Semaine du 1<sup>er</sup> au 5 décembre 2025

# Programme de colle de physique n°9 🌞

## Que faire pour les colles?

#### AVANT la colle

- ★ Apprendre le cours,
- ★ Refaire les exercices,
- ★ S'assurer que les questions de cours sont maîtrisées (prendre une feuille et essayer de les faire).

#### PENDANT la colle

- ★ Apporter le livret de colles,
- ★ Sur le tableau, représenter les schémas, écrire les calculs.
- ★ La colle est un ORAL (donc il faut parler!) : il faut expliquer ce que vous avez écrit, répondre aux questions...

#### APRÈS la colle

- ★ Si certains points n'avaient pas été compris avant la colle, les reprendre attentivement avec le cours,
- \* Relire les commentaires laissés par l'interrogateur sur le livret de colles afin de progresser.

#### Déroulé de la colle :

- 1. Une question de TP (la réponse attendue est très courte).
- 2. Une question de cours sur le chapitre n°8 (filtres linéaires).
- 3. Des exercices variés sur le chapitre n°7.

#### TP n°9

- TP 1 Détailler le protocole de mesure du déphasage entre deux signaux sinusoïdaux de même fréquence.
- TP 2 Pour tracer expérimentalement le diagramme de Bode d'un filtre passe-bande de fréquence propre 1 kHz, comment devez-vous répartir les mesures en terme de fréquence?
- TP 3 Comment repère-t-on précisément le passage en phase (ou en opposition de phase) de deux signaux sinusoïdaux à l'oscilloscope?

# Chapitre n°9 Oscillateurs en régime sinusoïdal forcé (En exercices uniquement)

# Chapitre n°10 Filtrage linéaire (En questions de cours uniquement)

1 - Définir la valeur moyenne et la valeur efficace d'un signal périodique.

Calculer la valeur efficace d'un signal sinusoïdal.

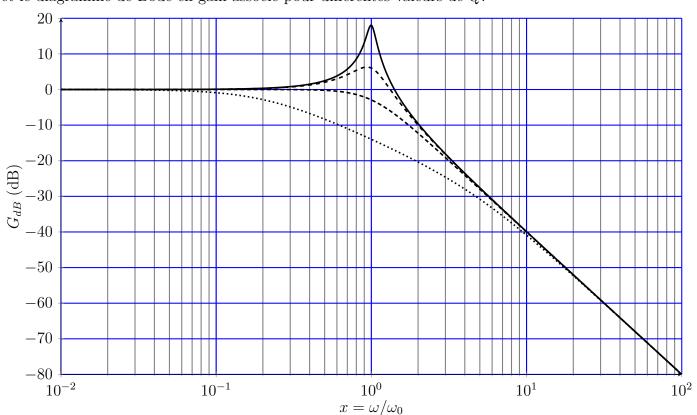
Préciser ce que mesure un multimètre selon son mode.

- 2 🖵 Signal périodique et décomposition en série de Fourier.
  - (a) Qu'est-ce que la décomposition en série de Fourier d'un signal périodique? Expliquer en français ce que c'est.
    - Donner la formule mathématique, en explicitant chacun des termes.
  - (b) Qu'est-ce que le spectre d'un signal périodique? Qu'est-ce qui est représenté en fonction de quoi? Comment déterminer la fréquence d'un signal à partir du signal temporel? à partir du spectre?



- 3 🖵 Sur l'exemple d'un circuit RC du 1<sup>er</sup> ordre aux bornes du condensateur ou aux bornes de la résistance (au choix de l'interrogateur.rice.).
  - (a) Déterminer la nature du filtre à partir des comportements asymptotiques des dipôles.
  - (b) Établir la fonction de transfert harmonique, puis le gain et la phase.
  - (c) Déterminer l'expression de la pulsation de coupure en fonction des composants.
  - (d) Tracer le diagramme de Bode asymptotique (gain en dB et phase):
    - Déterminer l'expression approchée de la fonction de transfert à BF et HF.
    - En déduire l'expression du gain en dB et de la phase à BF et HF.
    - Conclure sur les asymptotes.
  - (e) En déduire le diagramme réel en ajoutant la valeur du gain en dB et phase à la pulsation de coupure.
- 4 □ Filtre passe-bas du 2<sup>e</sup> ordre :

On donne la fonction de transfert harmonique d'un filtre passe-bas du 2° ordre  $\underline{H}(j\omega) = \frac{1}{1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2} + j\frac{\omega}{Q\omega_0}}$ et le diagramme de Bode en gain associé pour différentes valeurs de Q.

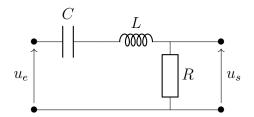


- a) Déterminer graphiquement les équations des asymptotes. Dépendent-elles du facteur de qualité?
- b) Déterminer l'équivalent de la fonction de transfert à basse fréquence et en déduire l'équation des asymptotes du diagramme de Bode en amplitude. Comparer au diagramme de Bode fourni.
- c) Faire de même à haute fréquence.
- d) Quel est l'intérêt d'un filtre passe-bas du deuxième ordre par rapport au premier ordre? Que peut-il se produire avec un filtre du 2<sup>e</sup> ordre? Est-ce souhaitable pour un filtre passe-bas? Comment choisir Q?



### 5 - $\square$ Exemple du passe-bande d'ordre 2 :

On étudie le circuit RLC série alimenté par une tension sinusoïdale  $u_e(t) = U_{em} \cos(\omega t)$ .

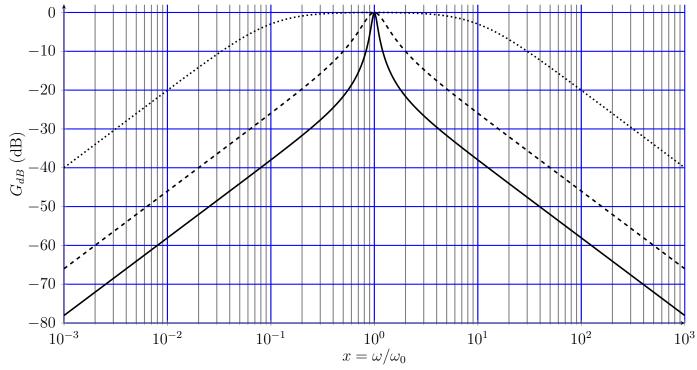


- a) Déterminer la nature du filtre à partir du circuit.
- b) Établir la fonction de transfert harmonique de ce filtre.

On admet (pour la colle, mais le calcul a été fait dans le chapitre n°7 et doit être maîtrisé) qu'elle peut s'écrire :  $\underline{H}(j\omega) = \frac{1}{1+jQ\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)}$ , avec  $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$  et  $Q = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$ .

c) Pour quelle pulsation le gain est-il maximal? Rappeler l'expression de la largeur de la bande passante  $\Delta\omega$  pour ce système.

On donne ci-dessous le diagramme de Bode du filtre précédent pour différentes valeurs de Q.



- d) Déterminer graphiquement les caractéristiques des asymptotes. Dépendent-elles du facteur de qualité?
- e) Déterminer les équivalents de la fonction de transfert à basse fréquence et à haute fréquence. En déduire les équations des asymptotes du diagramme de Bode en gain à basse et à haute fréquence. Comparer au diagramme de Bode fourni.
- 6 🗖 Filtrage d'un signal par un filtre linéaire. Pas en début de semaine.

On étudie le filtrage effectué par un filtre de fonction de transfert  $\underline{H}(j\omega) = \frac{1}{1+j\frac{\omega}{\omega_c}}$ , avec  $\omega_c = 10^3 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$ . 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  $\omega_2 = 10^4 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$ .

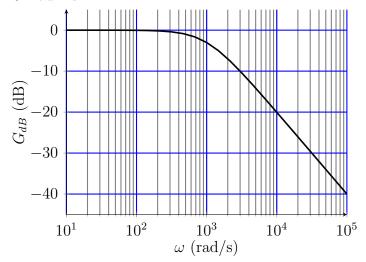
- a) Écrire le signal de sortie  $u_s(t)$  en introduisant les amplitudes et phases nécessaires.
- b) Sans calcul, déterminer la composante continue  $S_0$  de  $u_s$ .
- c) En utilisant la fonction de transfert fournie, déterminer  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $\varphi_{s1}$  et  $\varphi_{s2}$  pour en déduire l'expression du signal de sortie du filtre.
- d) Représenter l'allure du signal de sortie.

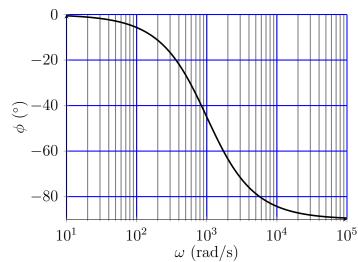


7 - 🗖 Filtrage d'un signal par un filtre linéaire. Pas en début de semaine.

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  $\omega_2 = 10^4 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$ .





- a) Écrire le signal de sortie  $u_s(t)$  en introduisant les amplitudes et phases nécessaires.
- b) Sans calcul, déterminer la composante continue  $S_0$  de  $u_s$ .
- c) En utilisant la fonction de transfert fournie, déterminer  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $\varphi_{s1}$  et  $\varphi_{s2}$  pour en déduire l'expression du signal de sortie du filtre.
- d) Représenter l'allure du signal de sortie.

#### 8 - D Moyenneur, dérivateur, intégrateur?

- a) Quel type de filtre doit-on utiliser pour obtenir en sortie la valeur moyenne de la tension d'entrée? Comment doit-on choisir sa fréquence de coupure?
- b) Quel type de filtre doit-on utiliser pour obtenir en sortie la primitive de la tension d'entrée? Comment doit-on choisir sa fréquence de coupure?
- c) Quel type de filtre doit-on utiliser pour obtenir en sortie la dérivée de la tension d'entrée? Comment doit-on choisir sa fréquence de coupure?