BT MÉTIERS DE LA MUSIQUE

SCIENCES PHYSIQUES – A. 3

SESSION 2009

Durée : 3 heures
Coefficient : 6

Matériel autorisé :
- Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Circulaire n°99-186, 16/11/1999).

Document à rendre avec la copie :
- Annexe 1……………………………………………………page 5/5

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 5 pages, numérotées de 1/5 à 5/5.

Tous les musiciens de la planète quels qu'ils soient, quel que soit leur instrument, émettent des ondes sonores qui arrivent à nos oreilles et donne cette chose magnifique appelée : musique !

I) Généralité sur les ondes

1) Donner la définition d'une onde.
   Donner deux exemples d'ondes.

2) Quelle relation y a-t-il entre la fréquence **f** d'une onde, la vitesse de propagation de cette onde (ou célérité) **c** et la longueur d'onde de cette onde λ ?

II) Ondes acoustiques et mammifères

On donne la célérité du son dans l'air pour différentes températures.

Température en ° C	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Célérité c du son dans l'air en m/s	327.1	330.1	333	336.0	338.9	341.8	344.6	347.8	350.3

1) Donner la bande de fréquence audible pour une oreille humaine.

2) Un chien perçoit des sons jusqu'à $\mathbf{f_1} = 35$ kHz.

   a) À quelles bandes de fréquences appartiennent ces sons ?

   b) Montrer que la longueur d'onde d'un son émis à cette fréquence à la température de 10 °C est $\lambda_1 \approx 9{,}5 \times 10^{-3}$ m.

3) Un éléphant perçoit des sons ayant une fréquence inférieure à $\mathbf{f_2} = 15$ Hz.

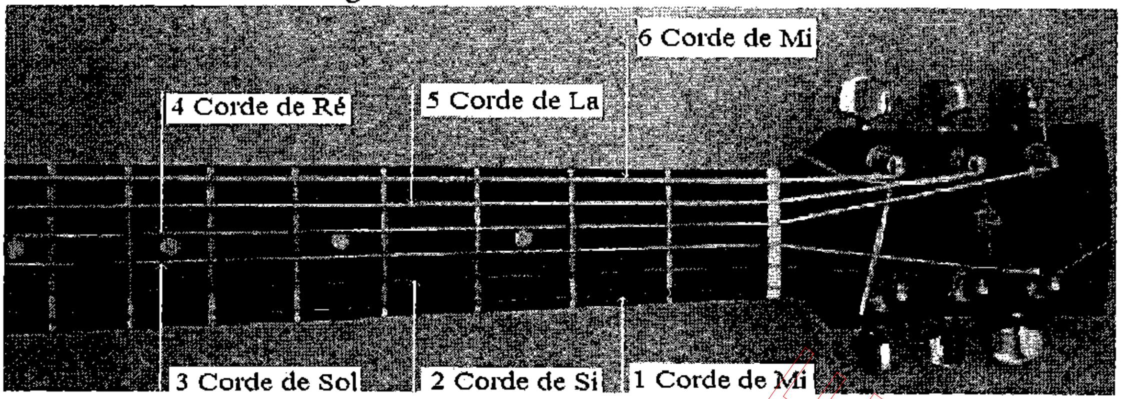
   a) À quelles bandes de fréquences appartiennent ces sons ?

   b) Montrer que la longueur d'onde d'un son émis à cette fréquence à la température de 35 °C est $\lambda_2 \approx 23$ m.

4) Combien y-a-t-il de longueurs d'onde λ_2 dans un espace de 1500 m ?

III) La guitare

La guitare possède 6 cordes numérotées de 1 à 6, de longueur L = 642 mm.
Le guitariste a la possibilité de réduire la longueur de la corde en appuyant sur des cases situées sur le manche de la guitare.



La fréquence de vibration et la note émise par chaque corde à vide sont indiquées dans le tableau suivant :

Corde	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
f (Hz)	*329,5*	*246,9*	*196*	*146,8*	*110,0*	*82,4*
Note	Mi_3	Si_2	Sol_2	$Ré_2$	La_1	Mi_1

1) Faire un schéma d'une corde vibrant en mode fondamental en y indiquant les nœuds et les ventres de vibration.

2) Choisir parmi les quatre propositions suivantes, sans justifier, le nom du phénomène à l'origine de ces nœuds et ventres :

proposition a : interférences ; proposition b : ondes stationnaires ; proposition c : battements ; proposition d : ondes progressives.

Les notes (ou la fréquence des sons) émises par une guitare sont directement reliées à ses qualités intrinsèques : « grosseur des cordes », tension des cordes, longueur de la corde.
Une étude complète permet d'établir que les différents modes de vibration d'une corde vérifient les relations :

$$f = \frac{k}{2.L}\sqrt{\frac{F}{\mu}} \qquad \lambda = 2L / k$$

k est un nombre entier correspondant au mode de vibration considéré ;
L : longueur de la corde en m ;
F : tension mécanique de la corde en N ;
μ : masse linéique de la corde en kg.m^{-1} ;
f : fréquence en Hz ;
λ : longueur d'onde en m.

3) Expliquer un intérêt de pouvoir régler la tension des cordes.

4) Expliquer un intérêt d'avoir des cordes ayant une masse linéique différente.

5) On considère la corde 5 de masse linéïque $\mu = 5.80.10^{-3}$ kg.m^{-1}.

a) Montrer que la tension de cette corde est $F \approx 119$ N.

b) Un guitariste pose le doigt au milieu de cette même corde.
La corde vibre alors sur la moitié de sa longueur.
Quels sont le nom et la fréquence de la note émise ?

c) Où le guitariste doit-il poser le doigt, et où doit-il « attaquer » la corde pour qu'elle émette le La_3 ? On pourra faire un schéma.

IV) Analyse de l'enregistrement d'un son

Un musicien dispose en **annexe 1 (page 5/5, à découper et coller sur la copie)** de l'enregistrement du son émis à vide par l'une des cordes de la guitare. Hélas, il a oublié laquelle…

1) Quel type de son est-ce ?

2) Indiquer sur le document en **annexe 1** la période T de ce signal sonore.

3) Déterminer la période de ce signal.

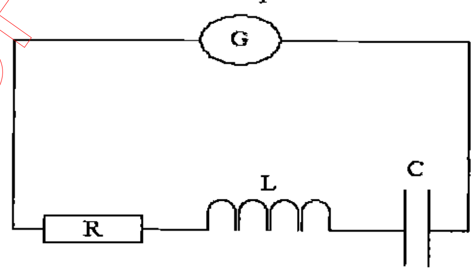
4) En déduire sa fréquence.

5) En déduire la corde utilisée pour l'enregistrement.

6) Cette corde est-elle bien accordée ? Justifier votre réponse.

V) Le circuit RLC

On réalise un montage comprenant en série : un conducteur ohmique de résistance $R = 500\ \Omega$, une bobine d'inductance $L = 40$ mH et un condensateur de capacité $C = 0{,}1\ \mu$F et un générateur de tension sinusoïdale de fréquence $f = 1000$ Hz.



On souhaite étudier à l'oscilloscope sur la voie A, les variations de la tension aux bornes de l'ensemble R, L, C en série et sur la voie B les variations de l'intensité du courant.

1) Reproduire le schéma et représenter les branchements de l'oscilloscope sur le schéma du montage.

2) Expliquer pourquoi sur la voie B, on peut visualiser les variations de l'intensité du courant alors que l'oscilloscope ne permet de visualiser que des variations de tension.

3) L'expression de l'impédance d'un circuit RLC série est :

$$Z = \sqrt{R^2 + [2\pi fL - 1/(2\pi fC)]^2}$$

a) Donner les expressions des impédances Z_R, Z_C et Z_L respectivement d'un conducteur ohmique de résistance R, d'un condensateur de capacité C, d'une bobine d'inductance L parcourus par un courant alternatif sinusoïdal.

b) Calculer ces impédances pour f = 1000 Hz.

c) En déduire l'impédance du circuit. Tracer la représentation de Fresnel des tensions du circuit à cette fréquence.

4) On impose à présent une fréquence d'environ 2500 Hz.
Que devient l'impédance Z du circuit ?
Pourquoi appelle-t-on cette fréquence, « fréquence de résonance » ?
Que peut-on en déduire sur le déphasage de i par rapport à u ?

ANNEXE 1 – Partie IV)