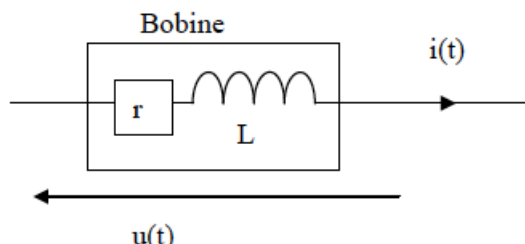


DM 1 : Révisions de PTSI

EXERCICE 1 : Electricité : déterminations des constantes d'une bobine réelle

On dispose d'une bobine B que l'on assimilera à l'association série d'une inductance L et d'une résistance r . (L et r sont des constantes positives, indépendantes de la fréquence)



Détermination de r

- 1) La bobine est parcourue par un courant $i(t)$. Exprimer la tension $u(t)$ à ses bornes en fonction de r , L , $i(t)$ et de sa dérivée par rapport au temps.
- 2) On réalise le circuit suivant, en plaçant, en série avec la bobine, un résistor de résistance $R = 40 \, \Omega$. L'alimentation est un générateur de tension continue, constante, de force électromotrice $E_0 = 1,0 \, \text{V}$ et de résistance interne $r_0 = 2,0 \, \Omega$.

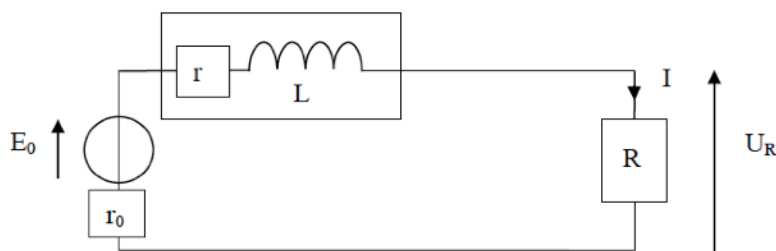


Figure 2

On mesure, en régime permanent, la tension U_R aux bornes de R .
Exprimer r en fonction des données de cette question. Calculer r avec $U_R = 0,56 \, \text{V}$.

Détermination de r et L à partir d'un oscillogramme.

On place, en série avec la bobine, un résistor de résistance $R = 40 \, \Omega$ et un condensateur de capacité $C = 10 \, \mu\text{F}$.

Le GBF (générateur basses fréquences) est réglé pour délivrer une tension sinusoïdale de fréquence $f = 250 \, \text{Hz}$ (la pulsation sera notée ω) et de valeur crête à crête de $10 \, \text{V}$.
Deux tensions sont visualisées sur un oscilloscope numérique.

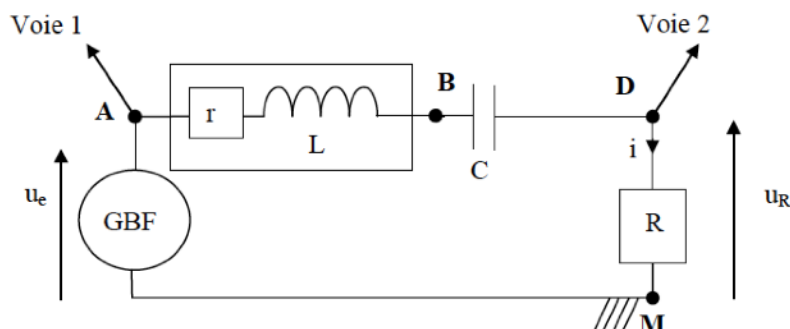


Figure 3

On obtient un oscillogramme équivalent au graphe suivant

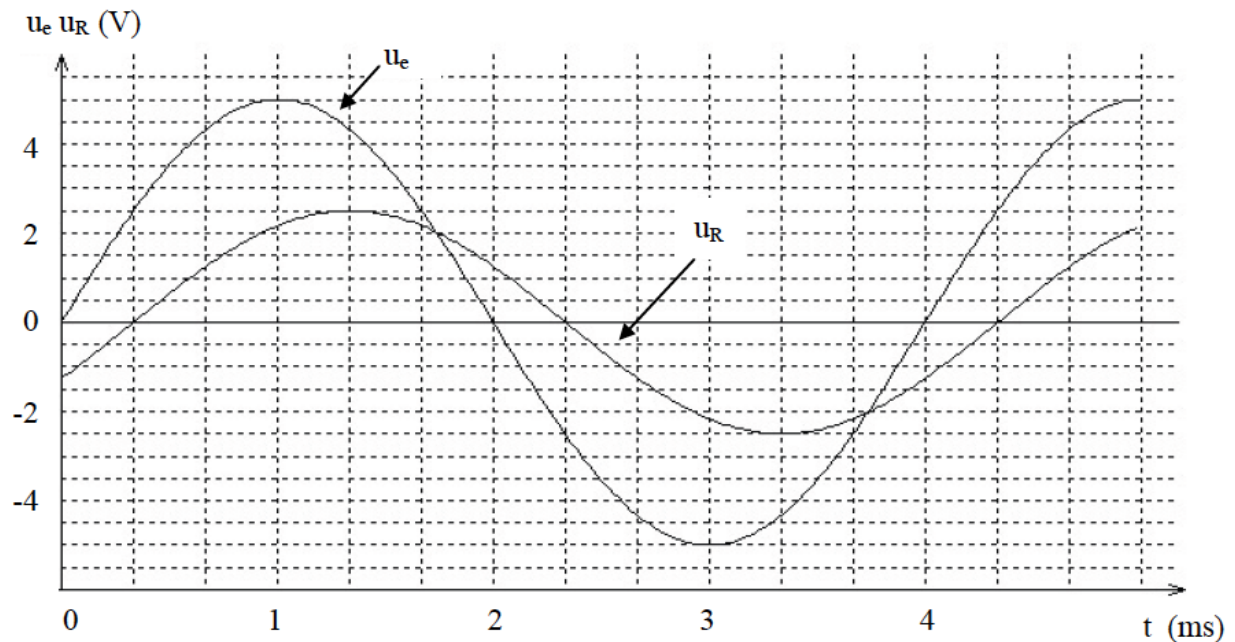


Figure 4

- 3) Déterminer l'amplitude U_e de la tension u_e et l'amplitude U_R de la tension u_R .
- 4) Déterminer l'amplitude I du courant i .
- 5) Rappeler l'expression générale de l'impédance Z d'un dipôle quelconque (module de l'impédance complexe). Calculer alors l'impédance Z_{AM} du dipôle AM.
- 6) Des deux tensions, $u_R(t)$ et $u_e(t)$, laquelle, et pourquoi d'après l'oscillogramme, est en avance sur l'autre ?
- 7) Déterminer précisément, à partir de l'oscillogramme, le déphasage $\varphi_{u_e/i}$ entre u_e et i , (c'est-à-dire entre u_e et u_R).
- 8) Ecrire l'expression générale de l'impédance complexe $\underline{Z}_{AM}$ en fonction de r , R , L , C , ω .
- 9) Ecrire l'expression de l'impédance complexe $\underline{Z}_{AM}$ en fonction de son module Z_{AM} et du déphasage $\varphi_{u_e/i}$.
- 10) Exprimer r en fonction de R , Z_{AM} et $\varphi_{u_e/i}$. Calculer sa valeur.
- 11) Exprimer L en fonction de C , ω , Z_{AM} et $\varphi_{u_e/i}$. Calculer sa valeur.

Etude de la fonction de transfert.

- 12) Rappeler la définition de la fonction de transfert $\underline{H}$ du filtre ainsi formé avec u_e pour tension d'entrée et u_r pour tension de sortie.
- 13) Proposer un schéma équivalent en basses puis en hautes fréquences et en déduire la nature probable du filtre.
- 14) Exprimer $\underline{H}$ en fonction de r , R , L , C , ω .
- 15) Mettre $\underline{H}$ sous la forme : $\underline{H} = \frac{H_{\max}}{1 + j \cdot Q \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right)}$. On exprimera littéralement $H_{\max}$, le paramètre ω_0 ainsi que le facteur de qualité Q de ce circuit en fonction de r , R , L , C .
- 16) La figure 5 représente (en partie) le diagramme de Bode du filtre précédent. Rappeler la définition du diagramme de Bode.
- 17) Déterminer, à partir du graphe et des données initiales, les valeurs de r et L .

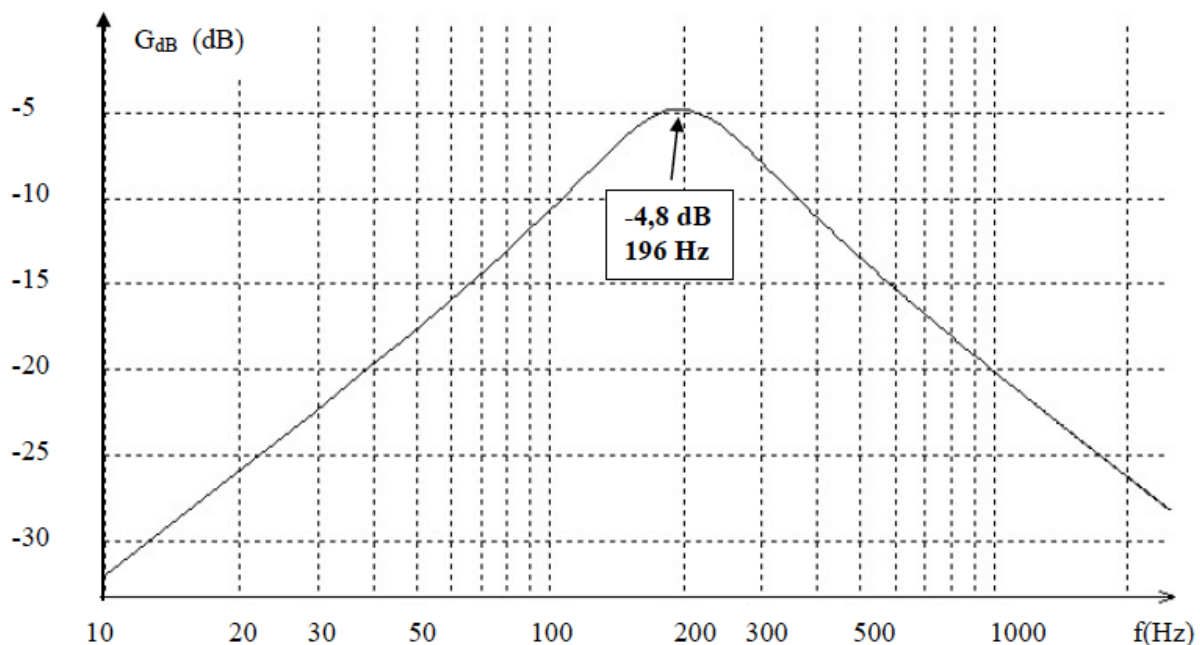


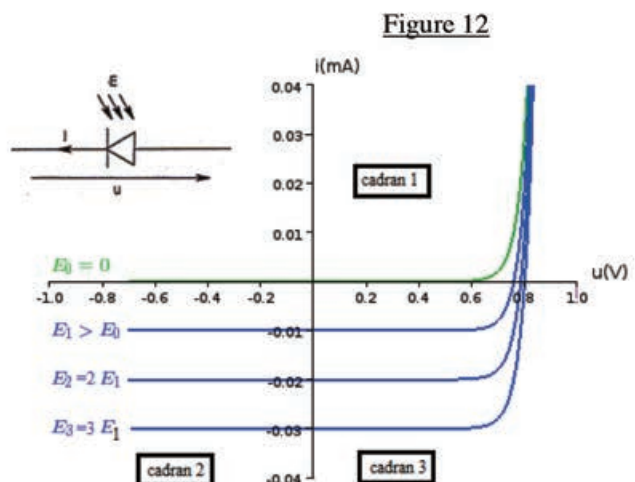
Figure 5

EXERCICE 2 : Capteur CCD, points de fonctionnement.

C.2 Le capteur C.C.D.



Le capteur C.C.D. est constitué de 1024 photodiodes.
Une photodiode est un dipôle dont la caractéristique dépend de l'éclairement E .
On donne sur la figure 12 ci-contre la représentation du dipôle, ainsi que le réseau de ses caractéristiques courant-tension pour différentes valeurs de l'éclairement E .
Le graphe est divisé en 3 cadrans selon les signes de u et i .

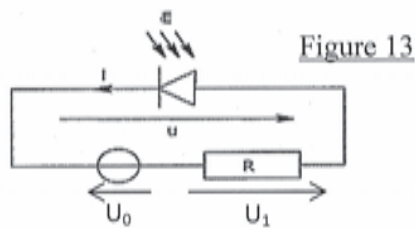


C.2.1 En l'absence d'éclairement, le courant ne passe dans la photodiode que lorsque u est supérieur à une tension seuil u_s . Quelle est la valeur de u_s ?

C.2.2 Dans quel(s) cadran(s) le composant se comporte-t-il comme un dipôle récepteur ou comme un dipôle générateur ?

C.2.3 La photodiode est insérée dans le montage de la figure 13 dans lequel le générateur, supposé parfait, délivre une tension continue et positive U_0 .

Le luxmètre mesure l'éclairement $E=E_1 \approx 1000$ lux indiqué sur le réseau de caractéristiques.



C.2.3.1 Dans quel cadran se trouve le point de fonctionnement de la photodiode ?

C.2.3.2 Montrer que la tension U_1 aux bornes de la résistance R est proportionnelle à l'éclairement E , soit : $U_1 = k.E$. On donnera un ordre de grandeur de la constante k , sachant que $R=1 \text{ k}\Omega$.

EXERCICE 3 : Cellule de Knudsen

Principe d'une cellule de Knudsen :

Une cellule de Knudsen est un creuset rigide dans lequel on a placé le composé à évaporer (dans notre exemple, le composé étudié sera le Gallium Ga, il est notamment utilisé pour réaliser des couches de semi-conducteurs à base d'Arséniure de Gallium GaAs). Le creuset est entouré d'un (ou plusieurs) filament(s) chauffant(s) destiné(s) à maintenir le creuset et contenu à une température T_v donnée.

A cette température, une partie du composé se vaporise. On obtient dans le creuset un mélange diphasé. Le creuset est percé d'un petit trou de section s par lequel peuvent s'échapper des molécules du gaz (on parle d'effusion) des molécules du gaz. Le diamètre du trou est suffisamment petit devant le libre parcours des atomes du gaz pour pouvoir considérer que le système diphasé à l'intérieur du creuset est en équilibre et peu perturbé par l'effusion d'atome de Gallium par le trou.

Données relatives à la cellule :

- Température du mélange diphasé : $T_v = 1200 \text{ K}$
- Pression de vapeur saturante à $T_v = 1200 \text{ K}$: $P_v = 0,2 \text{ Pa}$
- Température du point triple du Gallium : $T_{rGa} = 301,91 \text{ K}$
- Section totale du trou : $s = 5 \text{ mm}^2$

Hypothèse du modèle d'étude :

- on néglige tout effet de la pesanteur
- la phase gazeuse est considérée comme parfaite et son volume est très grand devant le volume de la phase condensée en équilibre
- le système est à l'équilibre, chaque phase est donc homogène
- la pression à l'extérieur du creuset est négligeable devant la pression P_v la pression à l'intérieur du creuset
- dans ces conditions, on peut montrer que le flux particules $\Phi = \frac{dN}{dt}$ à travers une petite section de surface s , c'est-à-dire le nombre de particules traversant une section s par unité de temps s'écrit :

$$\Phi = \frac{dN}{dt} = \sqrt{\frac{1}{6\pi}} N_v u^a s^b \quad (1)$$

où N_v est le nombre de particules de gaz par unités de volume de gaz, u la vitesse quadratique moyenne du gaz et a et b deux exposants entiers.

On commence par étudier le système diphasé dans le creuset.

Q15. Par une analyse dimensionnelle, déterminer les valeurs des exposants a et b .

Q16. Préciser, en le justifiant brièvement, la position des trois phases liquide, gaz et solide sur le diagramme (T,P) fourni sur la Figure C.3 dans l'Annexe C.

Q17. Préciser le nom et les caractéristiques particulières des points T et C.

Q18. En utilisant les données du problème, préciser si, à la température T_v , la phase gazeuse est en équilibre avec une phase solide ou avec une phase liquide.

On veut maintenant expliciter le flux de particules Φ qui s'échappe du creuset.

Q19. Rappeler la définition de la vitesse quadratique moyenne, notée u .

Q20. Quelle est la relation entre l'énergie cinétique moyenne d'une particule et la température du gaz d'un gaz parfait monoatomique?

Q21. En déduire l'expression de la vitesse u en fonction de la température du gaz T_V , de la masse molaire M_{Ga} et de la constante des gaz parfaits R .

Q22. En déduire que le flux de particules s'échappant du creuset s'écrit :

$$\Phi = \frac{P_V N_A}{\sqrt{2 \pi R M_{Ga} T_V}} s$$

Q23. Expliquer pourquoi, pour un creuset et un composé donné, il suffit de contrôler seulement la température pour contrôler le flux de particules.

EXERCICE 4 : Teneur en cuivre d'un échantillon de laiton

Données :

$$E^\circ(\text{Zn}^{2+}_{(aq)} / \text{Zn}_{(s)}) = -0,76 \text{ V} \quad E^\circ(\text{H}^+_{(aq)} / \text{H}_{2(g)}) = 0 \text{ V} \quad E^\circ(\text{S}_4\text{O}_6^{2-}_{(aq)} / \text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(aq)}) = +0,09 \text{ V}$$

$$E^\circ(\text{NO}_3^-_{(aq)} / \text{NO}_{(g)}) = +0,96 \text{ V} \quad E^\circ(\text{I}_2_{(aq)} / \text{I}^-_{(aq)}) = +0,62 \text{ V}$$

$$E^\circ(\text{Cu}^{2+}_{(aq)} / \text{Cu}_{(s)}) = +0,34 \text{ V} \quad E^\circ(\text{Cu}^{2+}_{(aq)} / \text{Cu}^+_{(aq)}) = +0,16 \text{ V} \quad E^\circ(\text{Cu}^+_{(aq)} / \text{Cu}_{(s)}) = +0,52 \text{ V}$$

$$\alpha = \frac{\ln(10) \times RT}{F} \approx \frac{2,3 RT}{F} \approx 0,06 \text{ V à } 298 \text{ K}$$

C-1 Dissolution d'un échantillon de laiton

On effectue les opérations suivantes sous une hotte :

On place une masse m (0,500 g) de laiton dans un erlenmeyer contenant 5 mL d'une solution d'acide nitrique concentré (60 %). On observe un dégagement gazeux brun-rougeâtre caractéristique du dioxyde d'azote et une coloration progressive de la solution en bleu.

Au bout de 5 minutes environ, l'échantillon est totalement dissous.

On verse ensuite la solution dans une fiole jaugée de volume V_f égal à 200 mL et on complète jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée. On obtient une solution S_1 .

- Pourquoi utilise-t-on un acide à anion oxydant pour dissoudre l'échantillon ?
- Ecrire l'équation de la réaction des ions nitrates sur le cuivre sachant qu'il se forme du monoxyde d'azote NO qui est ensuite oxydé en dioxyde d'azote au contact de l'air.

C-2 Stabilité du cuivre (I) en solution aqueuse

- Exprimer à l'aide d'une approche thermodynamique le potentiel standard du couple $\text{Cu}^{2+}_{(aq)} / \text{Cu}_{(s)}$ en fonction de ceux des couples $\text{Cu}^{2+}_{(aq)} / \text{Cu}^+_{(aq)}$ et $\text{Cu}^+_{(aq)} / \text{Cu}_{(s)}$.

Vérifier la cohérence des données.

- Quels sont le(s) ion(s) stable(s) du cuivre à pH = 0 ?
- L'oxydation des ions iodures I^- par les ions Cu^{2+} est-elle *a priori* possible ?

En fait, les ions iodures I^- forment avec les ions cuivreux Cu^+ un précipité $\text{CuI}_{(s)}$.

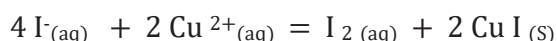
$\text{pKs}(\text{CuI}) = 12$. La température est égale à 298 K.

- Exprimer et calculer les potentiels standard des couples $\text{Cu}^{2+}_{(aq)} / \text{CuI}_{(s)}$ et $\text{CuI}_{(s)} / \text{Cu}_{(s)}$.
Montrer que le cuivre au nombre d'oxydation (+I) est stable en présence d'ions iodures.
- Etablir une équation pour la réaction des ions iodures avec les ions Cu^{2+} .

C-3 Dosage indirect des ions Cu^{2+} par iodométrie

Mode opératoire :

Réduction des ions Cu^{2+} par les ions iodures :



- On verse un volume v_1 (10 mL) de solution S_1 dans un erlenmeyer.
 - On ajoute de la soude à 1 mol.L^{-1} jusqu'à la persistance d'un léger précipité bleu d'oxyde de cuivre II : CuO(s) . L'ajout de soude permet de minimiser la réaction d'oxydation des ions I^{-} en I_2 par les ions NO_3^{-} car elle ne se produit qu'en milieu acide.
 - On verse ensuite une goutte d'acide nitrique dilué pour dissoudre ce précipité.
 - On ajoute un volume v_2 (10 mL) d'iodure de potassium de concentration molaire $c_2 = 0,50 \text{ mol.L}^{-1}$: la solution prend une couleur jaune orangée.
 - On dose le diiode formé avec une solution de thiosulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) de concentration $c_3 = 2,50 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.
 - On ajoute de l'empois d'amidon quand la solution commence à se décolorer, la solution prend une couleur bleue.
 - La solution se décolore pour un volume v_3 de solution de thiosulfate de sodium.
 - On appelle S_2 la solution obtenue.
 - On conserve cette solution S_2 afin de doser ensuite les ions Zn^{2+} .
- a) Calculer le pH de la solution d'hydroxyde de sodium à $1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.
- b) Proposer une équation pour la réaction des ions thiosulfates $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ avec le diiode.
- c) Exprimer en fonction des données la constante de la réaction. Commenter.
- d) Etablir l'expression littérale de la quantité de matière de diiode formé.
- e) Etablir l'expression littérale de la quantité de matière n_{Cu} de Cu^{2+} dans le volume V_f de la solution S_1 .
- f) Exprimer le pourcentage massique du cuivre dans l'échantillon de lait.

On relève un volume v_3 à égal à 11,1 mL.

Le pourcentage massique obtenu est environ égal à 70 %.

C.3 - Diagramme (T,P) d'un corps pur – Question Q16.

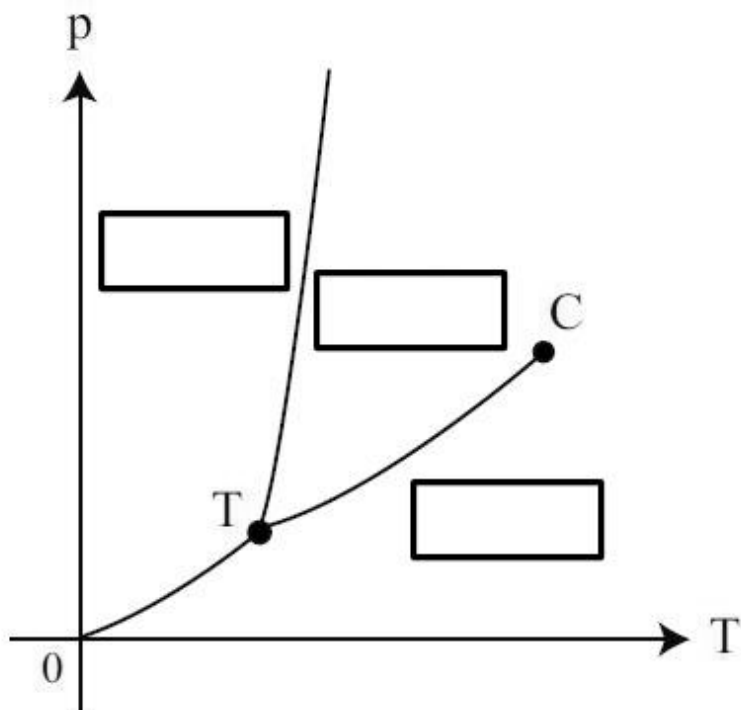


Figure C.3 Diagramme (T,P) d'un corps pur à compléter