

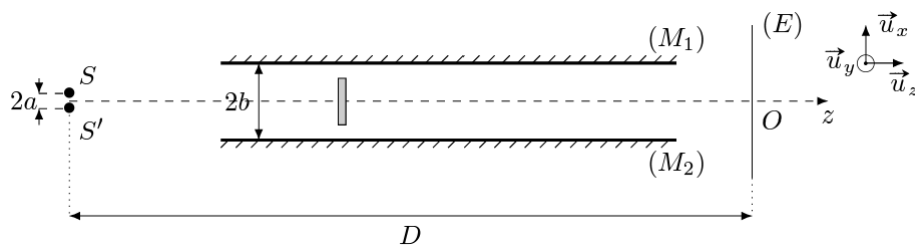
Sujet n°1

Question de cours. Chap O2. Cohérence temporelle.

1. Avec le système des trous d'Young éclairés par une source de spectre rectangulaire, exprimer la variation de l'ordre d'interférence entre la longueur d'onde moyenne et les longueurs d'onde extrémales.
2. Énoncer le critère semi-quantitatif de brouillage.
3. En déduire la condition sur la différence de marche en un point M de l'écran pour y observer une figure bien contrastée.

Exercice n°1 Deux miroirs

Deux miroirs plans (M_1) et (M_2), respectivement dans les plans $x = b$ et $x = -b$, sont éclairés par deux sources ponctuelles monochromatiques, de même longueur d'onde λ et de même intensité, placées en $S(a, 0, -D)$ et $S'(-a, 0, -D)$. L'observation se fait sur un écran (E) placé dans le plan $z = 0$. Un cache évite que de la lumière en provenance directe des sources arrive sur cet écran et le système est dimensionné de telle sorte que seuls des rayons ayant subi une seule réflexion, sur l'un ou l'autre des miroirs, puissent y parvenir. On supposera a et b très petits devant D . L'air est assimilé au vide.

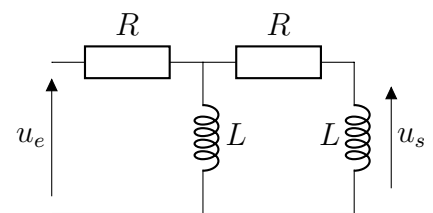


Seule la source S est prise en compte.

1. Montrer qualitativement que le dispositif constitue un diviseur d'onde dont on précisera la nature. Dans la suite on considérera que les deux ondes cohérentes parvenant sur l'écran ont même intensité I_0 .
2. Montrer que le problème peut se ramener à l'étude de la superposition d'ondes issues de deux sources virtuelles cohérentes S_1 et S_2 , dont on déterminera les positions.
3. Déterminer la différence de marche en un point de l'écran.
4. Exprimer l'intensité lumineuse sur la partie de l'écran où sont observées des interférences et décrire la figure d'interférences (géométrie des franges, positions des franges brillantes et des franges sombres, interfrange).

Exercice n°2 ADSL

Un ingénieur, plus doué en électronique qu'en informatique, vient de casser son filtre ADSL. Il souhaite du coup en fabriquer un lui-même. Les signaux transmis par une ligne téléphonique utilisent une très large gamme de fréquences divisée en deux parties : les signaux téléphoniques (transmettant la voix) utilisent les fréquences de 0 à 4 kHz ; les signaux informatiques (Internet) utilisent les fréquences de 25 kHz à 2 MHz .



1. Quel type de filtre faut-il utiliser pour récupérer seulement les signaux téléphoniques ? Les signaux informatiques ? Quelle fréquence de coupure f_c peut-on choisir ?
2. Déterminer la nature du filtre grâce à son comportement asymptotique. En déduire pour quels signaux il peut être utilisé.
3. Montrer que la fonction de transfert de ce filtre peut se mettre sous la forme : $\underline{H}(x) = \frac{-x^2}{1 + 3jx - x^2}$ avec $x = \frac{\omega}{\omega_0}$ et ω_0 à déterminer en fonction de R et L .
4. Tracer le diagramme de Bode asymptotique de ce filtre, puis esquisser l'allure de la courbe réelle de gain en la justifiant.
5. L'ingénieur possède des résistances de 100Ω . Quelle valeur d'inductance doit-il choisir pour réaliser le filtre souhaité ?
6. Déterminer le signal de sortie si $u_e(t) = E \cos(0,01\omega_0 t) + E \cos(100\omega_0 t)$.

Sujet n°2

Question de cours. Chap O2. Trous d'Young dans la configuration de Fraunhofer.

1. Décrire la configuration de Fraunhofer.
2. Faire un schéma.
3. Établir l'expression de l'ordre d'interférences en un point de l'écran.

Exercice n°1 Chemin optique et lentille

La lentille est en verre d'indice n et a une épaisseur e au niveau de son centre optique O . Sa distance focale image est f' . Elle est plongée dans l'air d'indice n_{air} . Soient M et M' deux points dont les coordonnées dans le repère Oxy sont respectivement $(x, 0)$ et (x', y') . Une source S est placée devant la lentille sur l'axe optique.

1. On suppose que $\overline{OS} = -f'$.

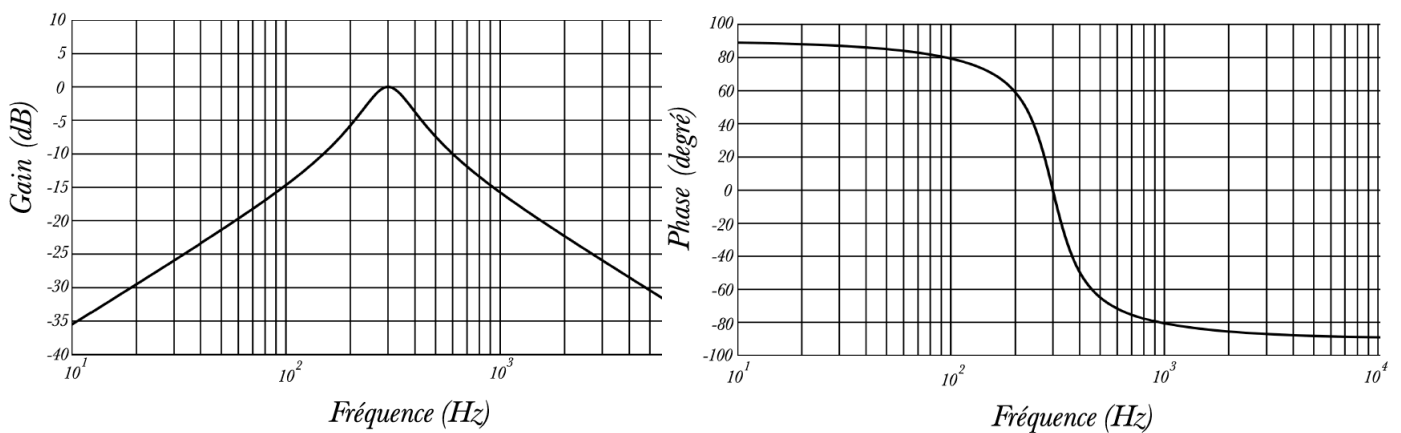
Construire les rayons issus de S qui parviennent en M et en M' .

Exprimer les chemins optiques (SM) et (SM') .

2. Même question avec $\overline{OS} = -\frac{3f'}{2}$

Exercice n°2 Étude d'un filtre

On étudie un filtre constitué d'un condensateur de capacité C , d'une bobine d'inductance L et d'un résistor de résistance R associés en série. Le diagramme de Bode en gain et en phase de ce filtre est représenté ci-dessous.



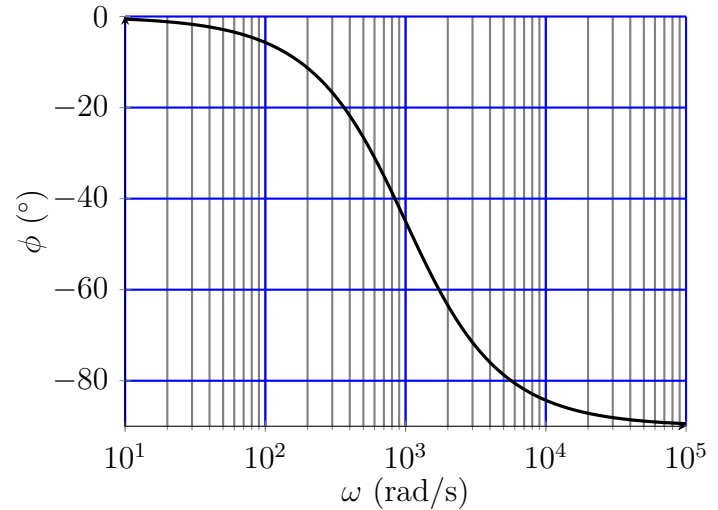
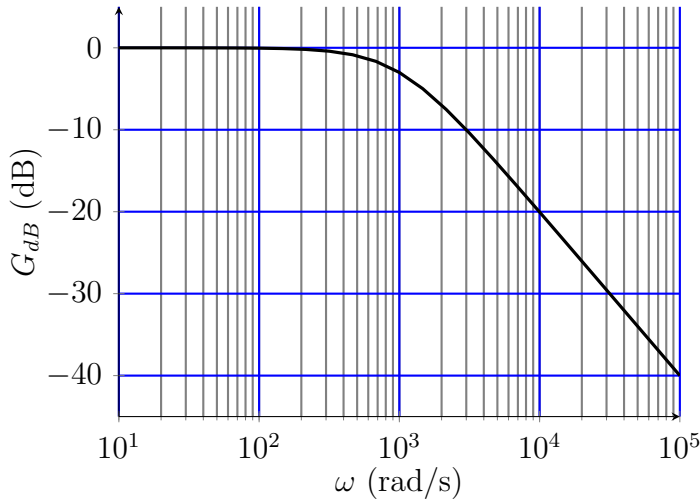
1. A partir de la lecture du diagramme de Bode :
 - a) Justifier la nature de ce filtre et représenter le schéma du circuit.
 - b) Évaluer la fréquence de résonance, les fréquences de coupure et le facteur de qualité.
 - c) Sachant que $R = 100\Omega$, calculer L et C .
2. On envoie en entrée du filtre un signal : $e(t) = E(\cos(0.1\omega t) + \cos(\omega t) + \cos(10\omega t))$ avec $\omega = 1885 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$. Exprimer le signal de sortie $s(t)$.
3. Déterminer la fonction de transfert.
4. Déterminer les équations des asymptotes au diagramme de Bode.

Sujet n°3

Question de cours. Filtrage d'un signal par un filtre linéaire

On étudie le filtrage effectué par un filtre de diagramme de Bode donné ci-dessous.

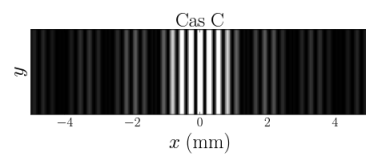
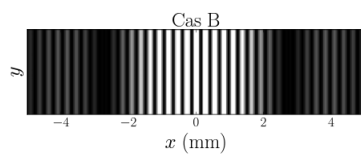
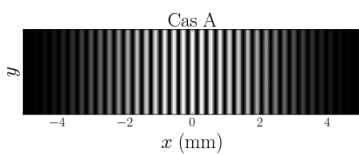
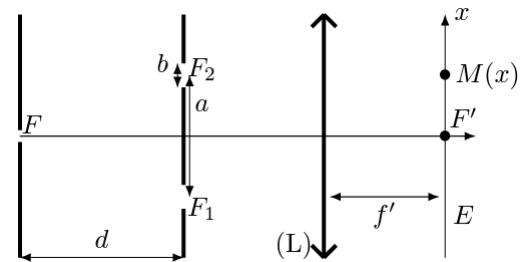
Soit le signal en entrée $u_e(t) = E_0 + E \cos(\omega_1 t) + E \cos(\omega_2 t + \pi/3)$, avec $\omega_1 = 100 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$ et $\omega_2 = 10^4 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$.



1. Écrire le signal de sortie $u_s(t)$ en introduisant les amplitudes et phases nécessaires.
2. Sans calcul, déterminer la composante continue S_0 de u_s .
3. En utilisant le diagramme de Bode fourni, déterminer S_1 , S_2 , φ_{s1} et φ_{s2} pour en déduire l'expression du signal de sortie du filtre.

Exercice n°1 Longueur d'onde ?

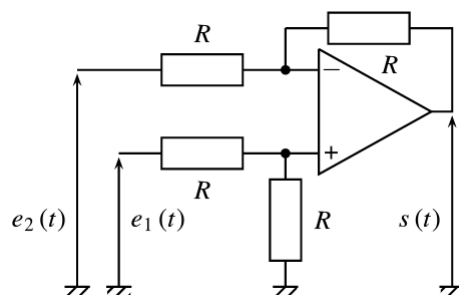
Nous étudions le dispositif des fentes d'Young présenté sur la figure ci-dessous. La fente source primaire F est très fine et émet une lumière monochromatique de longueur d'onde λ_0 éclairant deux fentes F_1 et F_2 dont les centres sont distants de $a = 2,0 \text{ mm}$ et de largeur commune réglable b . L'observation se fait sur l'écran E confondu avec le plan focal image d'une lentille convergente de distance focale $f' = 1,0 \text{ m}$. La distance entre F et le plan des fentes d'Young est $d = 30 \text{ cm}$.



La figure montre la simulation numérique d'une série de figures d'interférences obtenues avec trois valeurs différentes de b .

1. Établir l'expression de la différence de marche en M .
2. Proposer une détermination expérimentale de la longueur d'onde λ_0 .
3. Quel est le phénomène mis en évidence dans la série de figures ? Proposer une estimation de b pour chaque cas.

Exercice n°2 Étude d'un montage à ALI



Qu'effectue le montage ci-contre ?