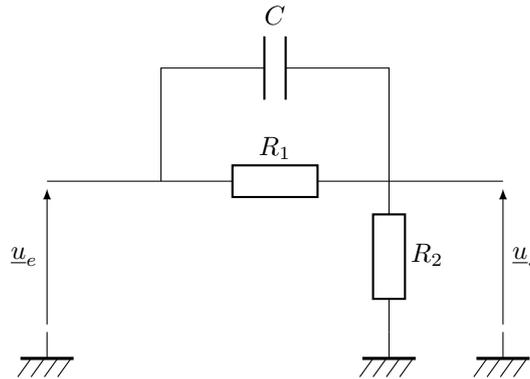


DM5 : Filtrage, molécules

Le travail en groupe est fortement encouragé, vous pouvez rendre une copie par groupe de 3. Attention, tous les membres du groupe doivent avoir fait tout le DM! Il ne s'agit pas de partager le travail.

Exercice 1 : ÉTUDE ET UTILISATION D'UN FILTRE

On s'intéresse au filtre représenté ci-dessous :



1 Étude du filtre

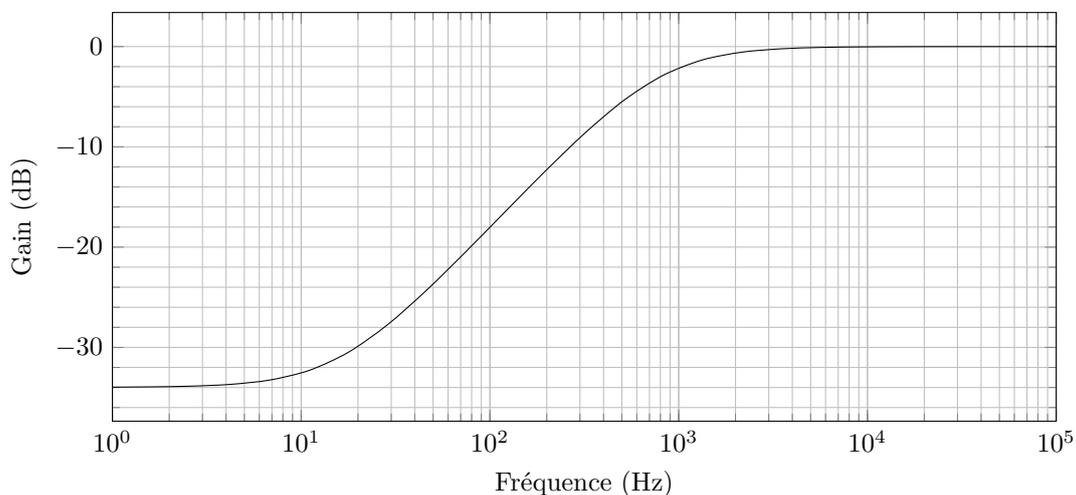
1. Étudier le comportement asymptotique du filtre lorsque $\omega \rightarrow 0$ et lorsque $\omega \rightarrow \infty$.
2. Calculer la fonction de transfert du filtre et montrer qu'elle se met sous la forme

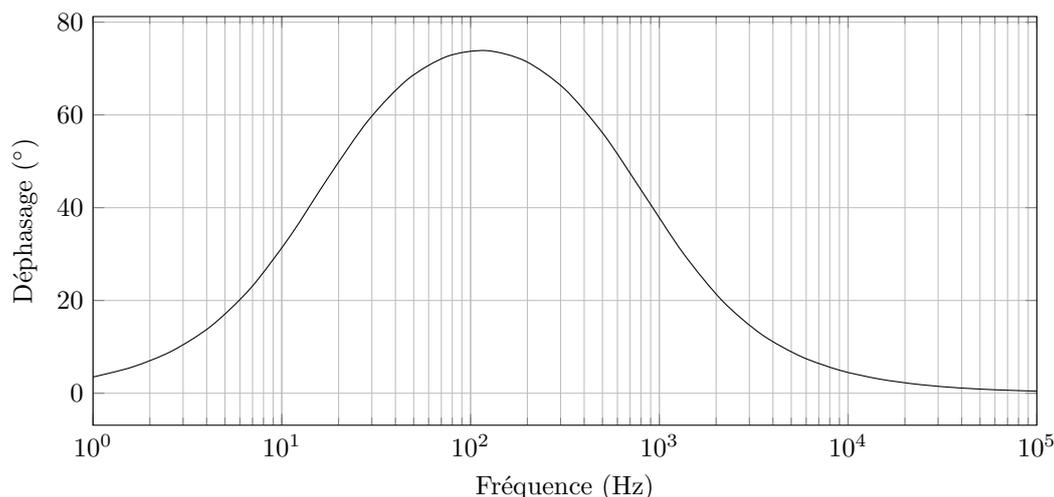
$$\underline{H}(\omega) = \alpha \frac{1 + j \frac{\omega}{\omega_1}}{1 + j \frac{\omega}{\omega_2}} \quad (1)$$

Déterminer ω_1 , ω_2 et α en fonction de R_1 , R_2 et C .

3. Montrer que $\omega_1 = \alpha \omega_2$.
4. Montrer que $\omega_1 < \omega_2$. On supposera par la suite que $\omega_1 \ll \omega_2$.
5. Déterminer les asymptotes de la courbe du gain du diagramme de Bode pour $\omega \ll \omega_1$, $\omega_1 \ll \omega \ll \omega_2$ et $\omega \gg \omega_2$.
6. Montrer que le filtre a un caractère dérivateur pour $\omega_1 \ll \omega \ll \omega_2$.
7. Déterminer les limites du déphasage à très basse et très haute fréquence.

Le diagramme de Bode du filtre, calculé numériquement est représenté ci-dessous





8. Quelle est la nature du filtre ?
9. Déterminer la fréquence de coupure à -3 dB de ce filtre.
10. Vérifier à partir de la fonction de transfert que la pulsation de coupure à -3 dB est quasiment égale à ω_2 . En déduire la valeur numérique de ω_2 .
11. Déterminer graphiquement la valeur numérique de α .
12. En déduire la valeur de ω_1 .
13. Retrouver les valeurs de ω_1 , ω_2 et α en utilisant la courbe de déphasage. (On pourra calculer le déphasage pour ω_1 et ω_2)
14. Dans le cadre de l'utilisation de ce filtre, on est amené à mettre une résistance du même ordre de grandeur que R_2 à la sortie du filtre. La bande passante du filtre est-elle plus large ou plus étroite que lorsque la sortie du filtre est ouverte ? Justifier précisément la réponse.

2 Utilisation du filtre

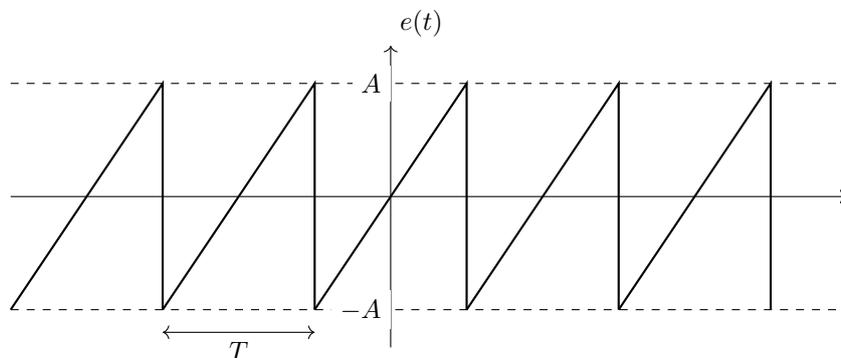
Dans cette partie, on s'appuiera sur le diagramme de Bode de la partie précédente pour répondre aux questions.

15. On envoie une somme de deux sinusoïdes de même amplitude à l'entrée du filtre, la première de fréquence 10 Hz, la seconde de fréquence 50 Hz. Quel signal obtient-on à la sortie du filtre ?

On envoie à l'entrée du filtre, une sinusoïde de valeur efficace 8,00 V et de fréquence 100 Hz.

16. Déterminer l'amplitude de la sinusoïde en sortie du filtre et son déphasage par rapport au signal d'entrée.
17. Qu'obtient-on en sortie si on ajoute à la sinusoïde d'entrée un offset de 5 V ?

On envoie en entrée du filtre un signal $e(t)$ en dents de scie comme présenté ci-dessous



18. Calculer la valeur efficace E_{eff} de $e(t)$.
19. Tracer les allures de $e(t)$ et $s(t)$, signal en sortie du filtre, pour $T = 1$ s, $T = 10$ μ s et $T = 10$ ms. On justifiera brièvement le tracé.

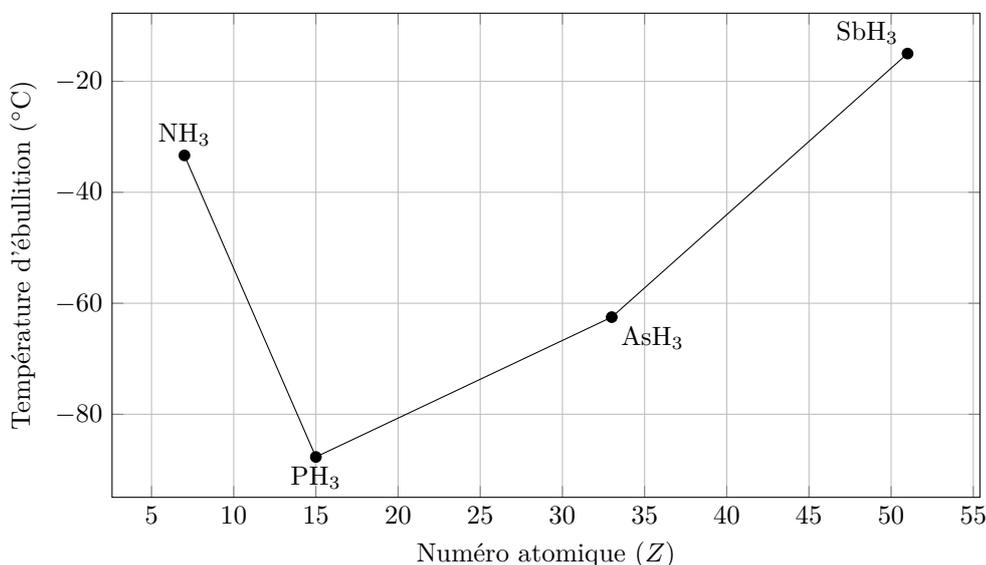
Exercice 2 : CHIMIE DE L'AZOTE

On étudie dans cet exercice quelques molécules contenant l'élément azote.

- Donner la configuration électronique du carbone et de l'azote dans leur état fondamental. On rappellera le numéro atomique de ces éléments.
- Représenter le schéma de Lewis de la molécule d'ammoniac NH_3 .
- La molécule d'ammoniac a une géométrie tétraédrique où l'azote est à un sommet du tétraèdre. Indiquer si la molécule est polaire. Si elle l'est, représenter son moment dipolaire.

On donne les numéros atomiques du phosphore P ($Z = 15$), de l'arsenic As ($Z = 33$) et de l'antimoine Sb ($Z = 51$).

- Représenter schématiquement le tableau périodique et placer ces éléments. La réponse devra être correctement justifiée en se basant sur la configuration électronique de ces éléments.
- Définir l'électronégativité d'un élément. Classer par ordre croissant les électronégativités de l'azote, du phosphore, de l'arsenic et de l'antimoine.
- La figure ci-après donne l'évolution des températures d'ébullition des composés NH_3 , PH_3 , AsH_3 et SbH_3 . Commenter ce graphique. On indique que les électronégativités de H, P, As et Sb sont du même ordre de grandeur.



- La solubilité du gaz ammoniac dans l'eau à 20°C est de 702ℓ d'ammoniac par litre d'eau. Commenter cette valeur.

On souhaite désormais comparer deux molécules,

- la triméthylamine $\text{N}(\text{CH}_3)_3$;
- la trisilylamine $\text{N}(\text{SiH}_3)_3$.

- On donne le numéro atomique du silicium Si ($Z = 14$). Donner la configuration électronique du silicium. Préciser le nombre d'électrons de valence.
- Écrire la structure de Lewis de $\text{N}(\text{CH}_3)_3$ sachant que l'azote est l'élément central.

L'azote se retrouve dans toutes les protéines et constitue donc une partie importante de la biomasse.

Pour cette raison, il est très présent dans toute l'industrie des engrais. On l'y retrouve notamment sous forme d'ions nitrate et ammonium dans le nitrate d'ammonium NH_4NO_3 .

- Le nitrate d'ammonium est préparé par réaction entre l'acide nitrique HNO_3 et l'ammoniac NH_3 . Écrire la formule de Lewis de l'acide nitrique (l'azote est lié à trois groupements O, O et OH). En déduire celle de NO_3^- .
- Calculer le pourcentage en masse de l'élément azote du nitrate d'ammonium pur. On donne les masses molaires

espèce	H	N	O
$M(\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$	1,0	14	16

- Le protoxyde d'azote N_2O (gaz enivrant qualifié d'« hilarant ») est obtenu par décomposition thermique du nitrate d'ammonium. Proposer une formule de Lewis pour N_2O , dont le squelette est $\text{N}-\text{N}-\text{O}$.

13. La synthèse de l'acide nitrique fait intervenir les espèces NO, NO₂, HNO₂ et N₂O₄. Proposer une représentation de Lewis pour chaque espèce, sachant qu'aucune ne fait intervenir de liaison O–O.
14. Quelle propriété particulière partagent NO et NO₂ ?
15. L'anhydride N₂O₃ est instable et se décompose à température ambiante en NO et NO₂. En déduire une représentation de Lewis de N₂O₃.