Durée : 6 heures
Toutes séries réunies

SESSION 2009 **CLASSES DE TERMINALE**

SCIENCES PHYSIQUES

THEME : OSCILLATIONS

Les quatre parties de l'épreuve sont indépendantes.

Données :

Charge de l'électron : $q = -1{,}6.10^{-19}$ C
Masse de l'électron : $m = 9{,}1.10^{-31}$ kg
Intensité de la pesanteur : g = 9,8 SI
Constante d'Avogadro : $N = 6{,}02.\ 10^{23}$ mol^{-1}
Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3.10^{8}$ $m.s^{-1}$.
Célérité du son dans l'air : on prendra $C_S = 334$ $m.s^{-1}$

TEXTE INTRODUCTIF.

Un oscillateur est un système pouvant évoluer, du fait de ses propres caractéristiques, de façon alternative et périodique.

Dans la nature, les oscillations constituent un mode d'évolution de beaucoup de systèmes. Le cœur humain, la balançoire, le pendule simple, le pendule élastique, la voiture, le balancier d'une horloge, la membrane d'un haut parleur, les atomes d'une molécule, les ions dans un réseau cristallin peuvent être considérés comme des oscillateurs. De même l'association de certains dipôles électriques conduit à des oscillateurs électriques. Les ondes radioélectriques et lumineuses peuvent être associées à un ensemble discret d'oscillateurs.

Lorsque le système oscille à sa propre cadence, sans que celle-ci le lui soit imposée par un dispositif extérieur, les oscillations sont dites libres. Généralement un oscillateur libre s'amortit progressivement et cesse de fonctionner à cause des pertes continuelles d'énergie vers le milieu extérieur.

On qualifie au contraire d'oscillations forcées, des oscillations à une fréquence imposée par un dispositif extérieur. Dans ce cas précis, lorsque la fréquence de la source excitatrice prend la valeur de la fréquence propre de l'oscillateur, il y a résonance. Nombreuses sont les constatations de la vie courante et les applications pratiques qui font appel à la résonance. Les ponts suspendus, les fréquencemètres, l'oreille, l'écouteur téléphonique ou la membrane d'un haut parleur sont des résonateurs. Les bateaux, les avions, les automobiles doivent être conçus de telle façon qu'une partie ou l'ensemble de la structure n'entre pas en résonance lors de leur déplacement.

PARTIE I : Questions relatives au texte (10 points).

I-1 A partir de l'exemple du pendule simple, expliquer, en s'aidant d'un schéma, l'expression « évoluer de façon alternative et périodique » utilisée dans la définition d'un oscillateur.

I-2 Le mouvement de rotation de la Terre autour du Soleil, celui de l'aiguille d'une montre, sont-ils périodiques ? Ces systèmes sont-ils des oscillateurs ? Justifier les réponses.

I-3 Donner un exemple de système effectuant des oscillations libres et un exemple de système effectuant des oscillations forcées.

I-4 Quelle est la cause de l'amortissement d'un oscillateur libre ? Comment alors entretenir les oscillations ? Donner un exemple concret.

I-5 A quelle condition y a-t-il résonance en régime d'oscillations forcées ?

PARTIE II *Oscillations mécaniques (40 points).*

II-1 Modèle de l'oscillateur linéaire.

Nous supposerons dans cette étude que les ressorts utilisés sont à spires non jointives et qu'ils fonctionnent dans leur domaine d'élasticité.

- **Etude théorique du pendule élastique horizontal.**

Un solide ponctuel de masse m est relié à un ressort, de constante de raideur k, disposé horizontalement sur un plan lisse. Initialement le ressort n'est ni allongé, ni comprimé.
A l'instant t = 0, on déplace horizontalement le solide d'une longueur x_0 et on l'abandonne le système sans vitesse initiale. Le mouvement sera rapporté au repère X'OX colinéaire au déplacement de l'objet ; l'origine O coïncide avec la position d'équilibre du solide.

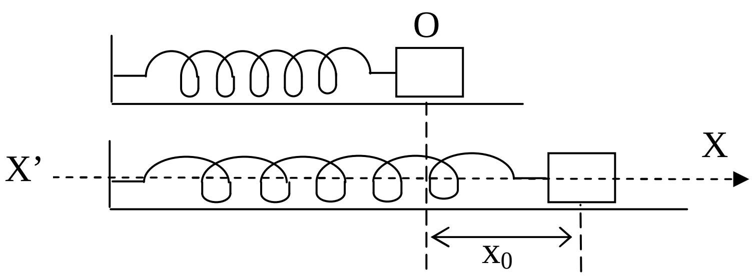


Figure 1

II-1-1 Représenter, par un schéma, l'état du système à un instant quelconque et les forces qui agissent sur le solide.

II-1-2 En appliquant le théorème du centre d'inertie, établir l'équation différentielle régissant le mouvement du solide. En déduire l'équation horaire du mouvement du solide et l'expression de sa vitesse.

II-1-3 Etablir, à un instant donné, l'expression de l'énergie mécanique totale de cet oscillateur et montrer qu'elle est constante au cours du temps. Application numérique m = 0,10 kg ; k= 30 $N.m^{-1}$ et x_0 =10 cm

II-1-4 Retrouver l'équation différentielle du mouvement de l'oscillateur à partir de l'expression de l'énergie mécanique établie précédemment.

II-1-5 Esquisser la courbe d'énergie potentielle en fonction de l'abscisse x du mobile et montrer à partir de ce schéma l'appellation oscillateur.

- **Etude du mouvement oscillatoire d'une voiture.**

Une voiture est constituée d'une caisse métallique reposant sur ses roues par l'intermédiaire d'une suspension formée d'un ensemble de quatre ressorts avec amortisseurs. On peut modéliser cette voiture par un pendule élastique vertical dont les oscillations sont amorties. La seule particularité de ce pendule est d'avoir la masse M (correspondant à la caisse) à l'extrémité supérieure du ressort de raideur k ; la mise en oscillation ayant lieu lorsque l'extrémité inférieure du ressort (correspondant à la roue) subit un déplacement vertical, par exemple lors d'un passage sur une bosse (cassis ou dos d'âne).

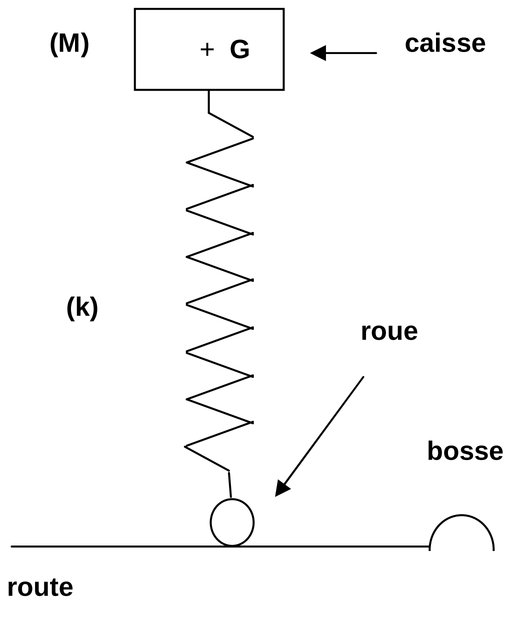


Figure 2

II-1-6 On considère la caisse de la voiture de masse M = 1095 kg à l'arrêt, sans passager. Le ressort est alors comprimé. Faire l'inventaire des forces qui s'exercent sur la caisse et les représenter sur un schéma. Etablir l'expression du raccourcissement $\Delta \ell_0$ du ressort en fonction de k, M et l'intensité de la pesanteur g.

II-1-7 Quatre essayeurs, de masse totale m = 280 kg, montent à bord de la voiture. La caisse s'affaisse alors d'une hauteur h = $3{,}0.10^{-2}$ m. En utilisant le résultat de la question précédente établir la relation $k = \frac{mg}{h}$. Faire l'application numérique.

II-1-8 Un essayeur de masse m_1 = 70 kg s'installe dans la voiture. Suite à un petit déplacement vertical, le système se met à osciller verticalement. On note T_0 la période des oscillations de la caisse avec l'essayeur. Etablir l'équation différentielle du mouvement. Montrer que T_0 = 0,71 s

II-1-9 Afin que le confort des passagers soit optimal lors du passage sur une bosse, les réglages de la suspension sont prévus pour que la caisse retrouve la position initiale sans osciller.

a) L'essayeur prend le volant d'une voiture neuve et roule sur une bosse. Quel est le nom du régime oscillatoire observé ?

b) L'essayeur recommence l'expérience avec une voiture de même type que la précédente mais ayant beaucoup roulé. Ses amortisseurs étant « usés », l'amortissement de la caisse est moins important. Prévoir le comportant de la caisse dans ce cas.

II-1-10 A nouveau au volant de la voiture neuve, l'essayeur, de masse m_1 = 70 kg, aborde maintenant un ralentisseur installé par une municipalité à l'entrée de l'agglomération. Il est constitué d'une série de bosses distantes d'une longueur D. Le pendule élastique qui modélise la voiture est donc soumis à une succession d'excitations : la caisse subit des oscillations forcées. L'essayeur constate que l'amplitude des oscillations est beaucoup plus importante qu'au passage d'une seule bosse, la voiture devient plus difficile à contrôler et le conducteur doit ralentir.

a) Quel nom donne-t-on au phénomène observé par l'essayeur ?

b) Quelle doit être la période des excitations pour que ce phénomène ait lieu ?

c) Cette période est la durée Δt que met la voiture pour passer d'une bosse à l'autre. Calculer la distance D nécessaire pour que le phénomène ait lieu à une vitesse V = 80 $km.h^{-1}$

d) Ainsi construit, ce ralentisseur devrait obliger les conducteurs trop rapides à ralentir pour respecter la vitesse de 50 $km^{.-1}$ en agglomération. Mais y'aurait-il un autre moyen d'éviter le phénomène ressenti lors du passage sur le ralentisseur ? Si oui expliquer. (On ne tentera pas l'expérience).

II-2 Etude des oscillations de translation d'une molécule diatomique.

Les molécules sont des particules susceptibles d'effectuer des mouvements d'oscillation de translation et de rotation autour d'un ensemble d'axes.

Il s'agit, dans cette partie, d'étudier les vibrations longitudinales de la molécule de monoxyde de carbone *(CO).* On la modélisera par un système à deux corps reliés par un ressort élastique et on va montrer que les oscillations harmoniques dépendent des caractéristiques de la molécule.

Deux corps ponctuels (A_1) et (A_2) de masse respective m_1 et m_2 sont reliés par un ressort élastique à spires non jointives de constante de raideur k, de masse négligeable et de longueur à vide ℓ_0.

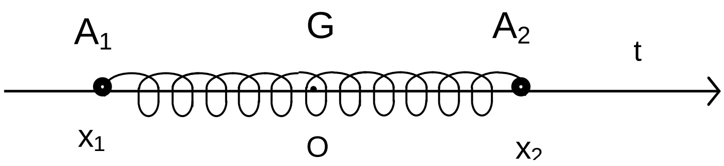


Figure 3

Les deux corps sont mobiles sur une tige fixe horizontale. On repère leurs positions par leurs abscisses $x_1 = \overline{GA_1}$ et $x_2 = \overline{GA_2}$, le point G étant le centre de masse de ce système. Les frottements sont négligeables.

À la date t = 0, on écarte ces deux corps ponctuels de leurs positions d'équilibre et on les lâche sans vitesse initiale.

II-2-I On pose $y = x_2 - x_1$.

Établir l'équation différentielle vérifiée par y.

II-2 -2 Exprimer la période T avec laquelle les corps A_1 et A_2 oscillent l'un par rapport à l'autre en fonction de k, m_1 et m_2.

II-2-3 Le système précédent modélise les vibrations longitudinales de la molécule de monoxyde de carbone *CO.* La longueur d'onde associée à la fréquence propre ν de ces vibrations est λ = 4,60 µm.

a) Exprimer cette fréquence propre. Faire l'application numérique.

b) Etablir l'expression de la constante de raideur k associée à la liaison carbone-oxygène. Faire l'application numérique.

Données : masses molaires : M(C) = 12 $g.mol^{-1}$ M (O) = 16 $g.mol^{-1}$

II-3 Etude des oscillations de torsion d'une molécule.

Cette partie a pour but une étude simplifiée des oscillations de rotation de la molécule d'éthylène.

L'étude des bandes d'absorption ou d'émission situées dans l'infrarouge et dans le domaine hertzien et correspondant à ces modes de vibrations fournit des résultats numériques intéressant la structure moléculaire : moment d'inertie, distances inter atomiques, angles de liaison…

Les noyaux des atomes constitutifs de la molécule d'éthylène sont situés dans un même plan : la molécule d'éthylène est plane (Figure 4a).

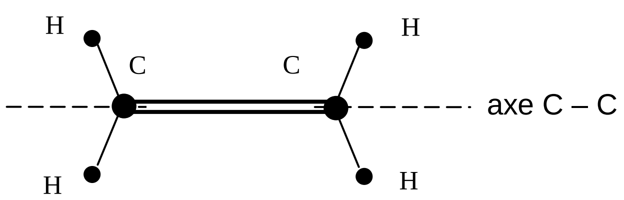


Figure 4 a : Structure plane de la molécule d'éthylène.

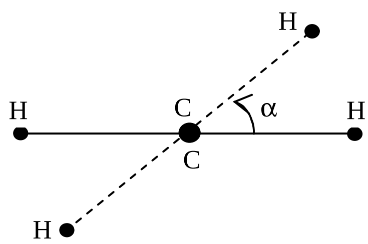


Figure 4b : Torsion de la molécule d'éthylène vue le long de l'axe C – C : Un des groupements CH_2 a tourné par rapport à l'autre d'un angle α autour de l'axe C – C.

Sans changer la position relative des liaisons partant de chaque atome de carbone, on tourne autour de l'axe carbone-carbone (C-C) l'un des groupes CH_2 par rapport à l'autre d'un angle α (Figure 4b)

II-3-1 L'énergie potentielle de la molécule associée à cette rotation est donnée par

$$Ep(\alpha) = \frac{Ep_0(1-\cos 2\alpha)}{2}$$; expression où Ep_0 est une constante.

Esquisser la courbe Ep= f (α) pour $-\pi \leq \alpha \leq \pi$ et montrer, à partir de la courbe, l'existence de trois positions d'équilibre stables.

II- 3-2 Désignons par α_1 et α_2 les angles formés par les plans des groupements CH_2 avec le plan passant par l'axe C - C (figure 4 c).

On désigne par J le moment d'inertie d'un groupement CH_2 par rapport à l'axe C-C. On considère que l'énergie potentielle ne dépend que de α.

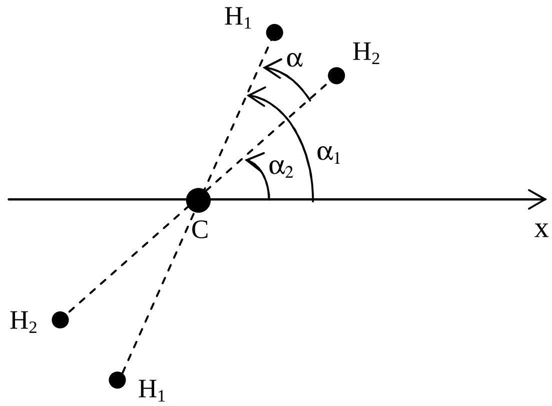


Figure 4 c : Torsion de la molécule d'éthylène vue le long de l'axe C-C : un des groupements CH_2 a tourné par rapport à l'autre d'un angle $\alpha = \alpha_1 - \alpha_2$

II-3-2-1 Montrer que les équations de la dynamique appliquées à chaque groupement CH_2 au cours de sa rotation autour de l'axe C-C s'écrivent :

$$J\,\frac{d^2\alpha_1}{dt^2} = -\,\frac{dEp(\alpha_1-\alpha_2)}{d\alpha_1} = -\,\frac{dEp(\alpha)}{d\alpha} \qquad (1)$$

$$J\,\frac{d^2\alpha_2}{dt^2} = \frac{dEp(\alpha_1-\alpha_2)}{d\alpha_2} = \frac{dEp(\alpha)}{d\alpha} \qquad (2)$$

II-3-2-2 Trouver, à partir de ces deux relations, l'équation décrivant le mouvement de torsion de l'ensemble de la molécule autour de l'axe C-C.

Montrer également, à l'aide de ces deux relations, que l'équation du mouvement de torsion d'un groupement CH_2 par rapport à l'autre groupe s'écrit : $J\,\frac{d^2\alpha}{dt^2} = -2\,\frac{dEp(\alpha)}{d\alpha}$

II-3-2-3 On considère les oscillations de torsion autour de la position d'équilibre α = 0 et pour des valeurs de α faibles.

En utilisant des formules d'approximation montrer que pour α petit (α<<10°) on a : $Ep(\alpha) \approx Ep_0\,\alpha^2$

En déduire que le mouvement de torsion d'un groupement CH_2 par rapport à l'autre groupe pour α faible est analogue à celui d'un oscillateur harmonique. Et on donnera l'expression de sa période (T_2) et de sa pulsation propre ω_2 en fonction de Ep_0 et de J.

II-3-2-4 En prenant pour moment d'inertie du groupement CH_2 par rapport à l'axe C-C, la valeur $J = 0{,}4.10^{-46}$ kg.m^2, calculer la valeur de Ep_0. Quel sens donnez-vous à Ep_0 ?

On donne $\omega_2 = 825$ cm^{-1} et 1 cm^{-1} = 3.10^{10} Hz.

II-4 Vibrations sonores.

II-4-1 Le son est un phénomène vibratoire qui se propage dans l'air et sa réception est assurée par la membrane d'un tympan ou d'un microphone. La grandeur physique associée est une surpression δp
Les sons audibles par une oreille ordinaire ont des fréquences comprises entre 20 Hz et 20000 Hz.
Donner deux exemples de sources de vibrations sonores.

II-4-2 En considérant que le son émis par la source excitatrice se propage sans perte d'énergie avec une fréquence de 440 Hz, à quelle fréquence vibre la membrane du tympan ?
Expliquer comment les instruments de musique peuvent produire la propagation de l'énergie sonore dans l'espace.

II-4-3 Deux hauts parleurs S_1 et S_2 totalement identiques sont excités par une même fréquence et vibrent en phase, c'est-à-dire qu'ils créent en S_1 et S_2 une variation de pression de l'air ou pression acoustique, donnée par la relation $p - p_o = p_m \sin\omega t$ (avec un choix convenable de l'origine des temps) Ils sont orientés l'un vers l'autre et émettent le même son de fréquence N. Ils sont à la distance $S_1S_2 = \ell$ et l'on déplace un microphone M sur l'axe x' x entre S_1 et S_2 (Figure 5).
On sait que le microphone, comme l'oreille, est sensible à une variation de pression.

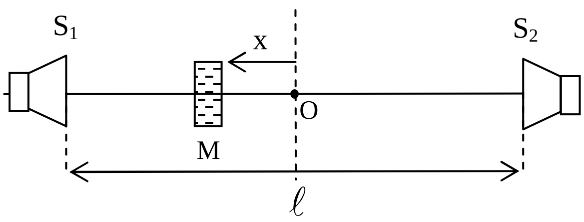


Figure 5 :

II-4-3-1 Une oreille ordinaire est capable de déceler une variation de pression de 10^{-4} Pa et la douleur intervient à 10 Pa.

Donner un encadrement de p_m et ω dans le cas où le récepteur est l'oreille

II-4-3-2 Déterminer l'expression de u (x, t) de la variation de pression reçue par le microphone placé au point M d'abscisse x (O est le milieu de S_1S_2)

II-4-3-3 Sachant que la fréquence du son émis est N = 1230 Hz, la célérité $C_S = 334$ m.s^{-1} et $S_1S_2 = \ell$ = 1 m, déterminer les points d'amplitude maximale de la pression acoustique et les points d'amplitude minimale.

II-4-3-4 Déterminer la position des tranches d'air où la vitesse de déplacement des molécules d'air est la plus grande. Le point O milieu de S_1S_2 est à une variation de pression maximale. L'intensité du son perçu par le microphone y est maximal.

PATIE III: *Oscillations électriques (20 points).*

III-1 Etude théorique de la décharge d'un condensateur dans un circuit inductif

Un circuit comprend un condensateur de capacité C chargé sous une tension U, une bobine d'auto inductance L et un interrupteur K (Figure 6). On néglige la résistance du circuit.

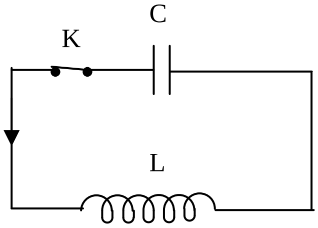


Figure 6

III-1 -1 On ferme l'interrupteur K . En appliquant la loi des tensions montrer que la charge instantanée q(t) du condensateur vérifie l'équation différentielle suivante :

$$\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q}{LC} = 0$$

III-1-2 Donner l'expression, en fonction du temps, de la charge instantanée q(t) du condensateur ; on prendra la charge q (t = 0) = Q_m et on considérera que l'intensité du courant est nulle à t = 0.

III-1-3 Donner l'expression de la tension u(t) aux bornes du condensateur et celle de l'intensité i (t) du courant dans le circuit et esquisser les courbes représentatives de ces grandeurs en fonction du temps. On calculera la valeur maximale de l'intensité et la valeur de la fréquence propre fo pour : U = 24 V ; C= 5 µF et L = 47 mH.

III-2 Etude expérimentale de la décharge d'un condensateur dans une bobine.

On réalise les deux expériences dont les schémas sont donnés par les *documents* 1 et 2 et les oscillogrammes correspondants par les *documents* 3 et 4. Pour les deux montages, les sensibilités sur les deux voies sont: 0,1 ms. div^{-1} pour la sensibilité horizontale et 2 V. div^{-1} pour la sensibilité verticale.

La bobine (inductance *L* = 8,6 mH, résistance *r* = 13 Ω) et le condensateur (capacité C= 300 nF) sont identiques dans les deux montages.

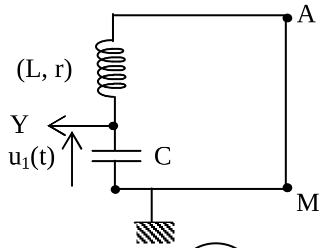
III-2-1 Caractériser les tensions u_1 *(t)* et u_2 *(t).* À quoi est dû l'amortissement de la tension u_1 *(t)*?

III-2-2. Calculer la variation d'énergie de cet oscillateur sur la première période. Sous quelle forme cette énergie s'est elle dissipée?

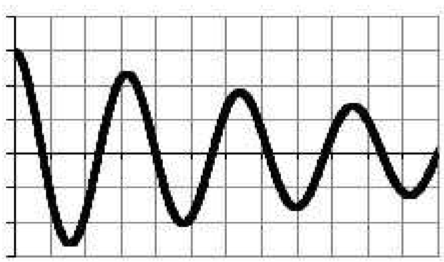
III-2-3 Quel est le rôle du générateur *(AM)* dans le second montage?

III-2-4. Déterminer la pseudo-période T_1 de la tension u_1 *(t)* et la période T_2 de la tension u_2 *(t).*

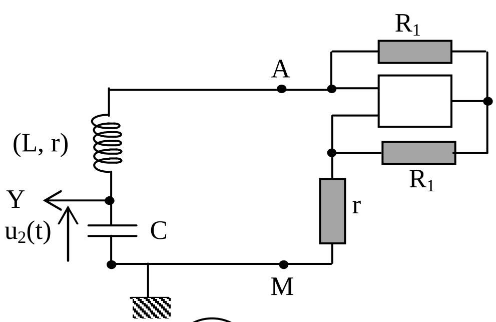
III-2-5. Comparer ces deux périodes à la période propre du circuit *(L,* C) correspondant.



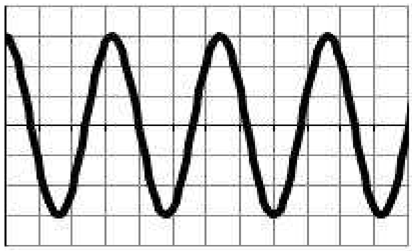
1



3



2



4

CLASSES DE TERMINALE

PARTIE IV: Transmission et réception d'une information *(30 points).*

IV-1 Transmission de l'information par modulation d'amplitude.

Au cours du XX^{ème} siècle, les moyens techniques se sont considérablement améliorés, offrant aux Hommes des possibilités variées pour communiquer : téléphone, télécopie, radio, télévision, Internet…

On peut transmettre une information à distance, en modulant l'amplitude d'une onde électromagnétique qui se propage d'un émetteur à un récepteur.

L'émetteur doit assurer la production de l'onde électromagnétique et sa modulation pour porter le signal informatif. Quant au récepteur, il doit être conçu pour démoduler l'onde et récupérer le signal informatif, fournissant du sens pour l'utilisateur.

L'onde qui permet de transporter le signal informatif par modulation est appelée onde porteuse. L'onde porteuse doit posséder une fréquence très supérieure à la plus grande fréquence du signal informatif transporté.

Il y a plusieurs techniques de modulation. Parmi celles-ci, il y a la modulation d'amplitude qui consiste à faire varier l'amplitude de l'onde porteuse au cours du temps selon l'évolution temporelle du signal informatif à transmettre.

IV-1-1 On peut réaliser une modulation d'amplitude à l'aide d'un circuit intégré multiplieur (figure 7 de la page suivante). Le rôle de ce circuit intégré est défini ci-après.

- On applique entre la masse et chacune des deux bornes X_1 et Y_1 du multiplieur :

- une tension $u(t) = U_o + U_m \cos(2\pi f\ t)$ sur X_1 *; dans cette expression* $U_m \cos(2\pi f\ t)$ correspond au signal modulant à transmettre;

- une tension $v(t) = V_m \cos(2\pi Ft)$ sur Y_1, qui correspond au signal porteur.

- On récupère, à la sortie du multiplieur, une tension $u_S(t)$ qui correspond au signal modulé :

$$u_S(t) = k.\ u(t).\ v(t).$$

La tension de sortie $u_S(t)$ ainsi définie s'exprime par *:*

$$u_S(t) = S(t) \cos(2\pi Ft) \quad \text{avec} \quad S(t) = A\,[\,1 + m \cos(2\pi f\ t)\,]$$

Dans cette expression S(t) est l'amplitude de la tension modulée et m le taux de modulation.

Etablir les expressions : $A = k\,U_o\,V_m$ *et* $m = \dfrac{U_m}{U_o}$

IV-1-2 Montrer que, si S_{max} et S_{min} désignent respectivement la valeur maximale et la valeur minimale de S, les grandeurs A et m s'expriment aussi par :

$$A = \frac{S_{max} + S_{min}}{2} \quad \text{et} \quad m = \frac{S_{max} - S_{min}}{S_{max} + S_{min}}$$

IV-1-3 Dans l'expérience, les tensions u(t) et v(t) sont délivrées par deux générateurs de tensions sinusoïdales. Au moyen d'un oscilloscope bicourbe, on visualise simultanément deux des tensions u(t), v(t) et u_S(t). On obtient sur l'écran les oscillogrammes de la figure 8. Avant d'appliquer les tensions, les traces du spot étaient confondues avec l'axe médian horizontal de l'écran.

Les réglages de l'oscilloscope sont: 50 µs.div^{-1} pour la base de temps; 1 V. div^{-1} pour les voies A et B.

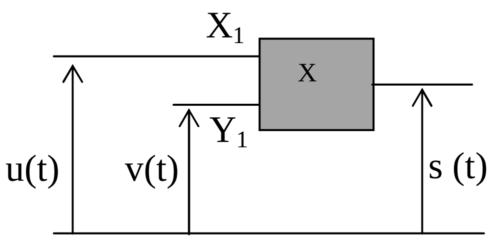


Figure 7

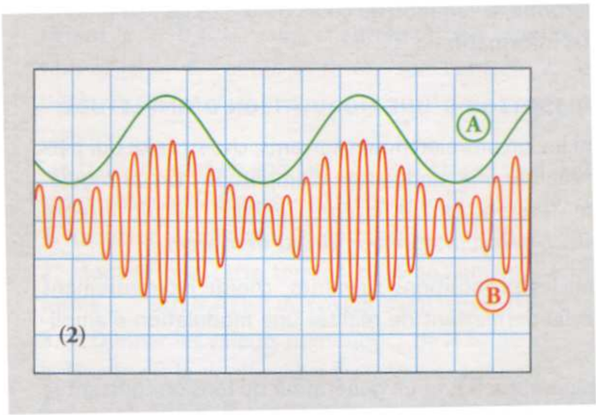


Figure 8

Indiquer, pour chacun des oscillogrammes de la figure 8, s'il correspond au signal modulant, au signal modulé ou à la porteuse. Justifier.

IV-1-4 Déterminer la fréquence :

a) du signal correspondant à l'oscillogramme A de la figure 8 ;

b) de la porteuse.

IV-1-5 À partir de la figure 8, déterminer :

a) les valeurs de Uo et Um ;

b) le taux de modulation m à partir de l'oscillogramme B.

IV-2 Réception de l'information : démodulation.

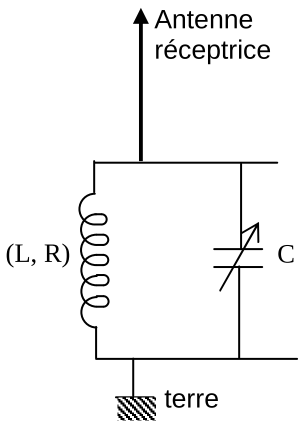


Figure 9

La figure 9 schématise un élément de récepteur radio. Cet élément est équivalent à une bobine d'inductance L = 150 µH et de résistance interne R associée à un condensateur de capacité C variable.

Le circuit RLC est mis en vibration forcée par l'intermédiaire de l'antenne qui capte toutes les ondes émises par toutes les stations.

Pour écouter un seul émetteur, il suffit d'accorder la fréquence propre du circuit RLC à la fréquence de l'émetteur en régulant la capacité du condensateur variable.

IV-2-1. Les composants du circuit RLC sont – ils montés en série ou en parallèle ?

IV-2-2. On admet que la pulsation propre du circuit est $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$. Calculer la valeur de la capacité C d'un récepteur réglé tel que la fréquence propre égale N_0 = 40 kHz.

IV-2-3. Certains récepteurs différencient les émetteurs par une indication en mètres; par exemple France inter grandes ondes 1827 m. Quelle grandeur physique représente cette indication? Donner sa relation avec la fréquence.

IV-2-4. L'étude expérimentale a permis de tracer la courbe de réponse en tension du circuit (L, C) parallèle du récepteur de la question IV-2-2 (figure 10). Cette courbe illustre la loi de variation de la tension efficace U_C aux bornes du condensateur en fonction de la fréquence excitatrice N.

IV-2-4-1 Interpréter qualitativement la courbe de réponse du récepteur. Pour quelle valeur de la fréquence du générateur la tension Uc passe-t-elle par un maximum ? Comparer cette valeur à la fréquence propre du récepteur.

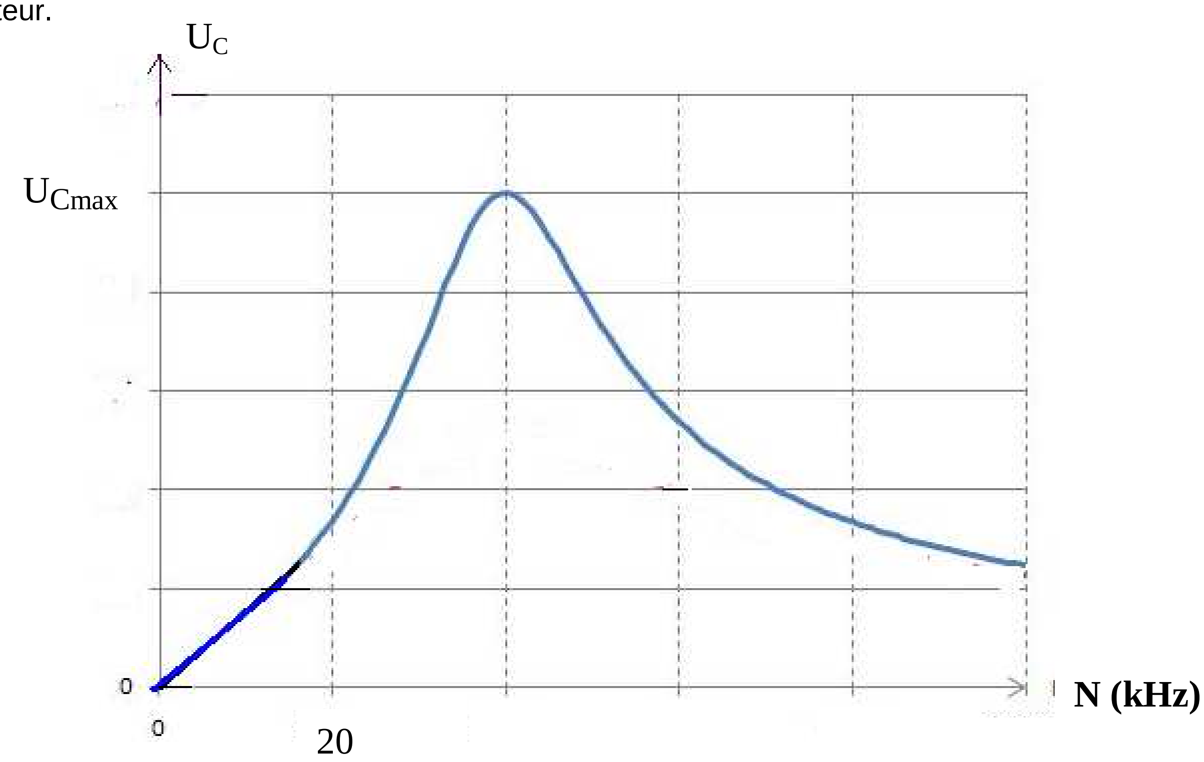


Figure 10

IV-2-4-2 La bande passante est l'ensemble des fréquences comprises entre N_1 et N_2 tel que

$U_C(N_1) = U_C(N_2) = \frac{U_{C_{max}}}{\sqrt{2}}$. Calculer la bande passante du récepteur.

IV-2-4-3 En déduire son facteur de qualité Q.

IV-2-4-4 Pourquoi le circuit (L, C) parallèle est appelé « filtre passe-bande » ?

IV-2-5 L'onde modulée est émise par l'antenne émettrice placée à la sortie du multiplieur de la figure 7 (l'antenne émettrice n'est pas représentée sur cette figure).

L'onde est alors captée par l'antenne réceptrice de la figure 9. Afin de récupérer le signal modulant, l'antenne réceptrice est associée au démodulateur constitué d'une diode, d'un conducteur ohmique de résistance R' et d'un condensateur de capacité C' (figure 11).

IV-2-5-1 Préciser le rôle joué par la diode dans la démodulation ?

IV-2-5-2 L'interrupteur étant ouvert, dessiner soigneusement l'allure de la courbe représentant les variations de u_{AM} en fonction du temps.

IV-2-5-3 Quel rôle joue le condensateur de capacité C' lorsque l'interrupteur K est fermé ?

IV-2-5-4 Pour avoir une bonne détection, il faut que la constante de temps τ = R'C' ne soit ni trop grande ni trop petite. Elle doit être inférieure à la période Ts = 0,25 ms du signal informatif à transporter et très supérieure à la période Tp = 0,025 ms de la porteuse (on prendra τ supérieure à 6 Tp).

Le conducteur ohmique a une résistance R' = 20 kΩ.

Déterminer alors, dans la liste suivante, la valeur de la capacité C' permettant de respecter au mieux ces conditions : 1pF, 10 pF, 100 pF, 1 nF, 10 nF, 100 nF, 1 μF, 10 μF, 100 μF.

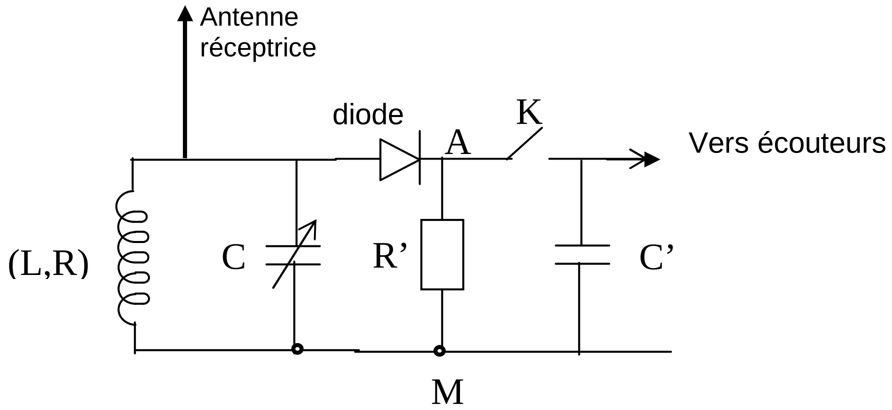


Figure 11

FIN DE SUJET