

Correction du DS n°2

1^{ère} Partie : Dimensions, unités, conversions et définitions (≈ 40 min)

I.A) Conversions (5 points)

Q1 : $1 \text{ ng} = 1.10^{-9} \text{ g} = 1.10^{-9}.10^1 \text{ dg} = 1.10^{-8} \text{ dg}$

Q2 : $60^\circ = 60 \times \pi/180 \text{ rad} = \pi/3 \text{ rad} = 1,0 \text{ rad}$

Q3 : $2000 \text{ mA.h} = 2,000 \text{ A} \times (3600 \text{ s}) = 7,200.10^3 \text{ A.s} = 7,200.10^3 \text{ USI} (= 7,200.10^3 \text{ C})$

Q4 : $35 \text{ } \mu\text{g.cm}^{-3} = 35.10^{-6} \text{ g}.(10^{-2} \text{ m})^{-3} = 35 \text{ g.m}^{-3} = 35.10^{-3} \text{ kg.m}^{-3} = 3,5.10^{-2} \text{ USI}$

I.B) Dimensions (3 points)

Q5 : ξ est la lettre grecque minuscule nommée « xi » ou « ksi », et ρ est la lettre grecque minuscule nommée « rhô »

Q6 : D'après la relation donnée : $c = \frac{1}{\sqrt{\rho \xi}} \Rightarrow [\xi] = \frac{1}{[\rho c^2]} = \frac{1}{\text{M} \cdot \text{L}^{-3} \times (\text{L} \cdot \text{T}^{-1})^2}$

D'où : $[\xi] = \text{L} \cdot \text{T}^2 \cdot \text{M}^{-1}$

I.C) Définitions d'optique (6 points)

Q7 : Un dioptre est une surface de séparation de deux milieux homogènes transparents qui ont des indices optiques différents.

Q8 : Dans le cas où un rayon lumineux (RL) vient frapper un dioptre (en dehors du cas particulier de l'incidence normale), le plan d'incidence est le **plan formé par le RL incident et la normale au dioptre au point d'impact** du RL sur le dioptre.

Q9 : Un **système optique** (SO) est un dioptre ou un assemblage de dioptres capable(s) de dévier les RL. Ce SO est **stigmatique** lorsque tous les RL caractérisant un même point objet ressortent du SO en caractérisant un unique point image.

Q10 : Un système optique (stigmatique) est dit focal lorsque le conjugué d'un point à l'infini n'est pas à l'infini.

Q11 : Un système optique (stigmatique) est aplanétique lorsque l'image d'un objet étendu perpendiculaire à l'axe optique est elle-même perpendiculaire à l'axe optique.

Q12 : Le foyer image d'un système optique stigmatique et focal est l'image conjuguée d'un point objet situé à l'infini sur l'axe optique.

I.D) Vrai ou faux ? Attention : la réponse doit être justifiée ! (8 points)

Q13 : FAUX. D'après la **loi de Snell-Descartes pour la réfraction**, on a : $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$. Et puisque sur le schéma, on a clairement $i_1 > i_2$, alors $\sin i_1 > \sin i_2$, ce qui nécessite donc que $n_1 < n_2$!

Q14 : VRAI : La loi de Snell-Descartes pour la réfraction impose que lorsque l'un des deux angles i_1 ou i_2 varie, alors l'autre varie dans le même sens !

Q15 : FAUX. Puisque dans la situation du schéma, le RL réfracté est plus proche de la normale que le RL incident, la réfraction est donc toujours possible, quel que soit la valeur de l'angle i_1 .

Q16 : FAUX. Le point F est l'intersection de RL de l'espace objet. Il s'agit donc d'un point objet.

Q17 : VRAI. Le point objet F n'est pas dans l'espace objet. Il s'agit donc d'un point objet virtuel.

Q18 : FAUX. Les RL de l'espace objet ne sont pas parallèles.

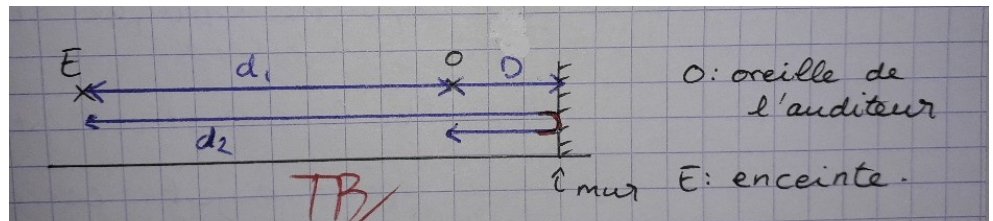
Q19 : VRAI. Les RL lumineux de l'espace image sont parallèles.

2^{ème} Partie : Qualité d'écoute musicale (≈ 20 min) (11 points)

Q20 : Les ondes incidentes et réfléchies sont **de même nature et de même fréquence** : on va donc observer un **phénomène d'interférences**. L'amplitude de l'onde résultante sera notamment très faible en un point lorsque les ondes qui interfèrent seront **en opposition de phase** en ce point.

Q21 : La **différence de marche** qui existe entre les deux ondes arrivant à l'oreille de l'auditeur vaut :

$$\delta = d_2 - d_1 = 2D$$



Droits de ce schéma achetés 1 michoko à sa propriétaire...

Q22 : Puisque les signaux ont la même source comme origine, les phases à l'origine sont égales. On peut donc utiliser la condition reliant δ à la longueur d'onde λ de l'onde sonore pour caractériser :

a) des **interférences constructives**, et une amplitude résultante maximale lorsque : $\delta = n \lambda$ avec $n \in \mathbb{N}$ (puisque δ a été ici définie positivement).

b) des **interférences destructives**, et une amplitude résultante minimale lorsque : $\delta = \left(n + \frac{1}{2}\right) \lambda$.

Q23 : La relation entre la fréquence et la longueur d'onde s'écrit : $\lambda = \frac{c}{f}$

Q24 : On en déduit l'expression des fréquences f_n les plus fortement atténuées (pour une différence de marche fixée à $\delta = 2D$) telles que : $f_n = \frac{c}{\lambda_n} = \frac{c}{\frac{2D}{n + \frac{1}{2}}}$. D'où : $f_n = \frac{c}{2D} \left(n + \frac{1}{2}\right)$

Q25 : Le graphique fourni confirme les résultats précédents, avec une alternance régulière de fréquences correspondant à de fortes amplitudes ($f = 0$ Hz ; 2,0 kHz ; 4,0 kHz ; ...) et de fréquences correspondant à de faibles amplitudes ($f = 1,0$ kHz ; 3,0 kHz ; 5,0 kHz ; ...).

L'écartement entre deux fréquences de même situation vaut, par lecture graphique : $\Delta f_n = \frac{c}{2D}$

On en déduit donc la valeur de la distance du micro au mur : $D = \frac{c}{2 \Delta f_n}$

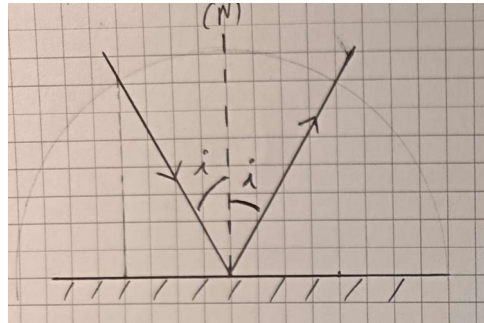
A.N. : $D = \frac{344 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{2 \times 2,0 \text{ kHz}} = \frac{0,344 \text{ m}}{4,0} = 0,086 \text{ m} = 8,6 \text{ cm}$

Q26 : L'onde réfléchie a une amplitude plus faible que l'onde directe en raison du **phénomène d'atténuation** au cours de la propagation de l'onde. Ainsi, plus on s'éloigne du mur, plus l'onde réfléchie est de faible amplitude, et moins l'effet nuisible sur l'écoute sera important.

3^{ème} Partie : Lois de Snell-Descartes ($\approx 20 \text{ min}$) (12 points)**III.A) Réflexion simple**

Q27 : L'angle de réflexion possède la même valeur que celui d'incidence : $r = 30^\circ$ (en valeur absolue).

Q28 : Schéma correspondant :

**III.B) Réfraction air $\rightarrow$ eau**

Q29 : D'après la loi de Snell-Descartes pour la réfraction, on a : $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$, soit, puisque les angles sont tous compris entre 0 et 90° :

$$i_2 = \arcsin\left(\frac{n_1}{n_2} \sin i_1\right)$$

A.N. : $i_2 = \arcsin\left(\frac{1,00}{1,33} \sin 40^\circ\right) \simeq \arcsin\left(\frac{1}{4/3} \times 0,643\right) \simeq \arcsin(0,48) = 29^\circ$

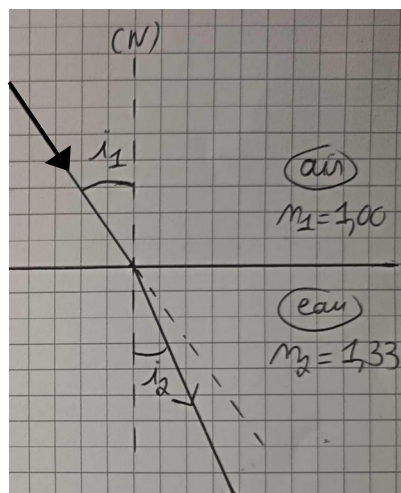
Q30 : Schéma correspondant :

III.C) Réfraction verre $\rightarrow$ air

Q31 : À la limite, pour $i_2 = 90^\circ$, la loi de Snell-Descartes s'écrit : $n_1 \sin i_L = n_2 \sin 90^\circ = n_2$, soit :

$$i_L = \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right) \quad \text{A.N. : } i_L = \arcsin\left(\frac{1,0}{1,5}\right) = \arcsin(2/3) = \arcsin(0,67) = 42^\circ$$

Q32 : Schéma correspondant :



Q33 : Lorsque $i_1 > i_L$, il n'y a pas de réfraction possible, et donc simplement une **réflexion totale** :

