soit $\lambda = \frac{(c\times2\times\pi)}{\omega}$. $\lambda = \frac{(3\times2\pi)}{2\times10^6} \approx 9.42 \times 10^{-6}$ soit 9.42µm que l'on peut aussi écrire 9 420 nm.

c) Faux : $E = \frac{1240}{\lambda}$ avec E exprimée en eV et λ en nm. On pose ainsi $E = \frac{1240}{9420} \approx 0.132\ eV$ On rappelle : $1.602 \times 10^{-19} J = 1\ eV$. D'où $E(en\,J) = 0.132 \times 1.602 \times 10^{-19} \approx 2.11 \times 10^{-20}\ J$

d) **Vrai** : $|k| = |\frac{\omega}{c}| = 2 \times \frac{10^6}{3} \approx 6.67 \times 10^5$ SI

e) Faux : Cette équation correspond à celle d'une onde progressive sinusoïdale. L'équation d'une onde stationnaire se caractérise par la formule suivante:
$E(x\,;t) = A \times sin(kx) \times cos(\omega t)$ avec A un nombre réel.

QCM n°5 : **a, d, e**

a) **Vrai** : X correspond bel et bien à la célérité de l'onde électromagnétique (cf . cours). En disposant de la permitivité électrique et de la perméabilité magnétique on obtient l'équation suivante :$X = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon\mu}} = 2 \times 10^8 m.s^{-1}$.

b) Faux. L'indice de réfraction n est tel que $c_m = \frac{c}{n}$. Or on sait que $c_m \leq c$ d'où $1 \leq n$. Ainsi $n = \frac{c}{c_m} = 1.5$.

c) Faux. Selon l'équation du champ électrique, ce dernier voit sa composante E_y varier lorsqu'il se propage le long de l'axe (Oz). Ainsi en accord avec les équations de Maxwell $\frac{-\delta E_y}{\delta z} \neq 0$ d'où $\frac{-\delta B_x}{\delta t} \neq 0$ soit B_x varie au cours du temps. On obtient donc un champ magnétique de la forme : $\vec{B}(z;t) = (B_0 \sin(\omega'(t - \frac{z}{X})); 0; 0)$ avec $\omega' = \omega$ car les deux champs constituants l'OEM sont en phase !

d) **Vrai** : Selon les équations de Maxwell, les directions de propagation de $\vec{B}$, $\vec{E}\ et\ \overrightarrow{c_m}$ sont respectivement orthogonales les unes par rapport aux autres. $\vec{B}$ se propage selon (Ox), $\vec{E}$ selon (Oy). On en déduit que dans le répère orthonormal direct donné la direction de $\overrightarrow{c_m}$ est (Oz). (On peut appliquer la règle des 3 doigts de la main droite ou celle du tire-bouchon).

e) **Vrai** : L'énoncé précise que la direction de $\vec{E}$ est fixe au cours du temps. Or on sait qu'elle est orthogonale à celle de $\overrightarrow{c_m}$, donc la polarisation de cette OEM est rectiligne.

QCM n°6 : **d, e**

a) Faux : $\bar{\pi} = \frac{n_1 - n_2}{r} = \frac{1-1.5}{-10\times10^{-2}} = 5\ dioptries$

b) Faux : D'après la relation de conjugaison, $\bar{\pi} = \frac{n_2}{SA'} - \frac{n_1}{SA}$ d'où $SA' = \frac{n_2}{(\pi + \frac{n_1}{SA})} = 10cm$. L'image se trouvera du côté du point A en avant du dioptre car le signe de SA' est ici négatif.

c) Faux : Toujours en utilisant la relation de conjugaison, $\bar{\pi} = \frac{n_1}{SA} - \frac{n_2}{SA'}$ soit $SA = \frac{n_1}{(\frac{n_2}{SA'} + \pi)} = 2.6cm$.
L'image se trouvera du côté du point A' en arrière du dioptre car SA < 0

d) **Vrai** : $n_2 > n_1$, le dioptre est donc convergent pour un rayon en provenance du milieu 1 ; il se rapprochera ainsi de l'axe optique une fois dans le milieu 2.

e) **Vrai** : Selon la relation de Snell-Descartes, i_1 est un angle de réflexion totale si $n_2 \times \sin i = n_1$, d'où $= \sin^{-1}\left(\frac{n_1}{n_2}\right) \approx 42°$.

QCM n°7 : a, b, d

a) **Vrai** :A_0 (signal de période infinie) correspond à la moyenne du signal soit ici 0.
b) **Vrai** : g(t) correspond à la somme de fonctions cosinus (soit des fonctions paires) ainsi on déduit que $\cos(-n\omega t - \phi n) = \cos(n\omega t - \phi n)$; or $\cos(-n\omega t) = \cos(n\omega t)$ ainsi $\phi n = 0 + 2\pi N$.
c) Faux. Cf b)
d) **Vrai** : Une décomposition en série de Fourier consiste à décomposer un signal S en une somme d'harmoniques ayant chacun pour propriété d'avoir une fréquence f_n, multiple de la fréquence f_s du signal S. Or $\omega = 2\pi f$. Ainsi les fréquences f_n sont telles que $f_n = N \times f_s$.
e) Faux : Toute harmonique possède une amplitude propre. C'est la moyenne du signal qui est nul.

QCM n°8 : a, b

a) **Vrai** : $n_{air} < n_{verre}$, ainsi les rayons en provenance du milieu aérien vont avoir tendance à converger vers l'axe optique une fois la surface du dioptre traversé.
b) **Vrai** : $\bar{\pi} = \frac{n' - n}{SC} = \frac{1.67 - 1}{4.2 \times 10^{-3}} \approx 160\ dioptries$ (sachant que les dioptries correspondent à des m^{-1}.)
c) Faux : Il faut se servir de la relation de conjugaison : $\bar{\pi} = \frac{n'}{\overline{SA'}} - \frac{n}{\overline{SA}}$. Si on cherche SA tel que A est le foyer objet, on en déduit que SA' dans ce cas tend vers l'infini soit $\frac{n'}{\overline{SA'}} \approx 0$. D'où $\bar{\pi} = -\frac{n}{\overline{SA}}$ et $SA = \frac{-n}{\bar{\pi}}$ soit A en tant que foyer objet est situé à environ 6.3 mm en amont de la surface de la lentille. Pour calculer le foyer image que l'on posera en A', on considère que SA est situé à l'infini en amont de l'axe optique soit $-\frac{n}{\overline{SA}}$ tend vers 0. D'où $SA' = \frac{n'}{\bar{\pi}} \approx 1cm$. Le foyer image se situe à 1cm derrière la surface du dioptre.
d) Faux : On prend SA=10 km et à partir de la relation de conjugaison on déduit : $SA' = \frac{n'}{\bar{\pi} + \frac{n}{SA}} = 1cm.$
Or on a calculé dans l'item c) que le foyer image se situe à 1cm derrière la surface du dioptre. L'image de l'OVNI ne sera donc pas distinguée, mais focalisée au niveau du foyer. Pas si ultra performante que ça la lentille !
e) Faux : Les rayons en provenance du foyer objet seront, une fois la surface du dioptre traversée, parallèles à l'axe optique.

QCM n°9 : a, c, d, e

a) **Vrai**. $I_1 = I_0 \times e^{-kx}$, avec k le coefficient linéique d'atténuation. Ainsi $k = \frac{-\ln\frac{I_1}{I_0}}{x} = 0.2\ m^{-1}$.
b) Faux. Pour obtenir k en m^{-1}, il faut convertir x en mètre.
c) **Vrai**. Selon la loi de Beer : $k = \sigma \times c$, avec σ la section molaire efficace et c : la concentration en $mol.m^{-3}$. Ainsi $c = \frac{k}{\sigma} = 1000 mol.m^{-3}\ soit\ 1 mol.L^{-1}$.
d) **Vrai**. On pose: $\frac{I_0}{2} = I_0 \times e^{-0.2x}$ soit $x = \frac{\ln 2}{0.2} \approx 3.5\ m$
e) **Vrai**.

QCM n°10 : a, b, d, e

a) **Vrai** : $I_{tot} = \frac{P}{4\pi d^2} = \frac{100}{4\pi \times (10 \times 10^{-2})^2} \approx 796\ W.m^{-2}$
b) **Vrai** : $I_{S;d=8}$ et $I_{S;d=2}$ sont de la forme $I_{S;d} = \frac{P \times S}{4\pi \times d^2}$ ainsi pour une même surface $I_{S;d=8}$ est directement proportionnel à $\frac{1}{8^2}$ et $I_{S;d=2}$ est proportionnel à $\frac{1}{2^2}$. Ainsi $\frac{I_{S;d=2}}{I_{S;d=8}} = \frac{8^2}{2^2} = 16.$
c) Faux : cf b)
d) **Vrai** : $P = \frac{P_{tot} \times S}{4\pi d^2}$ d'où $S = \frac{P \times 4 \times \pi \times d^2}{P_{tot}} \approx 12 \times 10^{-4} m^2\ soit\ 12\ cm^2$.
e) **Vrai** : c'est la définition du vecteur d'onde.

QCM n°11 : **a, b, d, e**

a) **Vrai**
b) **Vrai**
c) Faux : une radiation est une onde pure, elle ne peut pas se décomposer.
d) **Vrai**
e) **Vrai**

QCM n°12 : **a, b**

a) **Vrai** : $I = \frac{P_{tot}}{4\pi d^2}$ avec I : intensité ou puissance surfacique dans un rayon d autour de la source ; P_{tot} : puissance totale donnée dans l'énoncé soit 2W ; 4π : angle exprimé en stéradian, correspondant à l'espace entier et d : rayon entre la source et la surface d'onde considérée soit 2m selon l'énoncé.
Application Numérique (A.N) : $I = \frac{2}{4\pi 2^2} = 0.039789 \approx 0.04\ W.m^{-2} soit\ 40mW.m^{-2}$

b) **Vrai** :$P_{reçue} = \frac{P_{tot} \times S_{irradi\ ée}}{4\pi d^2} = I \times S_{irradi\ ée}$ avec $S_{irradiée}$= surface irradiée considérée, ici ce sont les verres de la paire de lunettes de Rémi.
Ainsi $S_{irradi\ ée} = 7 \times 4 \times 2 = 56\ cm^2\ soit\ 56 \times 10^{-4} m^2$ (il y a 2 verres)
On a donc $P_{reçue} = \frac{2 \times 56 \times 10^{-4}}{4\pi \times 2^2} = 0.223\ mW.$

c) Faux : Lorsque que Rémi est à 2m de Do : le facteur directement proportionnel à l'intensité reçue, en lien avec la distance de Rémi à la source est $\frac{1}{2^2}$ soit 0.25
Lorsque Rémi s'éloigne de 3m supplémentaires il se situe à 3+2=5m de la source, le facteur précédemment évoqué s'élève alors à $\frac{1}{5^2}$ soit 0.04
Or$\frac{0.25}{0.04} = 6.25$. La puissance reçue est divisée par 6.25 et non 9.

d) Faux : L'onde en question correspond à une onde sphérique pure, comme mentionné dans l'énoncé, ainsi à proximité de la source les surfaces d'ondes sont des cercles concentriques. Ce n'est qu'à distance de la source et localement que l'on se permet de considérer les surfaces d'ondes en tant que plans parallèles.

e) Faux : Le vecteur d'onde k, caractéristique de l'onde, a pour norme $|k| = \frac{\omega}{c}$ soit $|k| = \frac{2\pi}{\lambda}$, ainsi |k| et λ ne sont pas directement proportionnels. |k| et $\frac{1}{\lambda}$ le sont.