TUTORAT UE 3 2015-2016 – Biophysique
CORRECTION Colle n°1

QCM n°1 : F

A. Faux. Ec = $\frac{1}{2}$.m.v^2 = 0,5 × 6 ×20^2 = 1200 J.
Connaissant les incertitudes relatives de la masse et de la vitesse, on va pouvoir remonter à l'incertitude absolue de l'énergie cinétique à partir de son incertitude relative.
Pour déterminer l'incertitude relative on peut utiliser la méthode logarithmique :
ln (Ec) = ln ($\frac{1}{2}$)+ln (m) + 2 ln(v) puis on dérive cette formule : $\frac{\Delta Ec}{Ec} = \frac{\Delta m}{m} + 2\,\frac{\Delta v}{v} \leftrightarrow \Delta Ec = (\frac{\Delta m}{m} + 2\,\frac{\Delta v}{v}) \times Ec$
ΔEc = ($\frac{3}{100}$+2× $\frac{4}{100}$)× 1200 = 132 J. **Attention** à arrondir par majoration pour ne garder qu'un seul chiffre non nul ! ΔEc = 200 J.
L'incertitude relative n'a pas d'unité (c'est un pourcentage) tandis que l'incertitude absolue si.
B. Faux.
C. Faux.
D. Faux.
E. Faux.

QCM n°2 : B, C, E

A. Faux. En isolant h on se retrouve avec h = $\frac{m.c.d.2\pi}{\omega.t}$ => $\frac{kg.m.m.rad.s}{s.rad.s}$ <=> $\frac{kg.m.m.\cancel{rad.s}}{s.\cancel{rad.s}}$ => kg.m².s^{-1}
B. **Vrai**.
C. **Vrai**. Développons J.s <=> N.m.s <=> kg.m.s^{-2}.m.s <=> kg.m².s^{-1} On a donc bien une équivalence
D. Faux. On sait qu'une énergie s'exprime en Joules et que la formule de l'énergie potentielle électrique est la suivante : E = qV ↔ V = $\frac{E}{q}$. De plus l'expression de l'intensité du courant dans un circuit est I = $\frac{dq}{dt}$ ↔ dq = I× dt on peut donc écrire V = $\frac{E}{I\times dt}$ dont les unités sont $\frac{kg.m^2.s^{-2}}{A.s}$ soit kg.m^2.s^{-3}.A^{-1}.
On peut aussi passer par là : V = W/A = J/C = (N.m)/(A.s) = (kg.m^2)/(C.s^2) = (kg.m^2)/(A.s^3)

E. **Vrai**. . Le champ magnétique est relié au champ électrique par la relation suivante : B = $\frac{1}{c} \times E$. De plus on sait que E = - $\frac{dV}{dr}$ s'exprime en kg.m.s^{-3}.A^{-1} donc B s'exprime en $\frac{\text{kg.m.s}^{-3}.\text{A}^{-1}}{m.s^{-1}}$ soit en kg.s^{-2}.A^{-1}.

QCM n°3 : C

A. Faux. $\Omega = \frac{S}{r^2} = \frac{12}{10^2}$ = 0,12 sr.
B. Faux. dΩ = $\frac{dS\times \cos\,\alpha}{r^2}$ ↔ $\boldsymbol{\alpha}$ = arc cos ($\frac{d\Omega\times r^2}{dS}$) = arc cos ($\frac{0{,}08\times 10^2}{8{,}3}$)= 0,27 rad, soit 15,45°.
C. **Vrai.** Lors de la chute d'un solide sans vitesse initiale, du fait de la conservation de l'énergie mécanique, on peut affirmer que la variation de l'énergie cinétique est égale à la variation de l'énergie potentielle de pesanteur : ΔEc = ΔEpp. La vitesse étant initialement nulle, l'énergie cinétique du solide en haut du bâtiment est également nulle, donc ΔEc = Ec finale.
ΔEc = mgΔz ↔ Δz = $\frac{\Delta Ec}{mg} = \frac{27}{0{,}15\times 9{,}81}$ = 18,3 m.
D. Faux. Lorsque le solide atteint 12 m d'altitude, il a parcouru 18,3-12 = 6,3 m.
ΔEc = ΔEpp ↔ $\frac{1}{2} \times m \times v^2$ = mgΔz ↔ $v^2 = g \times \Delta z \times 2$↔v = $\sqrt{g\Delta z \times 2} = \sqrt{9{,}81 \times 6{,}3 \times 2}$ = 11,16 m.s^{-1}.

E. Faux. La variation de l'énergie cinétique est égale à la somme des TRAVAUX des différentes forces s'exerçant sur le solide. En effet une énergie s'exprime en J, tout comme le travail (W = F.L avec L la distance tout au long de laquelle s'exerce la force. On a donc des kg.m.s^{-2}.m -> kg.m^2.s^{-2}) tandis qu'une force s'exprime en N.

QCM n°4 : B, C.

A. Faux. V = $\frac{K}{\varepsilon} \times \frac{(q_A+q_B)}{\frac{AB}{2}}$ avec dans le vide ε=1. Ici on peut directement voir que le potentiel électrique généré à un point situé au milieu de ces deux charges est nul puisque les charges ont même valeur absolue mais sont de sens opposées, formant ainsi un dipôle.

B. **Vrai.** Le champ électrique fuit une charge positive tandis qu'il se dirige vers une charge négative (sens des potentiels décroissants). Ainsi le champ généré par la charge A fuit le point (est donc dirigé vers la charge B), et il en est de même pour le champ généré par la charge B.

C. **Vrai.** Les deux vecteurs étant dirigés dans le même sens il faut les additionner pour troiver la résultante. On peut donc écrire : E = $\frac{K}{\varepsilon} \times \frac{(q_A+q_B)}{(\frac{AB}{2})^2} = 9.10^9 \times 2 \times \frac{2e}{(\frac{3,2.10^{-9}}{2})^2}$ = 2,25.10^9 V.m^{-1}.

D. Faux. La loi de Coulomb dit que si deux charges ponctuelles q et q' sont séparées par une distance r, alors les forces qu'exercent chacune des particules sur l'autre sont égales en intensité mais de sens opposés.

E. Faux. $F_{A\to C} = F_{C\to A} = \frac{K}{\varepsilon} \times \frac{(q_A \times q_C)}{AC^2} = 9.10^9 \times \frac{2e\times 3e}{(4.10^{-9})^2} = 8{,}64.10^{-11}$ N.

QCM n°5 : B, E

A. Faux. Le son est bien une onde progressive mécanique longitudinale (la perturbation qui l'a provoquée a une direction parallèle à la propagation de l'onde)mais la houle est une onde progressive mécanique transversale (perturbation perpendiculaire à la direction de la houle).

B. **Vrai**. Le naufragé parcourt 50m en 10s soit $c = \frac{d}{t}$ donc A.N. : $c = \frac{50}{10}$ = 5 m.s^{-1}

C. Faux. La période spatiale λ est la distance qui sépare deux schémas répétitifs consécutifs, elle correspond à la longueur d'onde et mesure 60m. Avec une célérité de 5m.s^{-1} on calcule
$c = \frac{\lambda}{T} \Leftrightarrow T = \frac{\lambda}{c}$ avec A.N. : $T = \frac{60}{5} = 12s$.

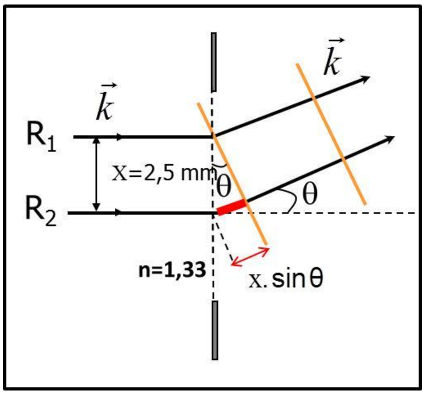
D. Faux. L'écart entre la position la plus basse et la position la plus haute correspond à 2 fois l'amplitude A, donc l'amplitude A vaut $\frac{4}{2} = 2m$.

$\omega = \frac{2\pi}{T}$ donc A.N. : $\omega = \frac{2\pi}{12}$ = 0,52 rad.s^{-1}

On a donc $H(x,t) = 2.\sin\left(0{,}52\left(t - \frac{x}{5}\right)\right)$

E. **Vrai**. On peut écrire $H(x,t) = A.\sin(\omega\left(t - \frac{x}{c}\right))$ ou alors $H(x,t) = A.\sin(\omega t - kx)$
$k = \frac{\omega}{c}$ soit A.N. : $k = \frac{0.52}{5}$ = 0,105 rad.m^{-1}

QCM n°6 : B, D, E



A. Faux. La différence de distance parcourue entre les deux rayons vaut x.sin θ, =2,5mm $\times$sin3,04.10^{-4} = 7,6.10^{-4} mm
B. **Vrai**. Le chemin optique ne correspond pas à une distance réelle parcourue mais à la distance que parcourrait le rayon dans l'air pendant le temps qu'il lui faut pour parcourir une certaine distance réelle (calculée à l'item A) dans l'eau. Ainsi il suffit de multiplier la distance réelle par l'indice de réfraction du milieu, n (c_n étant inversement proportionnel à n). dL = n.x.sin θ = 1,33 $\times$2,5mm $\times$sin3,04.10^{-4} =1,01.10^{-3} mm
C. Faux. On dispose de deux méthodes pour calculer le retard :
1. On divise la différence de distance réelle par la vitesse de propagation dans le milieu donné.
dt = $\frac{\text{x.sin}\,\theta}{c_n} = \frac{2{,}5\times1.10^{-3}\times\sin3{,}04.10^{-4}}{\frac{3.10^8}{1{,}33}}$ = 3,369.10^{-15} s.
2. On divise la différence de chemin optique par la vitesse de propagation dans le vide.
dt = $\frac{dL}{c} = \frac{\text{n.x.sin}\,\theta}{c} = \frac{1{,}33\times2{,}5\times1.10^{-3}\times\sin3{,}04.10^{-4}}{3.10^8}$ = 3,369.10^{-15} s.
D. **Vrai.** Cf item C.
E. **Vrai**. dφ = $\frac{\omega dL}{c} = \frac{2\pi f\ \times dL}{c} = \frac{2\pi\times7{,}5.10^{14}\ \times1{,}33\times2{,}5\times1.10^{-3}\times\sin3{,}04.10^{-4}}{3.10^8}$ = 15,9 rad. Pour le déphasage on ne s'intéresse pas aux multiples de 2π : $\frac{15{,}9}{2\pi}$ = 2,53 tours. Le déphasage vaut donc 0,53$\times$ 2π = 3,31 rad, ce qui est bien supérieur à π = 3,14 rad. N.B : le déphasage correspond au produit du retard par la pulsation.

QCM n°7 : A, B, C, D

A. **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).

B. **Vrai**. $\vec{g}$(t,y) est un vecteur qui a deux composantes nulles c'est à dire une seule composante non nulle (en z)➔ le vecteur $\vec{g}$(t,y) est dirigé sur l'axe z quelle que soit la valeur de t. L'onde $\vec{g}$(t,y) est donc bien polarisée rectilignement (=direction constante en fonction du temps) suivant z. Remarque : comme $\vec{g}$(t,y) est un vecteur, l'onde $\vec{g}$(t,y) est une onde vectorielle.
C. **Vrai**. Le retard correspond au temps que met la perturbation pour aller de l'origine (y=0, source de l'onde) au point y=10 m. Il s'écrit $t = \frac{y}{c_n}$. Par identification avec l'équation d'une onde progressive sinusoïdale, l'énoncé nous donne ω=2π400 et $k = 7{,}016 = \frac{\omega}{c_n}$ ➔ $c_n = \frac{\omega}{7{,}016}$ d'où $t = \frac{7{,}016\times y}{\omega} = \frac{7{,}016\times10}{2\pi\times400} = 27{,}9ms.$
D. **Vrai**. $\phi = \frac{\omega y}{c} = 70{,}16\,rad$. Or, le déphasage est une grandeur angulaire. Il est donc donné à 2kπ prés avec k entier (c'est à dire au « tour » près). ➔ $\frac{70{,}16}{2\pi} = 11{,}1663$.==> le déphasage de l'onde, au point y=10 m, correspond donc à 11 « tours » complet +0,1663 tours. Le déphasage de l'onde correspond donc aussi à 0,1663 tours soit $0{,}166\times360 = 59{,}9$°.
E. Faux. $c = \frac{\omega}{k} = \frac{2\pi\times400}{7.016} = 358\ m.s^{-1}$.

QCM n°8 : D, E

A. Faux. $\vec{j}$ est en effet le vecteur densité de courant mais il s'exprime en A.m^{-2}.
B. Faux. Le champ magnétique est polarisé suivant l'axe y mais se déplace dans le sens des z positifs.
C. Faux. Le champ magnétique n'a qu'une seule composante non nulle : celle en y. Il s'agit alors de regarder dans le membre de gauche de la première équation quelles sont les dérivées partielles qui sont nulles. On trouve finalement $-\frac{\delta B_y}{\delta z} = \varepsilon_0\mu_0\frac{\delta E_x}{\delta t}$. Donc $\frac{\delta E_x}{\delta t} = -\frac{1}{\varepsilon_0\mu_0}\frac{B_0\omega}{c}\cos[\omega\left(t-\frac{z}{c}\right)]$. On rappelle que dérivée de sin (u) = u'.cos (u)
D. **Vrai**. En intégrant l'expression précédemment trouvée: $E_x = \int -\frac{1}{\varepsilon_0\mu_0}\frac{B_0\omega}{c}\cos[\omega\left(t-\frac{z}{c}\right)]\,dt = -\frac{1}{\varepsilon_0\mu_0}\frac{B_0\omega}{c}\int\cos[\omega\left(t-\frac{z}{c}\right)]\,dt = -\frac{1}{\varepsilon_0\mu_0}\frac{B_0\omega}{c}\frac{1}{\omega}\sin[\omega\left(t-\frac{z}{c}\right)] = -\frac{1}{\varepsilon_0\mu_0 c}\frac{B_0}{c}\sin[\omega\left(t-\frac{z}{c}\right)]$ avec $\frac{1}{\varepsilon_0\mu_0} = c^2$➔ $E_x = -c\,B_0\sin[\omega\left(t-\frac{z}{c}\right)]$. On rappelle que la primitive de cos(u) est égale à $\frac{\sin(u)}{u'}$
E. **Vrai**.

Remarque : on peut aussi utiliser les propriétés suivantes : $\vec{c} \perp \vec{E} \perp \vec{B}$ et E=Bc pour déterminer les coordonnées d'un des champs connaissant les coordonnées de l'autre (propriétés données en cours, qu'on peut aussi déduire du produit vectoriel $\vec{B} = \frac{1}{c}\vec{u} \wedge \vec{E}$). Ca revient à appliquer la méthode des trois doigts de la main droite ou du tire-bouchon.

CQM n°9 : **B, D, E**

A. Faux. L' Amplitude de l'onde est 2sin(6 π.x) donc elle dépend de la variable spatiale x (c'est une des caractéristiques de l'onde stationnaire)

B. **Vrai.** Car la valeur max d'un sinus est égale à 1.

C. Faux. ω=2πf donc f=$\frac{24}{2\pi}$=3,82 $\mathbf{s^{-1}}$

D. **Vrai.** On peut le démontrer comme suit : aux nœuds le signal g(t,x) est nul ➔ g(t,x) = 2sin(6 π.x).cos(24t) =0 $\leftrightarrow$ 2sin($\omega \frac{x}{c}$)=0 $\leftrightarrow$ $\omega \frac{x}{c}$=Nπ avec N entier $\leftrightarrow \frac{2\pi}{\lambda}$x=N π $\leftrightarrow$ x $= N\frac{\lambda}{2}$

E. **Vrai** . La phase de l'onde est nulle ici donc indépendante de x. Le fait que la phase soit indépendante du terme d'espace x est une autre caractéristique d'une onde stationnaire. En effet dans le cas d'une onde stationnaire tous les points de l'espace sont en phase.

QCM n°10 : **A, B, D, E**

A. **Vrai**. Une onde sonore a besoin d'un milieu matériel pour se propager, contrairement à une onde électromagnétique qui peut se propager dans le vide.

B. **Vrai**. $I = \frac{P}{S_{sphère}} = \frac{P}{4\pi d^2} = \frac{450}{4\pi \times 3^2} = 3{,}97\ W.m^{-2} = 3{,}97\ kg.s^{-3}$. Les W sont des $J.s^{-1}$ donc des $kg.m^2s^{-3}$. On retrouve par analyse dimensionnelle cette unité.

C. Faux. Entre les items B et C on triple la distance par rapport à la source. La puissance étant inversement proportionnelle au carré de la distance à la source on divise donc la puissance surfacique (calculée à 3m) par 9. On aurait $\frac{3{,}97}{9}$ = 0,44 $W.m^{-2}$. On retrouve cette valeur par la relation $I = \frac{P}{4\pi d^2} = \frac{450}{4\pi \times 9^2}$.

D. **Vrai**. $I = \frac{P}{4\pi d^2}$ donc $d = \sqrt{\frac{P}{4\pi I}} = \sqrt{\frac{450}{4\pi \times 4}}$ = 6,5m.

E. **Vrai**. On a P = I × $S_{sphère}$ et $P_{recue} = I \times S_{exposée}$ donc $\frac{P_{recue}}{S_{exposée}} = \frac{P}{S_{sphère}}$ et $S_{sphère}$ = 4πd^2 = $\frac{P \times S_{exposée}}{P_{recue}}$ soit d = $\sqrt{\frac{P \times S_{exposée}}{P_{recue} \times 4\pi}}$ = $\sqrt{\frac{450 \times 1{,}2.10^{-4}}{1{,}64.10^{-4} \times 4\pi}}$ = 5,12 m.

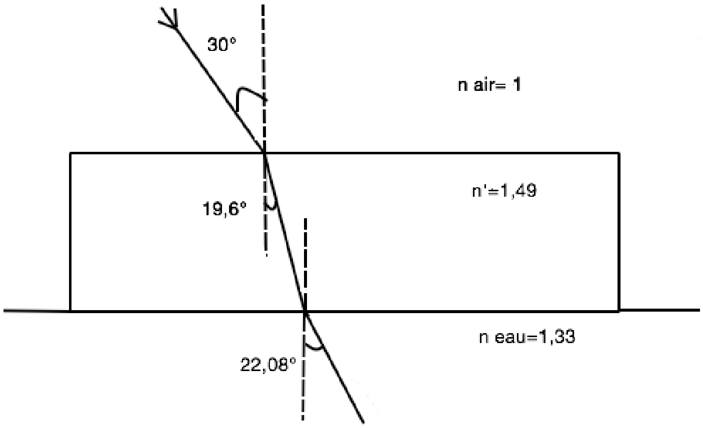
QCM n°11 : **B, C, D**

A. Faux. Cet item peut être éliminé directement car il ne peut pas avoir d'angle minimal conduisant à une réflexion totale en B si $n_p < n_{eau}$.

B. **Vrai**. $\theta_l = \sin^{-1}(\frac{n_{eau}}{n_p})$ donc $n_p = \frac{n_{eau}}{\sin\theta_l} = \frac{1{,}33}{\sin 63{,}2°} = 1{,}49$.

C. **Vrai**. Soit i_1 et r_1 les angles incident et réfracté en A et i_2 et α ceux au niveau de B. D'après la loi de Snell-Descartes n_a.sin i_1=n_p.sin r_1 donc $r_1 = \sin^{-1}(\frac{n_a}{n_p}\sin i_1) = \sin^{-1}(\frac{1}{1{,}49}\sin 30°) = 19{,}6°$. Les angles r_1 et i_2 sont alterne interne donc r_1=i_2 d'où $\alpha = \sin^{-1}(\frac{n_p}{n_{eau}}\sin i_2) = 22{,}08°$.

2° méthode : $n_a.\sin(i_1) = n_p.\sin(i_2) = n_{eau}.\sin(\alpha)$ donc $sin^{-1}\left(\frac{n_a.\sin(i_1)}{n_{eau}}\right) = sin^{-1}\left(\frac{1 \times \sin(30)}{1{,}33}\right) = 22{,}08°$.



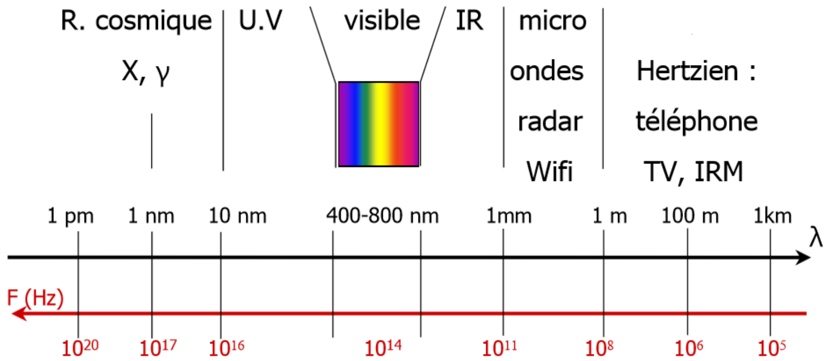
D. **Vrai**. $\frac{22{,}08}{360} \times 2\pi = 0{,}39rad.$

E. Faux. Le rayon lumineux arrivant à 30° parcourt dans le polypropylène une distance $L_1 = \frac{e}{\cos r_1} = 5{,}3cm$ alors que celui qui arrive perpendiculairement parcourt une distance $L_2 = 5cm$. La différence de chemin optique est donc de $\Delta L = (L_1 - L_2)n_p = 4{,}6mm.$

QCM n°12 : **B, D, E**

A. Faux. $\omega = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} =$ 2,4x10^9 Hz = 2,4 GHz.

B. **Vrai.**



C. Faux. $\varphi = \frac{\omega x}{c} = \pi \Rightarrow x = \frac{\varphi c}{\omega} = \frac{\pi 3.10^8}{1{,}5.10^{10}} = 0{,}0628$ m

D. Vrai. Dans l'air, la phase $\varphi_{air} = \frac{\omega x}{c}$ avec c vitesse de la lumière dans le vide(ou air). Dans l'eau, la phase $\varphi_{eau} = \frac{\omega x}{c_n}$ avec c_n vitesse de la lumière dans l'eau et $c_n = \frac{c}{n}$ ➔ Dans l'eau $\varphi_{eau} = \frac{\omega x}{\frac{c}{n}} = n\frac{\omega x}{c} = \frac{4}{3}\varphi_{air} = \frac{4}{3}\pi.$

E. Vrai. $c_n = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon\mu}} \Rightarrow \varepsilon\mu = \frac{1}{c_n^2} = \frac{1}{\left(\frac{3.10^8}{1{,}33}\right)^2}$ = 2.10^{-17} SI.

QCM n°13 : **BCE**

A. Faux.

B. **Vrai.** $\tan(\theta) \approx \theta = \frac{X}{D}$ avec X = le diamètre de la **demi tache de diffraction.**

Donc $\theta = \frac{1{,}3.10^{-2}}{2{,}35} = 5{,}53.10^{-3}$ rad donc 0,317°.

C. **Vrai.** $\theta \approx \sin(\theta) = 1{,}22N \times \frac{\lambda}{d}$ (orifice circulaire). Comme le diamètre de la tache est défini aux premiers minima → N=1 → $\theta = 1{,}22 \times \frac{\lambda}{d}$ donc $d = 1{,}22 \times \frac{\lambda}{\theta} = 1{,}22 \times \frac{0{,}63.10^{-6}}{\frac{1{,}3.10^{-2}}{2{,}35}}$ = 1,39.10^{-4} m.

D. Faux.

E. **Vrai.** Pour résumer le comportement de la lumière doit être modélisé de deux façons
Ondulatoire : réflexion, diffraction, réfraction, interférence …
Corpusculaire : choc