

Tous les exercices sont indépendants et peuvent être traités dans l'ordre choisi par le candidat. **Cependant, aborder chaque exercice sur des feuilles séparées.**

La plus grande importance sera donnée à la qualité de la présentation et à la précision de l'argumentation des réponses.

Toute égalité non homogène ou résultat numérique sans unité sera pénalisé.

Les résultats seront mis en valeur (encadrés, soulignés ...).

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en indiquant les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre.

BON COURAGE !

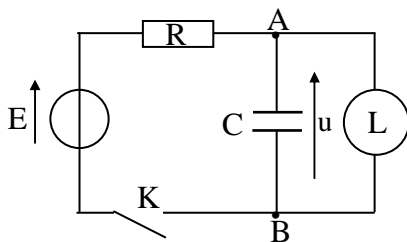
-----l'usage de la calculatrice n'est pas autorisé-----

Problème d'électrocinétique (durée conseillée : 1h20)

Oscillations de relaxation d'une lampe au néon

On se propose de mesurer la résistance R , très élevée, d'un conducteur ohmique, en exploitant le phénomène d'oscillations de relaxation d'une lampe au néon.

- **Le montage :**



Le circuit comprend un générateur de tension continue de f.e.m. E (de résistance interne négligeable), un résistor de résistance R , un condensateur de capacité C , un interrupteur K et une lampe au néon L .

- **La lampe L :**

* Cette lampe se comporte comme un résistor :

- de résistance R_L constante lorsqu'elle est allumée (donc lorsqu'un courant la traverse)
- de résistance infinie lorsqu'elle ne brille pas (lorsqu'elle est éteinte)

* Fonctionnement de la lampe : la tension à ses bornes est $u = V_A - V_B$

- Si à partir de $u = 0$ V, on fait croître u , la lampe s'allume pour $u \geq U_1$ (U_1 constante positive dite tension d'allumage).

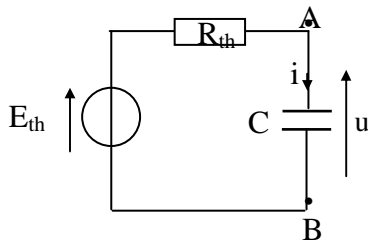
- La lampe étant allumée, si l'on fait décroître u , elle s'éteint pour $u \leq U_0$ (U_0 constante positive dite tension d'extinction) avec $U_0 < U_1$.

- **Les mesures :**

A $t = 0$, on ferme l'interrupteur K , le condensateur étant initialement déchargé. Assez rapidement, la lampe se met à clignoter. On désigne par ν la fréquence des éclairs et T l'intervalle entre 2 éclairs successifs. La mesure de $\nu = \frac{1}{T}$ permet d'accéder à la valeur de R .

I- Etude de u(t)

1- Pour l'étude de u(t), montrer que, selon l'état de la lampe (éteinte ou allumée), on peut donner du circuit deux schémas équivalents. Ces schémas équivalents, représentés ci-dessous, ne diffèrent que par les valeurs de E_{th} et R_{th} .



Exprimer E_{th} et R_{th} :

1-a- en fonction de E et R lorsque la lampe est éteinte.

1-b- en fonction de E, R et $\lambda = \frac{R_L}{R + R_L}$ lorsque la lampe est allumée.

2- Avant le premier allumage : $0 \leq t \leq t_1$

On désigne par t_1 la date du premier allumage.

2-a- Etablir l'équation différentielle vérifiée par u(t) pour $0 \leq t \leq t_1$.

2-b- Déterminer l'expression de u(t) à partir des conditions initiales t=0.

2-c- Quelle condition doit vérifier E pour que la lampe puisse s'allumer ?

2-d- On supposera que la condition précédente est réalisée. En déduire, en fonction de R, C, E et U_1 , la date t_1 du premier allumage de la lampe.

3- Entre le premier allumage et la première extinction : $t_1 \leq t \leq t_2$

On désigne par t_2 la date de la première extinction de la lampe.

3-a- Déterminer l'expression de u(t) pour $t_1 \leq t \leq t_2$. *Attention la constante d'intégration se détermine à partir de la valeur de u à t=t₁.*

3-b- Quelle condition doit vérifier E pour que la lampe puisse s'éteindre ?

3-c- On supposera que la condition précédente est réalisée. En déduire, en fonction de t_1 , R, C, E, U_0 , U_1 et λ , la date t_2 de la première extinction de la lampe.

4- Entre la première extinction et le second allumage : $t_2 \leq t \leq t_3$

Déterminer u(t) pour $t_2 \leq t \leq t_3$. En déduire, en fonction de t_2 , R, C, E, U_0 et U_1 , la date t_3 du second allumage.

II- Période des oscillations de relaxation

1- Déduire de l'étude précédente l'allure de la courbe u(t). Montrer qu'un régime permanent périodique s'établit pour $t > t_1$ et tracer qualitativement cette courbe.

2- Déduire des calculs de la partie I, la période T de u(t) lorsque le régime permanent est établi en fonction de R, C, E, U_0 , U_1 et λ .

III- Mesure de la résistance

1- Donner l'expression simplifiée de T lorsque $R_L \ll R$ en fonction de R, C, E, U_0 et U_1 .

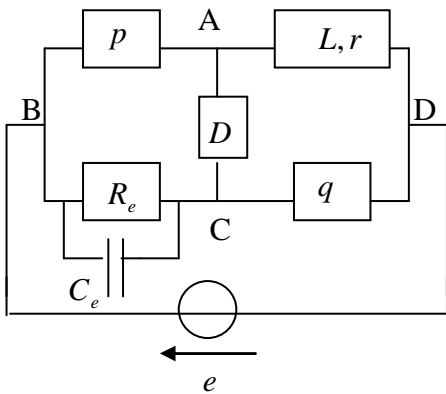
2- Calculer la valeur de la résistance R (avec $R_L \ll R$) sachant que :

$\nu = 40 \text{ min}^{-1}$; $C = 0,20 \text{ } \mu\text{F}$; $U_0 = 80 \text{ V}$; $U_1 = 100 \text{ V}$ et $E = 130 \text{ V}$.

Donnée : $\ln\left(\frac{5}{3}\right) = 0,5$

Exercice d'électrocinétique (durée conseillée : 40min)

Détermination des caractéristiques d'une bobine réelle



Afin de mesurer l'inductance L et la résistance r d'une bobine réelle, on réalise le montage ci-contre :

L, r est la bobine réelle (association série), p et q sont des résistances et R_e, C_e un groupement parallèle d'une résistance R_e réglable et d'un condensateur C_e de capacité réglable. D est un détecteur (ampèremètre) et e un générateur. On fixe $p = 200\Omega$ et $q = 4,0k\Omega$.

A. Etude préalable

Le détecteur D est caractérisé par une impédance complexe \underline{Z}_D . On pose $\underline{Z}_1 = p$, $\underline{Z}_2 = q$, $\underline{Z}_3 = (L \text{ série } r)$, $\underline{Z}_4 = (R_e // C_e)$.

A.1. Exprimer les impédances complexes \underline{Z}_3 et \underline{Z}_4 en fonction de L , r , R_e , C_e et ω (pulsation du générateur).

A.2. Exprimer les potentiels \underline{V}_A et \underline{V}_C en fonction des admittances $\underline{Y}_1, \underline{Y}_2, \underline{Y}_3, \underline{Y}_4$; des potentiels $\underline{V}_B, \underline{V}_D$ et du courant i_D circulant entre A et C (on appliquera le théorème de Millman au nœud A et C).

Le pont est dit équilibré lorsque l'intensité circulant entre A et C est nulle. On prendra $\underline{V}_B = e$ et $\underline{V}_D = 0$.

A.3. Etablir la relation qui existe entre le produits des impédances $\underline{Z}_1, \underline{Z}_2, \underline{Z}_3$ et \underline{Z}_4 lorsque le pont est équilibré (Solution : $\underline{Z}_1 \underline{Z}_2 = \underline{Z}_3 \underline{Z}_4$).

A.4. En déduire (par égalité des parties imaginaires et réelles de deux nombres complexes égaux) :

- la résistance r en fonction de p, q et R_e .
- l'inductance L en fonction de p, q et C_e .

B. Etude expérimentale

En pratique le réglage simultané de R_e et C_e pour atteindre l'équilibre est impossible expérimentalement. Nous devons opérer en deux temps :

(1) e est délivrée par une alimentation continue : on agit sur R_e et, p et q étant connues, on en déduit r (ce premier réglage ne fait pas intervenir C_e ni L).

(2) e est délivrée par une alimentation sinusoïdale : on agit sur C_e (en conservant pour R_e la valeur précédemment trouvée) et on en déduit L .

B.1. Expliquer pourquoi, dans le premier réglage, C_e et L n'interviennent pas.

B.2. On obtient expérimentalement $R_e = 3k\Omega$ et $C_e = 30nF$. Déterminer les valeurs de r et L .

CHIMIE : Structure électronique de l'atome (durée conseillée : 1h)

Structure électronique d'un atome à plusieurs électrons

- 1) L'état d'un électron peut être décrit à l'aide de quatre nombres quantiques. Quels sont-ils ? On précisera leur nom, domaine d'appartenance (entier positif ou non, réel...) ainsi que les relations entre ces différents nombres.
- 2) Quels sont les nombres quantiques qui caractérisent un niveau d'énergie dans le cas d'un atome polyélectronique ? Quelle est la particularité de l'atome d'hydrogène ?
- 3) Une orbitale atomique (O.A.) est caractérisée par un triplet (n, l, m_l) . Préciser la dégénérescence d'un niveau d'énergie ns, np, nd et nf . Dans le cas de l'atome d'hydrogène, exprimer la dégénérescence d'un niveau d'énergie en fonction du nombre quantique n .
- 4) Pour établir la configuration électronique d'un atome dans l'état fondamental, trois règles doivent être respectées. Quelles sont-elles ? On donnera le nom ainsi qu'un énoncé clair de chaque règle.
- 5) **Le prométhium (Z=61), noté Pm, appartient à la famille des Lanthanides.**
 - a) Donner sa configuration électronique dans l'état fondamental.
 - b) Préciser la répartition des électrons dans le niveau d'énergie non saturé (on placera sur un schéma les électrons sur les différentes O.A. de ce niveau).
 - c) S'agit-il d'un atome diamagnétique ou paramagnétique ? Justifier.
 - d) Quels sont les électrons de valence et de cœur de cet atome ? Pour les électrons de valence, on donnera leur nombre ainsi que les niveaux auxquels ils appartiennent.
 - e) Simplifier la configuration électronique de cet atome à l'aide de celle du gaz noble approprié (cf. indication).
 - f) Donner la configuration électronique du cation Pm^{2+} .
- 6) Etablir la configuration électronique du manganèse (Mn, Z=25) et en déduire sa position dans la classification périodique (période et colonne).
- 7) L'antimoine (Sb) appartient à la 5^{ème} période et à la 15^{ème} colonne de la classification périodique. En déduire sa configuration électronique dans l'état fondamental (il est conseillé d'utiliser la configuration simplifiée à l'aide du gaz noble).

Indication : Les gaz nobles hélium(He), néon(Ne), argon(Ar), krypton(Kr), xénon(Xe), radon(Rn) se succèdent par valeurs croissantes de Z dans la 18^{ème} colonne de la classification périodique.

FIN DU SUJET