

ELECTRICITE (LE RETOUR) :

Electricité 7 FONCTIONS DE TRANSFERT- DIAGRAMMES DE BODE - FILTRES

EN TD UNIQUEMENT.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Fonction de transfert harmonique. Diagramme de Bode.	<p>Tracer le diagramme de Bode (amplitude et phase) associé à une fonction de transfert d'ordre 1.</p> <p>Utiliser une fonction de transfert donnée d'ordre 1 ou 2 (ou ses représentations graphiques) pour étudier la réponse d'un système linéaire à une excitation sinusoïdale, à une somme finie d'excitations sinusoïdales, à un signal périodique.</p> <p>Utiliser les échelles logarithmiques et interpréter les zones rectilignes des diagrammes de Bode en amplitude d'après l'expression de la fonction de transfert.</p> <p>Mettre en œuvre un dispositif expérimental illustrant l'utilité des fonctions de transfert pour un système linéaire à un ou plusieurs étages.</p>

Electricité 8

FILTRAGE D'UN SIGNAL PERIODIQUE

EN COURS ET TD.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Signaux périodiques.	<p>Analyser la décomposition fournie d'un signal périodique en une somme de fonctions sinusoïdales. Définir la valeur moyenne et la valeur efficace d'un signal.</p> <p>Établir par le calcul la valeur efficace d'un signal sinusoïdal.</p> <p>Interpréter le fait que le carré de la valeur efficace d'un signal périodique est égal à la somme des carrés des valeurs efficaces de ses harmoniques.</p>
Modèles de filtres passifs : passe-bas et passe-haut d'ordre 1, passe-bas et passe-bande d'ordre 2.	<p>Choisir un modèle de filtre en fonction d'un cahier des charges.</p> <p>Expliciter les conditions d'utilisation d'un filtre en tant que moyennneur, intégrateur, ou dérivateur.</p> <p>Expliquer l'intérêt, pour garantir leur fonctionnement lors de mises en cascade, de réaliser des filtres de tension de faible impédance de sortie et forte impédance d'entrée.</p> <p>Expliquer la nature du filtrage introduit par un dispositif mécanique (sismomètre, amortisseur, accéléromètre, etc.).</p> <p>Étudier le filtrage linéaire d'un signal non sinusoïdal à partir d'une analyse spectrale.</p> <p>Détecter le caractère non linéaire d'un système par l'apparition de nouvelles fréquences.</p> <p><i>Capacité numérique</i> : simuler, à l'aide d'un langage de programmation, l'action d'un filtre sur un signal périodique dont le spectre est fourni. Mettre en évidence l'influence des caractéristiques du filtre sur l'opération de filtrage.</p>

PROPAGATION D'UN SIGNAL :

Ondes 1

PROPAGATION D'UN SIGNAL

EN COURS ET TD.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Exemples de signaux. Signal sinusoïdal.	Identifier les grandeurs physiques correspondant à des signaux acoustiques, électriques, électromagnétiques.
Propagation d'un signal dans un milieu illimité, non dispersif et transparent Onde progressive dans le cas d'une propagation unidimensionnelle non dispersive. Célérité, retard temporel.	Écrire les signaux sous la forme $f(x-ct)$ ou $g(x+ct)$. Écrire les signaux sous la forme $f(t-x/c)$ ou $g(t+x/c)$. Prévoir, dans le cas d'une onde progressive, l'évolution temporelle à position fixée et l'évolution spatiale à différents instants.
Modèle de l'onde progressive sinusoïdale unidimensionnelle. Vitesse de phase, déphasage, double périodicité spatiale et temporelle.	Citer quelques ordres de grandeur de fréquences dans les domaines acoustique, mécanique et électromagnétique. Établir la relation entre la fréquence, la longueur d'onde et la vitesse de phase. Relier le déphasage entre les signaux perçus en deux points distincts au retard dû à la propagation. Mesurer la vitesse de phase, la longueur d'onde et le déphasage dû à la propagation d'un phénomène ondulatoire.
Milieus dispersifs ou non dispersifs.	Définir un milieu dispersif. Citer des exemples de situations de propagation dispersive et non dispersive.

ONDES 2

SUPERPOSITION DE DEUX ONDES ; INTERFERENCES

EN COURS UNIQUEMENT.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Phénomène d'interférences Interférences entre deux ondes acoustiques ou mécaniques de même fréquence.	Exprimer les conditions d'interférences constructives ou destructives. Déterminer l'amplitude de l'onde résultante en un point en fonction du déphasage.
Interférences entre deux ondes lumineuses de même fréquence. Exemple du dispositif des trous d'Young éclairé par une source monochromatique. Différence de chemin optique. Conditions d'interférences constructives ou destructives. Formule de Fresnel.	Relier le déphasage entre les deux ondes à la différence de chemin optique. Établir l'expression littérale de la différence de chemin optique entre les deux ondes. Exploiter la formule de Fresnel fournie pour décrire la répartition d'intensité lumineuse. Mettre en œuvre un dispositif expérimental pour visualiser et caractériser le phénomène d'interférences de deux ondes.

TOURNEZ SVP !!

Questions de cours à choisir parmi les suivantes :

- ✓ **Q1** : Définir, puis calculer les valeurs moyenne et efficace d'un signal sinusoïdal (§ I.4 & 5).
- Q2** : Savoir refaire l'exercice d'application sur le filtrage de signaux avec un filtre passe-bas du 1^{er} ordre.
- ✓ **Q3** : Savoir écrire les signaux sous la forme $f(x - ct)$ ou $g(x + ct)$ ou $f(t - \frac{x}{c})$ ou $g(t + \frac{x}{c})$ selon qu'on est en analyse spatiale ou temporelle et en propagation gauche-droite ou droite-gauche (§ IV.1) ; Connaître l'ordre de grandeur des fréquences audibles.
- ✓ **Q4** : Savoir refaire l'ex d'application sur l'évolution temporelle d'une onde (§ IV.2).
- ✓ **Q5** : Savoir présenter une onde progressive sinusoïdale, sa double périodicité et connaître les différentes relations liant ω et f ou T ; k et λ ; λ , c et f ou T ; Savoir définir un milieu dispersif en donnant des exemples (§ V.1).
- ✓ **Q6** : Savoir refaire l'ex d'application sur l'analyse spatiale d'une onde progressive sinusoïdale (§ V.3).
- ✓ **Q7** : Savoir refaire l'ex d'application sur émission – réception d'un haut-parleur (§ VI.2).
- ✓ **Q8** : Savoir refaire la méthode analytique pour obtenir l'amplitude en fonction du déphasage : Formule de Fresnel (§ II.3).
- ✓ **Q9** : Savoir retrouver l'expression du déphasage φ en fonction de la différence de chemin optique et connaître les conditions d'interférences constructives et destructives sur φ et sur δ (§ III.2 & 3).
- ✓ **Q10** : Savoir refaire l'exercice d'application sur l'expérience des trous d'Young ; En particulier obtenir l'expression $\delta \approx \frac{xa}{D}$ et les expressions de x permettant obtenir des interférences constructives ou destructives. (§ IV).

On donne aux étudiants (si besoin) :

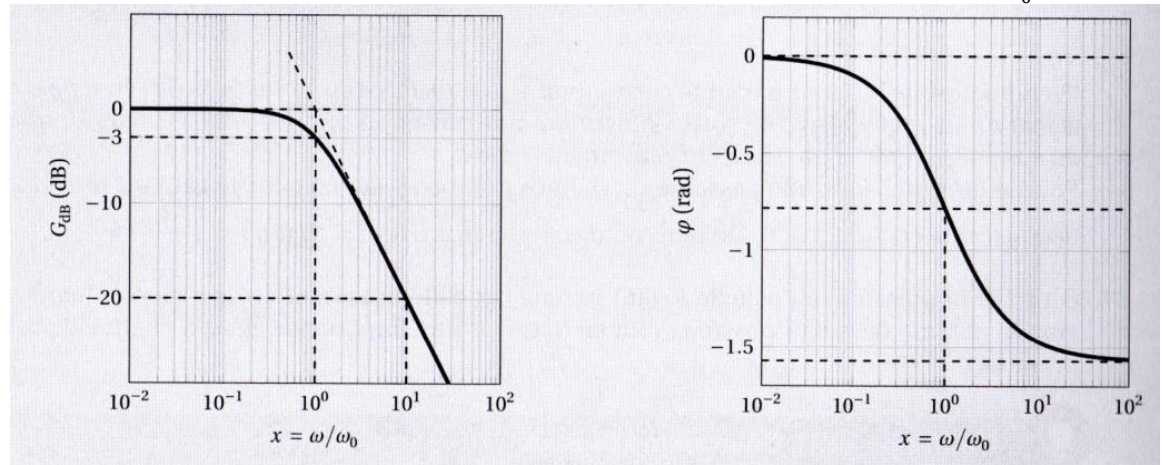
$$\cos(\alpha + \beta) = \cos(\alpha) \cos(\beta) - \sin(\alpha) \sin(\beta)$$

$$\cos(\alpha - \beta) = \cos(\alpha) \cos(\beta) + \sin(\alpha) \sin(\beta)$$

$$\text{Si } \varepsilon \ll 1 \text{ alors } \sqrt{1 + \varepsilon} \approx 1 + \frac{\varepsilon}{2}$$

Exercice d'application de Q2 : Utilisation d'un filtre passe-bas du 1^{er} ordre :

On considère un filtre passe-bas du 1^{er} ordre, dont le diagramme de Bode (en pulsation réduite $x = \frac{\omega}{\omega_0}$) est fourni ci-dessous :

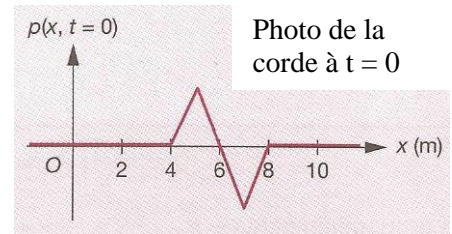


Donner l'allure du signal de sortie, si on envoie en entrée :

1. Un signal de la forme : $e_1(t) = e_1 \sin(\omega_1 t)$ avec $\omega_1 = \frac{\omega_0}{10}$.
2. Un signal de la forme : $e_2(t) = e_2 \sin(\omega_2 t)$ avec $\omega_2 = 10 \omega_0$.
3. Un signal d'entrée $e(t) = e_1(t) + e_2(t)$.
4. Un signal d'entrée de moyenne e_0 non nulle. La fréquence fondamentale du signal est f_3 supérieure à $10 f_0$. Quel sera l'effet du filtre ?
5. Un signal d'entrée de moyenne nulle et dont la fréquence fondamentale du signal est f_3 supérieure à $10 f_0$. Donner la relation entre $e(t)$ et $s(t)$. Commenter.

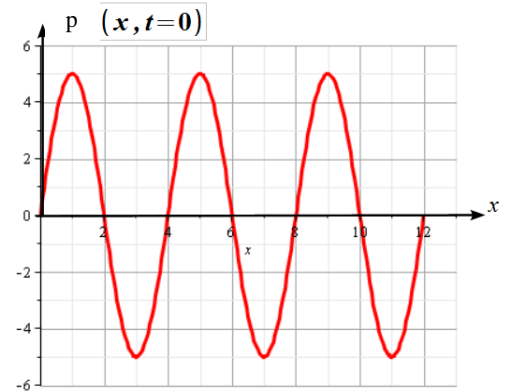
Exercice d'application de Q4 : Evolution temporelle d'une onde :

Pour une onde $p(x, t=0)$ représentée ci-contre et se propageant à la célérité $c = 2 \text{ m.s}^{-1}$ selon $+\vec{u}_x$, tracer l'évolution de $p(x_0, t)$ en fonction du temps, pour un détecteur placé en $x_0 = 10 \text{ m}$.



Exercice d'application de Q6 : Analyse spatiale d'une onde progressive sinusoïdale :

Une onde sinusoïdale se propage le long d'une corde à la vitesse $c = 2 \text{ cm.s}^{-1}$ dans le sens des x croissants. On a photographié la corde à $t=0$. L'amplitude de la vibration est représentée figure ci-contre :

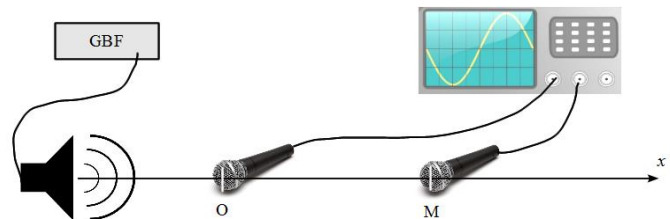


1. Est-ce une analyse spatiale ou temporelle ? Quelle est la longueur d'onde, l'amplitude de l'onde?
2. A partir du graphe, déduire l'expression mathématique de $p(x, t=0)$.
3. En déduire le tracé de $p(x_0, t)$ pour $x_{01} = 5 \text{ cm}$ et $x_{02} = 10 \text{ cm}$ pour $0 \leq t \leq 4 \text{ s}$.
4. En déduire, l'expression mathématique de $p(x_0, t)$ dans les 2 cas sans utiliser l'expression générale du cours.
5. En utilisant l'expression générale du cours, déduire $p(x, t)$ de la question 2. Retrouver les expressions établies à la question 4.

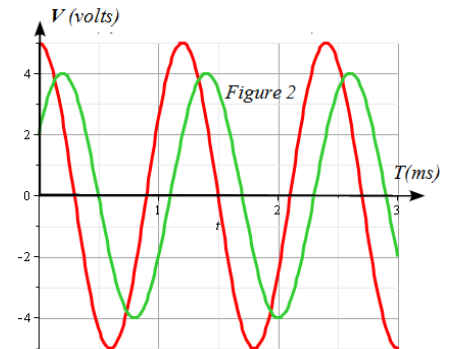
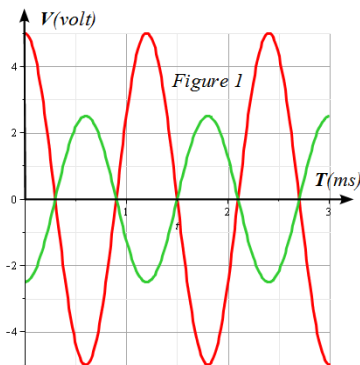
Exercice d'application de Q7 : Emission-réception d'un haut-parleur :

Un haut-parleur émet une onde progressive que l'on observe par l'intermédiaire de 2 microphones reliés à un oscilloscope. Le premier micro est fixé en O, et l'autre est mobile en M, cf figure ci-contre.

On suppose que dans les conditions de l'expérience, la vitesse de propagation de l'onde sonore est $c = 340 \text{ m.s}^{-1}$. On a modélisé les tensions délivrées par chacun des micros pour 2 positions x_1 (figure 1) et x_2 (figure 2) du micro mobile.



1. Quelle est la fréquence et la longueur d'onde de l'onde sonore ?
2. Comment reconnaît-on la tension $V_O(t)$ aux bornes du micro en O et celle $V_M(t)$ du micro en M .
3. Sur la figure 1 que peut-on dire des 2 signaux. Donner l'expression des abscisses x_n donnant ce déphasage. La figure 1 correspond à la plus petite valeur de x_n , on la note x_1 , calculer x_1 .
4. Sur la figure 2, quelle courbe est en avance ? Déterminer le déphasage entre les 2 tensions de la figure 2 en fonction de π . Déterminer la plus petite valeur de x noté x_2 donnant ce déphasage.



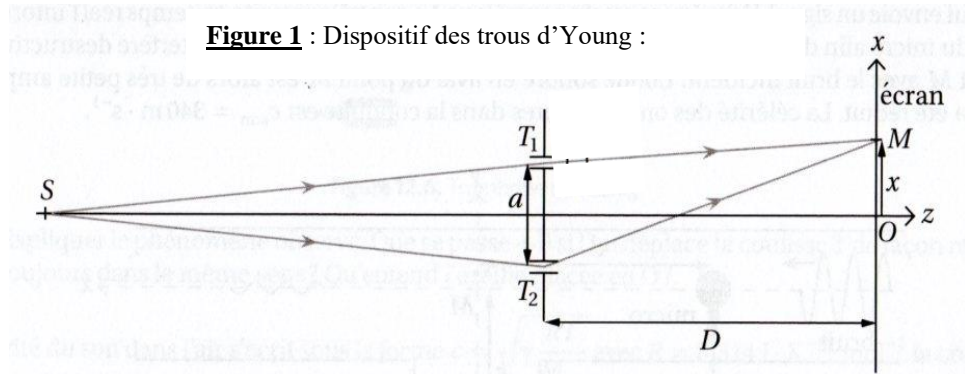
Exercice d'application de Q10 : Expérience des trous d'Young :

On considère un dispositif de trous de Young (schématisé figure 1 ci-dessous) composé de deux trous T_1 et T_2 séparés d'une distance a . Ce dispositif est éclairé par une source ponctuelle S monochromatique de longueur d'onde λ située sur l'axe optique.

La figure d'interférence est observée sur un écran situé à une distance D du plan des trous.

L'indice optique de l'air est supposé égal à 1.

On se place dans l'approximation paraxiale $x, a \ll D$.



Q1 - Les ondes issues des trous produisent des interférences. Expliquer qualitativement pourquoi on peut observer ce phénomène.

Q2 - Montrer que la différence de marche des deux rayons lumineux s'écrit $\delta \approx \frac{xa}{D}$.

Q3 - On note $\Delta\phi$ le déphasage entre les ondes issues des deux trous et arrivant au point M repéré par sa distance x à l'axe horizontal y cf schéma ci-dessus.

Montrer qu'alors $|\Delta\phi|$ peut se mettre sous la forme : $|\Delta\phi| \approx \frac{2\pi}{\lambda} \frac{ax}{D}$.

Q4 - Déterminer, en fonction de a , D et λ , les expressions de x pour lesquelles les interférences sont constructives ? Puis destructives ?

Donnée : Si $\varepsilon \ll 1$ alors $\sqrt{1 + \varepsilon} \approx 1 + \frac{\varepsilon}{2}$;