TUTORAT UE 3 2015-2016 – Biophysique
CORRECTION Séance n°2 – Semaine du 21/09

Optique 1
Pr Mariano-Goulart

QCM n°1 : **A, D, E**

A. **Vrai**.
B. Faux. La lumière blanche est composée d'une multitude d'ondes de différentes longueurs d'onde. C'est une lumière polychromatique.
C. Faux. Certaines ondes ont besoin d'un milieu matériel pour se propager, c'est le cas des ondes sonores.
D. **Vrai**.$c_n = \frac{c}{n}. = \frac{\lambda_n}{T} = \lambda_n f$..La fréquence d'une onde monochromatique ne change pas avec le milieu, mais la vitesse dépend du milieu de propagation car la longueur d'onde change avec le milieu**.** NB : Si l'onde est polychromatique, l'indice de réfraction d'un milieu est fonction de la fréquence (ou longueur d'onde) des ondes pures qui la composent (phénomène de dispersion observé avec un prisme).
E. **Vrai**. Ce vecteur précise la direction et le sens de propagation de l'onde et a pour norme k = $\frac{\omega}{c}$.

QCM n°2 : **: B, D**

A. Faux. $ɿ = cT$ avec c la célérité de la lumière en m.s^{-1} et T en s, donc m.s^{-1} x s = m
ɿ est bien proportionnelle à T mais s'exprime en m. Remarque : la période spatiale est la longueur d'onde (notée λ dans le cours).
B. **Vrai.** $\omega = \frac{2\pi}{T}$ avec 2π en radian et T en s donc $\frac{rad}{s} = rad.s^{-1}$.
C. Faux. $k = \frac{\omega}{c}$, k est proportionnel à ω, le reste de la proposition est vraie.
D. **Vrai.** On a, d'après les propositions précédentes : $ɿ = cT$; $\omega = \frac{2\pi}{T}$; $k = \frac{\omega}{c}$
On peut donc écrire : $k = \frac{\omega}{c} \Leftrightarrow k = \frac{2\pi}{cT} \Leftrightarrow k = \frac{2\pi}{ɿ}$.

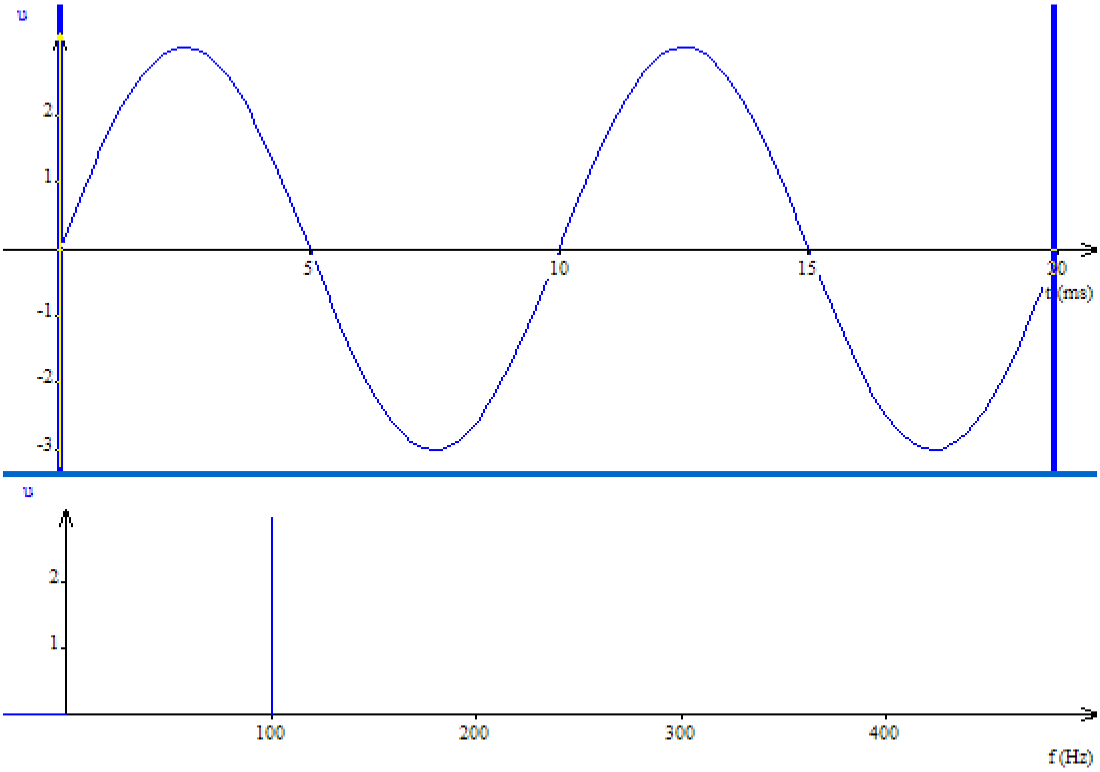
E. Faux. Dans le Système International on exprime les angles en radians.

QCM n°3 : **A**

A. **Vrai**. $\lambda = cT = \frac{c}{f}$. f est une caractéristique de l'onde qui ne dépend pas du milieu de propagation, mais la célérité c varie en fonction du milieu de propagation.
B. Faux. Il n'existe pas de charge magnétique (cf la deuxième équation de Maxwell),
C. Faux. Une onde électromagnétique permet un transport d'énergie sans transport de matière.
D. Faux. La polarisation est rectiligne si la direction de $\vec{E}$ est constante dans le temps. La polarisation ne dépend de la norme du champ électrique.
E. Faux. Même si la norme reste constante, le vecteur $\vec{E}$ peut lui varier de position dans le temps. On aura donc un champ magnétique non permanent et orthogonale au vecteur $\vec{E}$.

QCM n°4 : **A, D**

A. **Vrai.** Le signal est périodique et intégrable ➔ décomposition en série de Fourrier (somme de fonction sinus ou cosinus) possible.
B. Faux. La fréquence fondamentale est celle qui se situe tout à gauche, elle vaut 100Hz ici. On la retrouve à partir du signal initial (figure du haut) : la période T est de 10 ms soit 0.01 sec ➔ fréquence fondamentale f =1/T =100 Hz. La fréquence de 300 Hz correspond à l'harmonique d'ordre n=3.
C. Faux. Le signal se répète identique à lui-même au bout de 10 ms.
D. **Vrai** .1 harmonique = 1 seule fréquence = onde pure.



E. Faux. Le plus souvent, les instruments de musiques produisent des ondes sonores complexes, le diapason lui émet une onde sonore pure.

QCM n°5 : **E**

A. Faux. 4 SI correspondent à l'amplitude de l'onde, la différence de hauteur entre la position la plus basse et la position la plus haute d'un point de la corde vaut deux fois l'amplitude, en l'occurrence 8. En effet le signal varie entre –A et +A où A est l'amplitude (le sinus variant entre -1 et +1).
B. Faux. Le signal est centrée sur 0.5, valeur qui correspond à la hauteur du point de la corde avant perturbation.
C. Faux. Elle se fait selon les x croissants car on a une onde de la forme $g(t,x) = Ao + A.cos(\omega t - kx)$, si c'était selon les x décroissants on aurait $g(t,x) = Ao + A.cos(\omega t + kx)$.
D. Faux. Une onde progressive sinusoïdale peut être modélisée par une fonction cos ou sin car on peut ramener l'une à l'autre modulo π/2. Une onde sphérique est modélisée par $g(t,r) = A.sin(\omega t + \frac{\omega r}{c})\ avec\ r = \sqrt{x^2+y^2+z^2}$ (propagation dans les 3 directions de l'espace).
E. **Vrai.** Equation d'Alembert : $\frac{\partial^2 g(t,x)}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2 g(t,x)}{\partial t^2}$ ➔ on peut trouver c en déterminant la relation entre $\frac{\partial^2 g(t,x)}{\partial x^2}$ et $\frac{\partial^2 g(t,x)}{\partial t^2}$ puis en identifiant avec l'équation d'Alembert (cf qcm 4 de l'ED2).

QCM n°6 : **B, C**

A. Faux. $I\left(\frac{W}{m^2}\right) = \frac{Ptot}{4\pi r^2} \Leftrightarrow Ptot = I \times 4\pi r^2$

A.N. : $Ptot = 70 \times 4\pi 2^2$ = 3519 W

$Precue = \frac{Ptot \times Sirr}{4\pi r^2}$

A.N.: $Precue = \frac{3519 \times 1500}{4\pi 4^2}$x 10^{-4} = 2.625 W

B. **Vrai.** $Precue = Erecue \times \Delta t \Leftrightarrow Erecue = \frac{Precue}{\Delta t}$

A.N. : $Erecue = 2.625 \times 60 \times 60 = 9450$ J

C. **Vrai.** Les W sont des J.s^{-1} soit de kg.m^2.s^{-3}.

D. Faux. Le professeur passe d'une distance de 4m à une distance de 16m, il diminue la puissance reçue d'un facteur $(16/4)^2$ = 16. Diviser sa surface corporelle par 2 n'est donc pas autant efficace.

E. Faux. Pour avoir la même protection, il faut le diviser par 16.

QCM n°7 : **A, C, D**

A. **Vrai**.

B. Faux. Il n'y a pas de déphasage, tous les points de l'espace atteignent leur maximum (ou leur min) en même temps. En effet, dans une onde stationnaire, la dimension de l'espace (x en l'occurrence dans ce qcm) n'est pas présent dans la phase mais dans l'amplitude➔ la phase ne dépend pas de x.

C. **Vrai**. Si il y a formation d'une onde stationnaire alors la distance entre les deux parois de la cavité L suit la relation L=$n\frac{\lambda}{2}$ avec n = nombre entier correspondant au nombre de ventres, les nœuds étant positionnés sur chaque valeur de $n\frac{\lambda}{2}$. On compte 13 nœuds donc n=12 ventres, d'où $\lambda = \frac{2L}{n} = \frac{2\times 0{,}75}{12} = 0{,}125m.$

D. **Vrai**. Elle est maximale au milieu des ventres et nulle au niveau des noeuds. Onde stationnaire : le terme de dimension (x) se trouve dans l'amplitude. L'amplitude de l'onde est ici $\vec{\mathbf{A}}(\mathbf{x}) = -2\sin\left(\frac{\omega x}{c}\right).\overrightarrow{E_0}$.

E. Faux. Dans une équation d'onde, l'amplitude correspond au facteur qui multiplie le cos (ωt) ou le sin (ωt) ==> l'amplitude de l'onde est ici $\vec{A}(x) = -2\sin\left(\frac{\omega x}{c}\right).\overrightarrow{E_0}$.

QCM n°8 : **B, E**

A. **Vrai**. Π = $\frac{(n'-n)}{\overline{SC}}$=85Dp (toujours milieu d'arrivée - milieu initial)

B. Faux.

C. Faux. On a Π>0 donc le dioptre est convergent (c'est toujours le cas quand l'indice de réfraction augmente entre milieu initial et milieu final).

D. Faux. La formule de conjugaison pour un dioptre sphérique nous donne $\frac{(n'-n)}{\overline{SC}} = \frac{n'}{\overline{SA'}} - \frac{n}{\overline{SA}}$. On a donc $\overline{SA'} = \frac{n'}{\frac{(n'-n)}{\overline{SC}} + \frac{n}{\overline{SA}}} = \frac{1{,}34}{\frac{1{,}34-1}{4.10^{-3}} + \frac{1}{(-50.10^{-2})}} = 0{,}016$m. Attention la distance entre l'objet et le sommet du dioptre est considérée comme étant négative.

E. **Vrai**. Les deux triangles SAB et SA'B' sont des homothéties (c'est à dire qu'ils sont proportionnels parce qu'ils ont un sommet commun et un côté sur une même droite) car le système est aplanétique (image parallèle à l'objet). On peut donc appliquer le théorème de Thalès : $\frac{SA}{SA\prime} = \frac{AB}{A'B'}$

donc $A'B' = AB\frac{SA\prime}{SA} = 10.10^{-3} \times \frac{0{,}016}{50.10^{-2}} = 3{,}23.10^{-4}\ m.$

QCM n°9 : **A, E**

A. **Vrai**. Quand n2 tend vers l'infini, l'expression de la fraction réfléchie r=$(\frac{n_1-n_2}{n_1+n_2})^2$ tend vers 1 (cas du miroir parfait)
B. Faux. r=$(\frac{n_1-n_2}{n_1+n_2})^2=\frac{9}{196}$ et t=1-r = $\frac{187}{196}$.
C. Faux.
D. Faux. Pour qu'il existe un angle d'incidence limite de réflexion totale, il faut nécessairement que $n_2<n_1$.
E. **Vrai**. S'il existe plusieurs milieux, les rayons auront des trajectoires rectilignes dans chacun des milieux.

QCM n°10 : **A, D, E**

A. **Vrai**. La longueur d'onde dépend de n:
$\lambda_n = \frac{\lambda 0}{n}$ et $c_n = \frac{\lambda n}{T}$
B. Faux. Aucun des deux n'est modifié, ces deux facteurs sont propres au rayonnement.
C. Faux. Le milieu 3 à un indice de réfraction n_3 plus petit, et d'après le principe de Fermat :
$L\,(A \to B\,) = n.dist(A,B)$
D. **Vrai.** Le milieu le plus réfringent est celui qui possède l'indice de réfraction n le plus élevé.
E. **Vrai**. Le rayon se propage au sein du fibroscope sans perdre d'intensité (comme s'il rebondissait) par réflexion totale sur les parois d'indice n3 = 1,15.

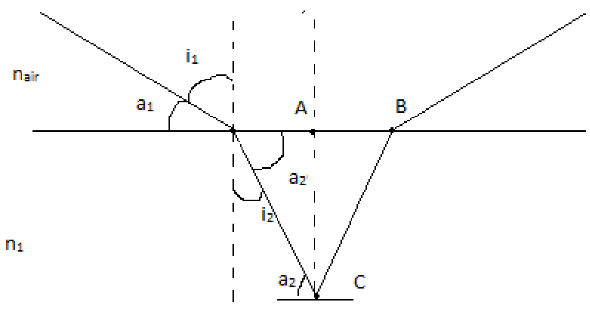
QCM n°11 : **B, C, D, E**

A. Faux. Minimum 47°, soit ici $i3 > \arcsin\,(\frac{n3}{n2})$, AN : $i3 > \arcsin\,(\frac{1.15}{1.56})$,
B. **Vrai.** Dans un triangle la somme des angles vaut 180°, donc i_2 = 180-90-47=43°
C. **Vrai.** Si i_3 vaut 47°, alors i_2 vaut 43° (item précédent), or $n_1.\sin(i_1)=n_2.\sin(i_2)$

$\Leftrightarrow \sin(i_1)= \frac{n2}{n1}.\sin(i_2) \Leftrightarrow i_1=\arcsin(\frac{n2}{n1}).\sin(i_2))$
D. **Vrai.** $r = (\frac{n2-n3}{n2+n3})^2$ AN : $r = (\frac{1.56-1.15}{1.56+1.15})^2$ = 0.023. Attention, le coefficient de réflexion n'est défini que pour un rayon d'incidence normale. Il ne dépend que des indices de réfraction des milieux de part et d'autre du dioptre. Idem pour le coefficient de transmission.
E. **Vrai.** $t = 1 - r$ AN : t = 1 – 0,023 = 0,977

QCM n°12 : **B, C, D**

A. Faux. L'angle du rayon par rapport à la surface de l'eau i_1 vaut 90-25=65°. Avec i_2 l'angle transmis on a $n_1 \sin(i_1)=n_2\sin(i_2) \Leftrightarrow i_2 = \arcsin(\frac{n1}{n2}\sin(i_1))$ soit i_2 = 43°. Soit l'angle que forme le rayon transmis avec la surface de l'eau de 90-43=47°. Etant des angles alternes-internes, a_2 vaut dont aussi 47°.



B. **Vrai.** D'après une des lois de Snell-Descartes, l'angle des rayons incidents et réflechis sont égaux. Donc i_2 par alterne interne vaut l'angle de réflexion par rapport à la normale du miroir du rayon incident et réfléchis sur le miroir, l'angle a_2 correspond à l'angle ABC. Donc $\cos(a)=\frac{coté\ adjacent}{hypoth\acute{e}nuse}$ donc $\cos(a_2)=\frac{AB}{BC}$.

C. **Vrai.** Même raisonnement mais sin(a)= $\frac{AC}{BC}$.
D. **Vrai**. Pour l'angle manquant (angle ACB) on a 180-90-a_2., soit 180-90-47 = 43°
E. Faux. La réflexion totale n'est possible que si les rayons incidents proviennent d'un milieu plus réfringent que le milieu de l'autre coté de l'interface. Hors le $n_{diamant}$=2.4 et n_{eau}=1.33 .

QCM n°13 : **C**

A. Faux. Un œil normal est composé de 2 lentilles, la cornée et le cristallin, soit 4 dioptres. Rq : On peut cependant modéliser le comportement de l'œil normal et l'ensemble des 4 dioptres (cornée + cristallin) à l'aide d'un seul dioptre de 60 Dp.
B. Faux. Il n'y a pas de miroirs donc il s'agit d'un système dioptrique.
C. **Vrai**. Les rayons arrivant de l'infini se focalisent au niveau du foyer image, qui correspond à la position de la rétine pour un œil normal.
D. Faux. Il s'agit de la définition d'un système stigmate.
E. Faux. Il s'agit de la définition d'un système aplanétique.

QCM n°14 : **A, B, C, D, E**

A. **Vrai**. Foyer image = lieu de convergence de rayons provenant d'un objet placé à une distance infinie du dioptre. Ce foyer image se trouve en avant de la rétine dans le cas de la myopie.
B. **Vrai**.
C. **Vrai**. L'image se forme en arrière de la rétine.
D. **Vrai**.
E. **Vrai**. Myope = oeil trop convergent ou distance « sommet du dioptre-rétine » trop grande. L'image se forme en avant de la rétine.