PTSI	EXAMEN SEMESTRIEL DE SCIENCES PHYSIQUES	16/01/2015

NB : Seuls les résultats mis en évidence seront pris en compte

Problème de cinétique chimique

A la température $T = 543K$ supposée constante pendant la réaction, le chlorure de sulfuryle SO_2Cl_2 noté A se dissocie totalement selon l'équation bilan : $SO_2Cl_2\ (g) \rightarrow S0_2\ (g) + Cl_2\ (g)$

Tous les constituants sont gazeux et assimilés à des gaz parfaits pour lesquels on rappelle l'équation d'état : $P_iV = n_iRT$ où P_i est la pression partielle du gaz i, V le volume réactionnel, $R = 8{,}314\ J.K^{-1}Mol^{-1}$ la constante des gaz parfaits, n_i la quantité de matière de gaz i et T la température.

On rappelle que la pression partielle d'un gaz i est donnée par : $P_i = \dfrac{n_i}{n_{totale}} P$ où P est la pression totale

Dans un récipient de volume constant, préalablement vide, on introduit du chlorure de sulfuryle seul et on porte le tout à 270 °C. On suit l'évolution de la réaction par mesure de la **pression totale *P*** dans le récipient, on obtient les résultats suivants.

t (min)	0	50	100	150	200	250
P (pa)	40786	43985	46784	49450	51982	54248

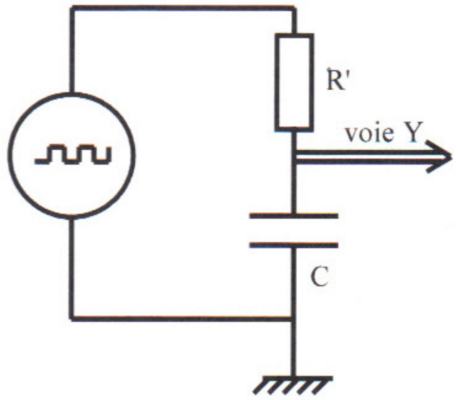
1) On suppose une cinétique d'ordre 1 par rapport au chlorure de sulfuryle A. Rappeler la loi cinétique correspondante en fonction des quantités de matière en A aux instants $t=0s$ et t notées n_0 et n (respectivement). En déduire la même loi cinétique en fonction des pressions partielles de A aux mêmes instants notées P_{0A} et P_A (respectivement)
2) Etablir un tableau d'avancement en fonction de la quantité de matière initiale et de l'avancement x. En déduire l'expression de la pression partielle P_A à un instant quelconque t.
3) Montrer que $P_A = 2P_{0A} - P$.
4) Vérifier en traçant (**voir graphe en annexe**) la courbe appropriée (à préciser), que les résultats expérimentaux sont conformes à une cinétique d'ordre 1.
5) Déduire du tracé précédent la constante de vitesse k et le temps de demi réaction $t_{1/2}$.
6) On donne le temps de demi réaction pour 2 températures : $T_1 = 553K$, $t_{1/2}(1) = 187{,}00\ min$ et $T_2 = 603K$, $t_{1/2}(2) = 4{,}21\ min$. Déterminer, en détaillant le calcul, l'énergie d'activation E_A de la réaction.

Problème de physique N°1

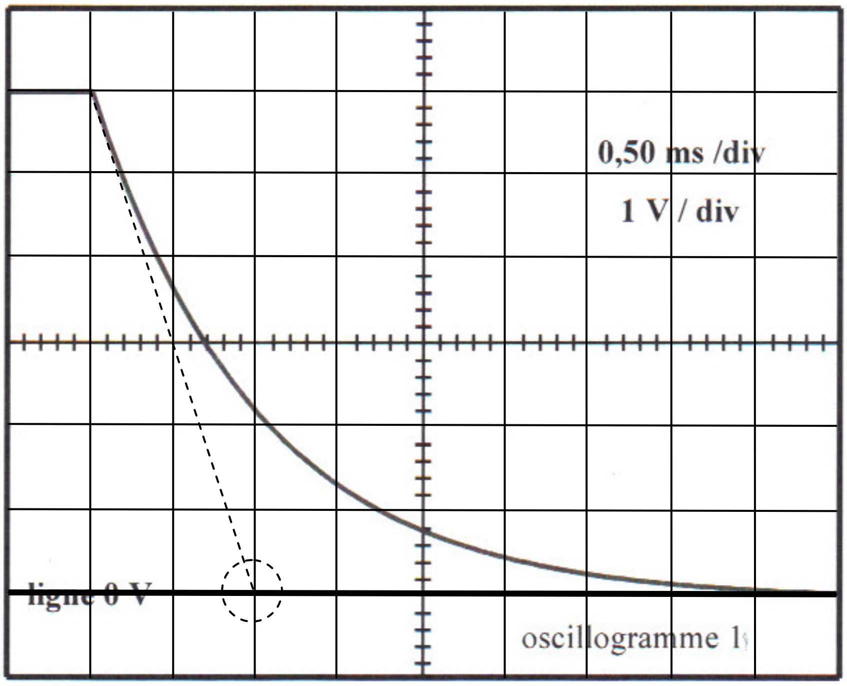
1° partie : Détermination des grandeurs caractéristiques de quelques dipôles électrique

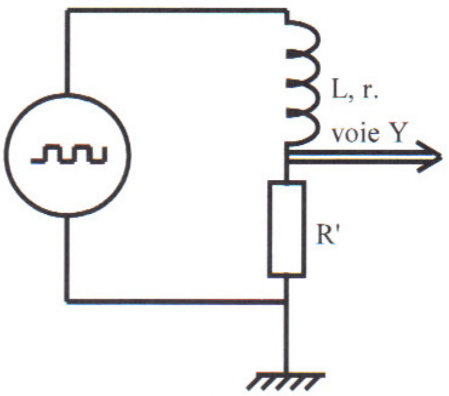
On dispose d'un conducteur ohmique de résistance $R' = 1000\Omega$, d'une bobine d'inductance L et de résistance r et d'un condensateur de capacité C.

1) On branche la bobine aux bornes d'un générateur délivrant une tension continue $E = 1{,}5\ V$. L'intensité qui la parcourt est $I = 50\ mA$. Déterminer la valeur de la résistance r de la bobine. Pourquoi l'inductance L de la bobine n'intervient-elle pas dans cette mesure ?
2) On réalise successivement les deux montages schématisés ci-dessous. Le générateur utilisé est dans les deux cas un GBF délivrant une tension carrée (0V, 6V). On observe les oscillogrammes 1 et 2 , les sensibilités horizontale (en s/div) et verticale (en V/div) sont données sur les oscillogrammes (une div est représentée par un carreau), la voie Y représente la voie CH2:

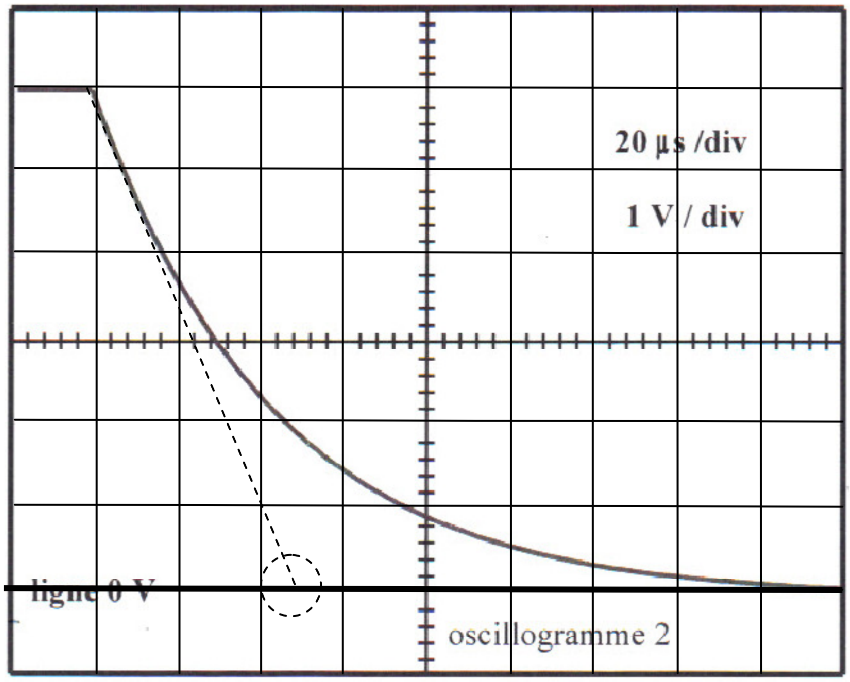


montage 1





montage 2



2-1) Que représentent les tensions visualisées sur les oscillogrammes 1 et 2 ?

2-2) Etablir l'équation différentielle (1) relative à la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur quand la tension du GBF vaut 0 V

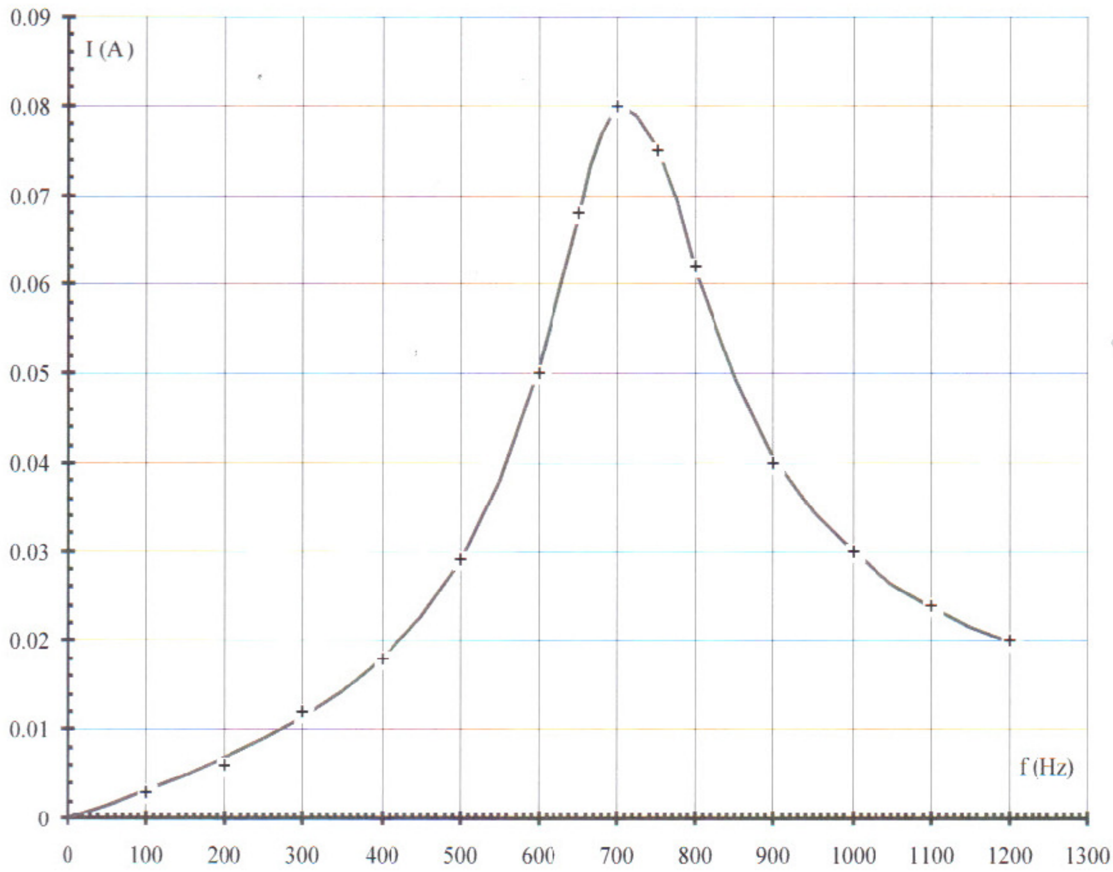
2-3) Etablir l'équation différentielle (2) relative au courant $i(t)$ circulant dans la bobine quand la tension du GBF vaut 0 V

2-4) Ces équations peuvent se mettre sous la forme : $\frac{dX}{dt}+\frac{X}{\tau}=0$, déterminer les expressions des constantes de temps τ_1 (équation 1) et τ_2 (équation 2).

2-5) Mesurer les constantes de temps τ_1 et τ_2 sur les oscillogrammes 1 et 2. En déduire les valeurs de L et C.

3) Les trois dipôles sont maintenant associés en série et alimenté par un GBF délivrant une tension sinusoïdale de valeur efficace $U = 5,0\ V$ et de fréquence réglable. La bobine et le condensateur sont identiques mais on a remplacé le conducteur ohmique de résistance $R' = 1000\ \Omega$ par un autre conducteur ohmique de résistance $R = 32,3\ \Omega$.

En faisant varier la fréquence tout en maintenant U constante, on obtient la courbe suivante où I est la valeur efficace de l'intensité du courant dans le circuit :

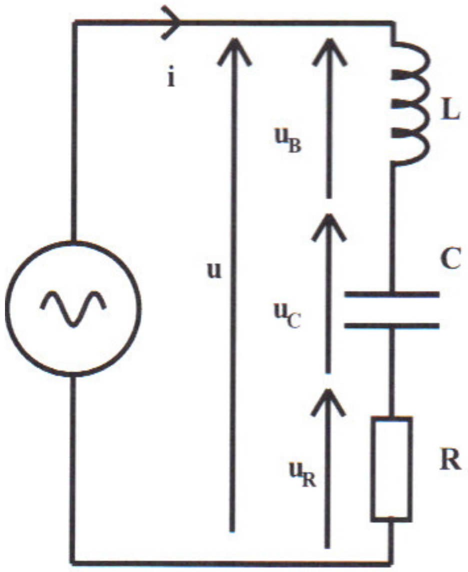


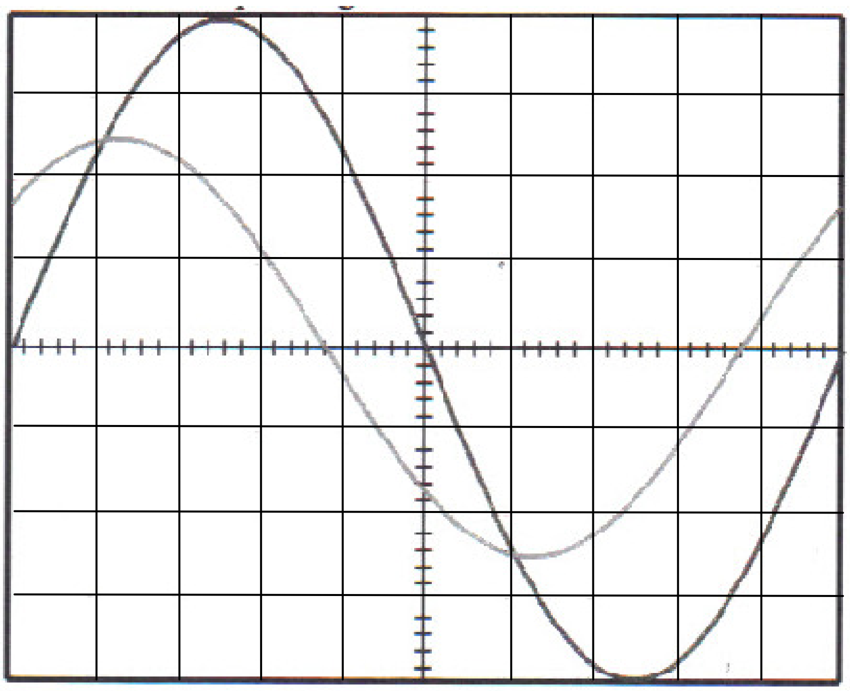
3-1) Comment appelle-t-on ce type de courbe ? Relever les valeurs f_0 et I_0 du maximum de la courbe.
3-2) Exprimer f_0 en fonction de L et C et montrer que les valeurs de L et C déterminées au 2) sont compatibles avec la mesure de f_0.
3-3) Exprimer la relation entre U, R, r et I_0. Montrer que la valeur de r déterminée au 1) est compatible avec la mesure de I_0.

2° partie : Mesures à l'oscilloscope

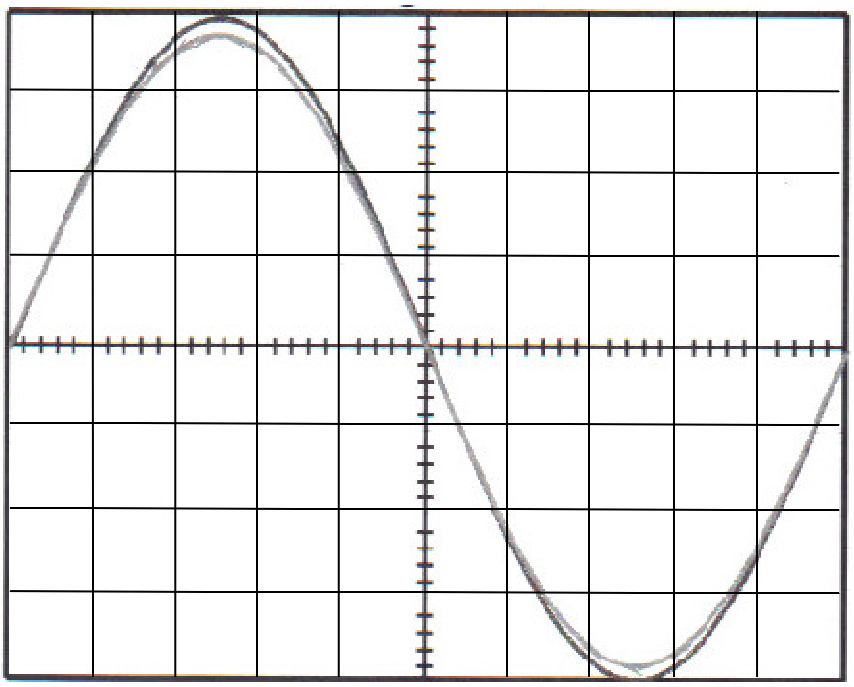
Un circuit est composé d'un conducteur ohmique de résistance $R = 300\ \Omega$, d'une bobine idéale d'inductance $L = 1,0\ H$ et d'un condensateur de capacité C réglable, montés en série et alimenté par un GBF de fréquence f réglable. Un oscilloscope permet de relever les tensions $u(t)$ aux bornes du générateur et $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique.

Les réglages de l'oscilloscope sont les suivants : sensibilité horizontale : 2,0 ms/div ; sensibilité verticale : 1,0 V/div sur les 2 voies. Une div représente un carreau.

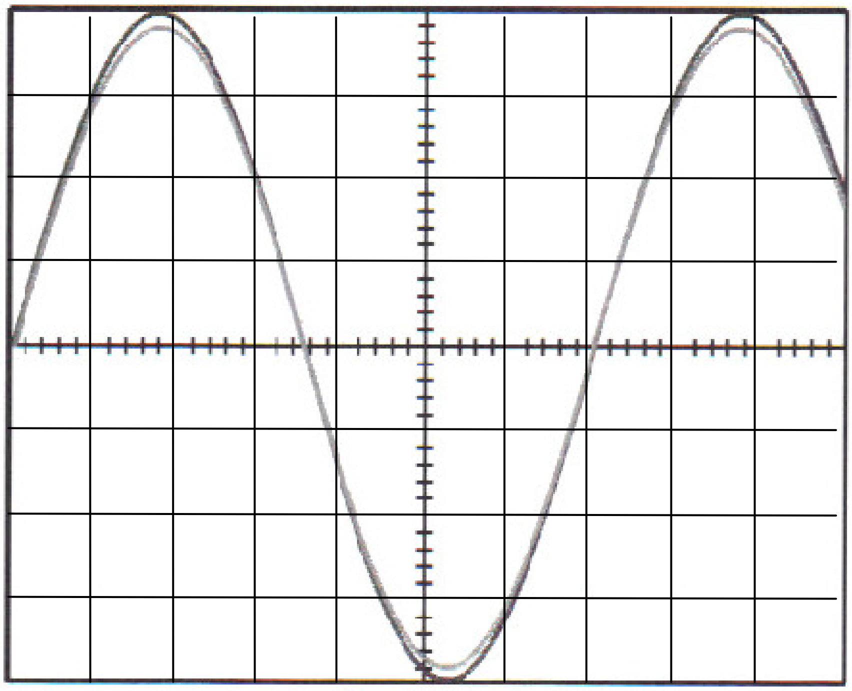




Oscillogramme 1



Oscillogramme 2



Oscillogramme 3

1) **Etude de l'oscillogramme 1** :

   1-1) Reproduire le schéma du circuit et placer les connexions de l'oscilloscope.

   1-2) Déterminer la fréquence f et les amplitudes U_{max} et U_{Rmax} après les avoir identifiées.

   1-3) Déterminer l'amplitude de l'intensité I_{max} dans le circuit, en déduire la valeur du module de l'impédance complexe Z du circuit.

   1-4) Déterminer le déphasage de la tension sur le courant et préciser son signe. En déduire la valeur de la capacité C du condensateur.

2) **Etude de l'oscillogramme 2** :

   2-1) Pour obtenir l'oscillogramme 2, on a modifié une des grandeurs caractéristique du circuit. Dire laquelle en le justifiant.

   2-2) Déterminer la nouvelle valeur de la grandeur caractéristique modifiée.

3) **Etude de l'oscillogramme 3** :

   Pour obtenir l'oscillogramme 3, on a modifié deux grandeurs caractéristiques du circuit. Déterminer les nouvelles valeurs des grandeurs caractéristiques modifiées.

Problème de physique N°2 : FONCTIONNEMENT DE L'OREILLE HUMAINE

Depuis l'expérience de Wener et Bray (1930) qui permit de mettre en évidence les phénomènes électriques de l'oreille interne, la compréhension du fonctionnement physique de l'oreille suscite de nombreux travaux de recherche. Parmi ces travaux, les expériences de Shaw (1974) généralisées par Pickles (1988) montrent l'amplification sélective des sons selon la fréquence par les différents constituants de l'oreille. L'étude qui suit permet de rendre compte qualitativement des mesures expérimentales à l'aide de modélisations élémentaires.

L'oreille est composée typiquement de trois parties représentées sur la figure 3.

- L'oreille externe : le pavillon ouvert à l'air libre collecte les sons vers le conduit auditif qui mène au tympan ;
- L'oreille moyenne : c'est une cavité remplie d'air et qui contient trois osselets. Elle permet la transmission et l'amplification des signaux mécaniques de l'oreille externe vers l'oreille interne ;
- L'oreille interne : sa structure est complexe : elle transforme les signaux mécaniques en signaux électriques vers le nerf auditif.

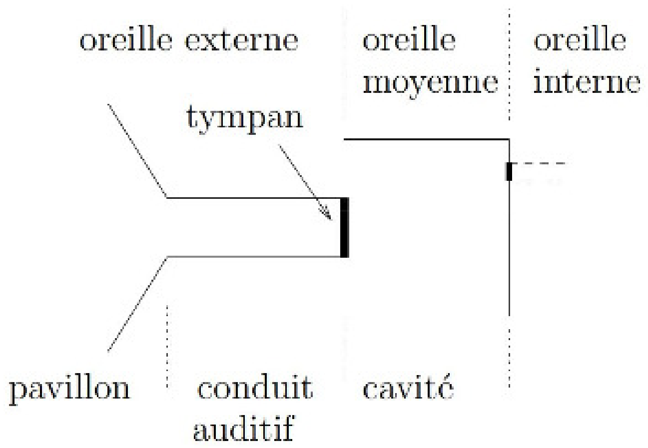


Figure 3 représentation schématique de l'oreille humaine

Dans la suite, nous développerons une modélisation très élémentaire de l'oreille externe et moyenne.

I) OREILLE EXTERNE :

Le tympan est modélisé par une membrane plane de masse m vibrant parallèlement à elle-même selon l'axe Ox. Ce modèle est schématisé sur la figure 4. Son déplacement par rapport à sa position d'équilibre est noté $x(t)$. Le tympan est soumis à une force de rappel $\overrightarrow{F_{rap}} = -kx(t)\overrightarrow{u_x}$, ainsi qu'à une force de frottement fluide $\overrightarrow{F_{frott}} = -h\overrightarrow{v(t)}$, avec h constante et $\overrightarrow{v(t)} = \dfrac{dx(t)}{dt}\overrightarrow{u_x}$ la vitesse du tympan.

1) Déterminer l'équation différentielle vérifiée par x(t) dans le cas non amorti (h=0).
   En déduire la fréquence f_0 d'oscillation du tympan dans le cas non amorti.
2) Calculer f_0 et commentez sachant que l'oreille humaine est sensible aux sons de fréquences comprises entre 20 Hz et 20kHz.

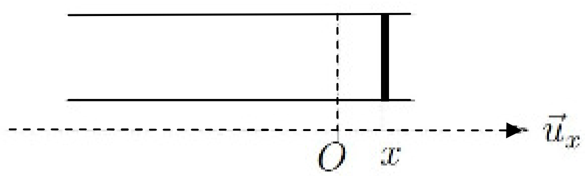


Figure 4 modélisation du tympan

3) Ecrire l'équation différentielle vérifiée par x(t) en prenant en compte l'amortissement.
4) Résoudre cette équation en donnant la forme de la solution (on ne cherche pas ici à déterminer les constantes d'intégration) et en précisant le régime obtenu.
5) Calculer la pseudo-période T_0' et la pseudo-fréquence f_0' ainsi que la durée typique de décroissance $\tau' = \dfrac{2m}{h}$. Commentez ces résultats.
6) Tracer l'allure de la solution sachant que x(t=0s)=x_0 et que $\dfrac{dx(t=0s)}{dt} = 0$. (x_0 est une constante positive).

Données :

Masse du tympan m=15.10^{-6}kg.

Raideur de la force de rappel s'exerçant sur le tympan k=3500N.m^{-1}.

Coefficient de frottement fluide du tympan : h=0,10 N.s.m^{-1}.

II) ANALOGIE ELECTRIQUE

Un son se traduit physiquement par une modification de pression. Ainsi le tympan se trouve soumis en plus à une force de pression liée aux sons perçus : $\overrightarrow{F_{pression}} = F\overrightarrow{u_x}$.

1) On considère le circuit représenté sur la figure 5, comportant un résistor de résistance R_1, une bobine idéale d'inductance L_1 et un condensateur de capacité C_1 en série, le tout alimenté par une source de tension idéale de force électromotrice e.

a) Etablir l'équation différentielle vérifiée par la charge $q(t)=C_1\, u(t)$.

b) Montrer qu'il existe une analogie entre la situation du tympan soumis à la force de pression et celle du circuit. Les équivalents des grandeurs électriques R_1, L_1, C_1 et e seront clairement donnés. Exprimer $f_{éle0}$, fréquence propre du circuit électrique en fonction de L_1 et C_1.

c) Au vue des valeurs numériques précédentes, ainsi qu'aux valeurs de R_1 et L_1, déduire celle de C_1 qui permet de réaliser l'analogie.

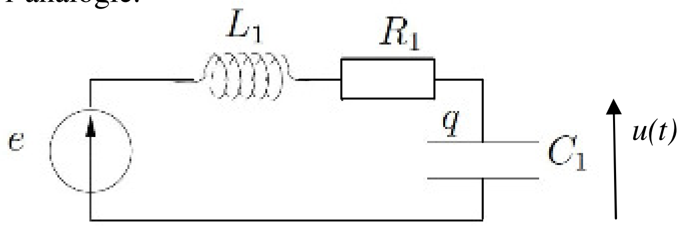


Figure 5 – circuit électrique équivalent

Données :

Résistance équivalente du tympan : $R_1=500\,\Omega$.

Inductance équivalente du tympan : L_1=15mH.

2) Il est admis que la présence du conduit auditif avant le tympan change ce circuit équivalent en un circuit donné sur la figure 6, avec une inductance L_2 et une capacité C_2 supplémentaires. Cette modélisation simple fournit des résultats qualitativement corrects.

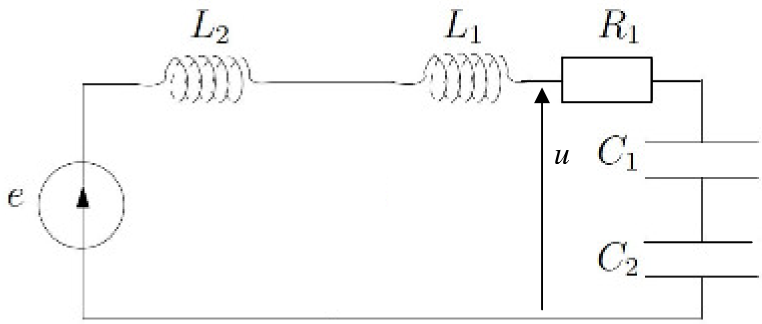


Figure 6 – modification du circuit électrique équivalent suite à la prise en compte du conduit auditif

Le régime étudié est sinusoïdal et forcé, de pulsation ω, on donne L_2=5mH et $C_1=C_2$.

A toute fonction du type $f(t) = F_{\max}\cos(\omega t + \varphi)$, on associe sa représentation complexe : $\underline{f(t)} = F_{\max}e^{(j\omega t+\varphi)}$.

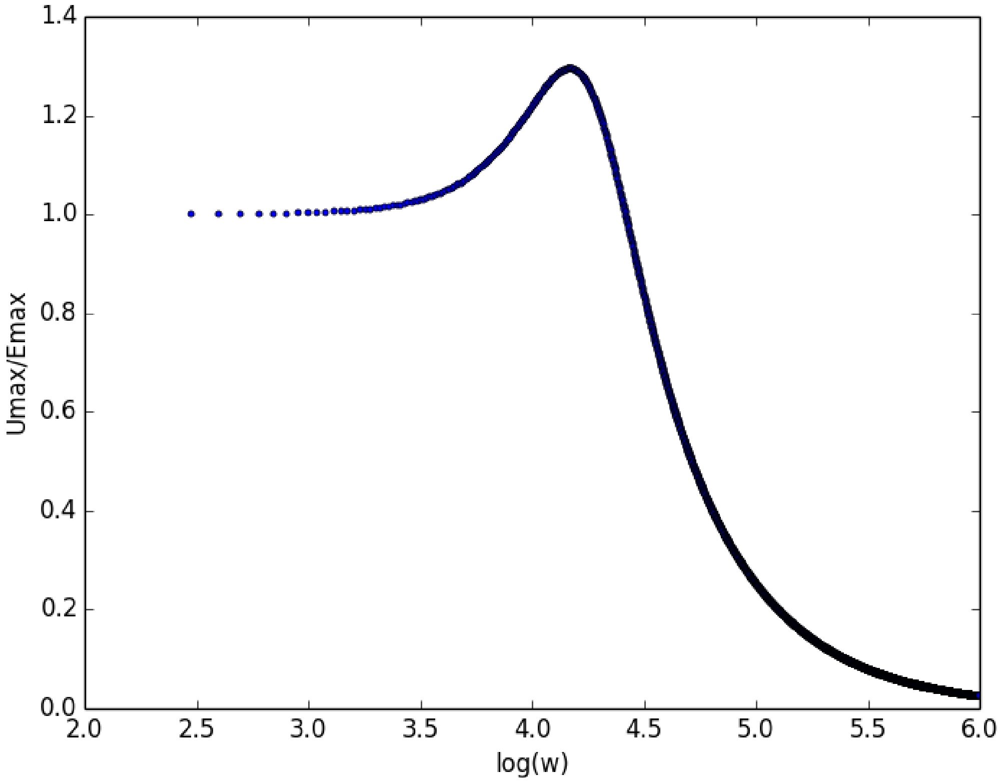
a) Déterminer l'impédance équivalente à l'association en série de R_1 et des deux condensateurs.

b) Déterminer $\underline{u(t)}$ (correspondant à la tension u représentée ci-dessus, telle que $u=U_{max}\cos(\omega t + \varphi)$), en fonction de $\underline{e(t)}$ (correspondant à la tension e représentée ci-dessus, telle que $e=E_{max}\cos(\omega t)$), de L_1, R_1, C_1, C_2, L_2, j et ω

c) Trouver qualitativement (c'est-à-dire en raisonnant sur des schémas équivalents) les limites basses et hautes fréquences de u.

d) Déterminer l'expression de $\frac{U_{\max}}{E_{\max}}$ en fonction de la pulsation et des données du texte. Retrouver mathématiquement les limites basses et hautes fréquences de U_{max}.

e) Le graphe ci-après donne l'allure $\frac{U_{\max}}{E_{\max}}$ en fonction de $\log\omega$.



Quelles sont les limites aux hautes et basses fréquences du rapport $\frac{U_{\max}}{E_{\max}}$?

Quelle est la valeur maximale de ce rapport ?

A quelle fréquence f_{max} correspond ce maximum ?

Comparer à f_0.

ANNEXE (problème de cinétique chimique)

NOM : **A rendre avec la copie**