

DM1 du 7/11 : Physique-chimie (2 semaines)

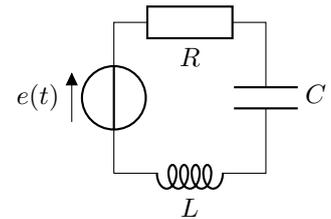
Il sera accordé la plus grande importance au soin apporté à la copie ainsi qu'aux consignes suivantes :

- Chaque exercice sera traité sur une copie double séparée.
- Vous laisserez un espace au début de votre devoir pour la correction.
- Chaque réponse devra être formulée à l'aide d'une phrase verbale (sujet - verbe - complément).
- Les formules littérales doivent être encadrés et les applications numériques soulignées.
- La calculatrice est **autorisée**, le téléphone interdit.
- Vous veillerez à ne pas mélanger valeur numérique et expression littérale.

Exercice 1 : Interprétation énergétique du facteur de qualité d'un oscillateur

On considère le circuit RLC soumis à l'échelon de tension :

$$e(t) = \begin{cases} E & \text{si } t < 0 \\ 0 & \text{si } t \geq 0 \end{cases}$$



Données : $L = 1,00 \text{ H}$, $C = 1,00 \mu\text{F}$ et $R = 100 \Omega$.

Q.1 Établir l'équation différentielle vérifiée par $u_C(t)$.

La tension peut s'écrire $u_C(t) = \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) [A \cos(\omega t) + B \sin(\omega t)]$ avec $\omega = \omega_0 \sqrt{1 - \frac{1}{4Q^2}}$ et $\tau = \frac{2Q}{\omega_0}$

Q.2 Justifier la forme proposée pour $u_C(t)$.

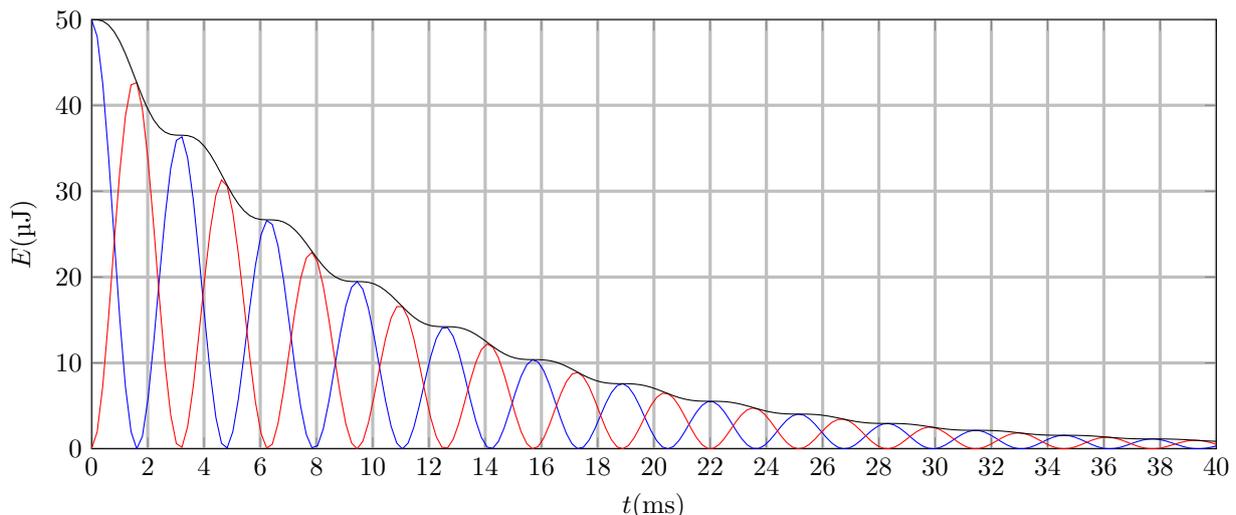
Q.3 Déterminer les valeurs de A et B .

Q.4 Montrer qu'on peut faire l'approximation :

$$u_C(t) \approx E \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \cos(\omega_0 t) \quad \text{et} \quad i(t) \approx -\omega_0 C E \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \sin(\omega_0 t)$$

On conserve cette approximation pour toute la suite du problème

On représente l'évolution de l'énergie totale électrique, de l'énergie stockée dans le condensateur et de l'énergie stockée dans la bobine.



Q.5 Associer chaque courbe à la grandeur physique correspondante.

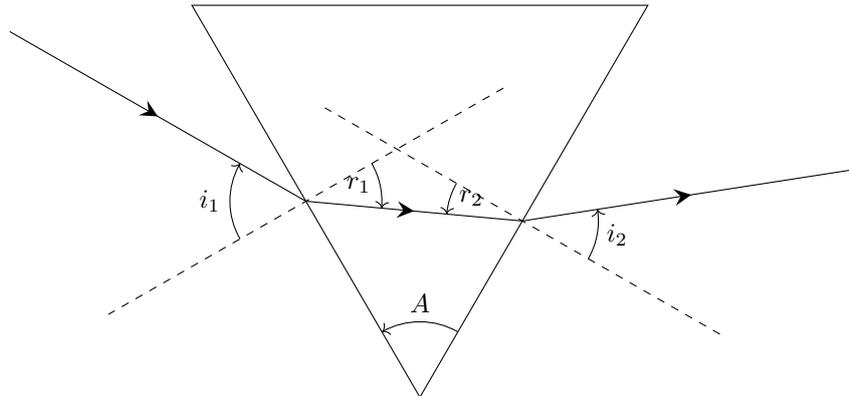
Q.6 Exprimer l'énergie électrique $E(t)$ de l'oscillateur à l'instant t .

Q.7 Montrer que $\forall t, \frac{1}{Q} \sim \frac{\Delta E}{E}$ avec $\Delta E = |E(t+T) - E(t)|$ et T la pseudo-période du régime transitoire.

Q.8 Commenter

Exercice 2 : Prisme

Un prisme est un dièdre d'angle A formé d'un verre d'indice n avec n variant généralement entre 1,33 et 1,8. On considère ici que l'indice de l'air est égal à 1. Le prisme étudié possède un plan de symétrie passant par l'arête et perpendiculaire à la base.



Un rayon est toujours dévié vers la base du prisme.

On note D la déviation entre le rayon incident et le rayon émergent.

- Q.1** Donner quatre relations entre i_1 , i_2 , r_1 , r_2 , A et D .
- Q.2** Que deviennent ces relations si l'angle d'incidence i_1 et si A sont faibles ?
- Q.3** On va maintenant étudier les conditions d'émergence du rayon lumineux. Quel phénomène peut avoir lieu en I_2 ?
- Q.4** Montrer que l'émergence en I_2 ne peut avoir lieu que si i_1 est supérieur à un angle limite i_0 . Donner l'expression de i_0 .
- Q.5** En déduire du principe de retour inverse de la lumière une seconde condition d'émergence portant sur r_1 . En déduire une condition sur A .
Application Numérique : $n = 1,5$ et $A = 60^\circ$
On va maintenant s'intéresser à l'angle de déviation D qui dépend de A et de l'indice du prisme n et de l'angle d'incidence i_1 .
- Q.6** Expérimentalement, on constate que l'indice d'un milieu dépend de la longueur d'onde λ . Sachant que dans le cas du verre pour les longueurs d'onde visibles, n est une fonction décroissante de λ , que se passe-t-il si on éclaire le prisme sous un angle d'incidence i_1 unique en lumière blanche ? Comment s'appelle ce phénomène ?
- Q.7** Comment varie D avec n ? En déduire l'évolution de D suivant λ .
- Q.8** Soient i l'angle d'incidence, i' l'angle d'émergence et D l'angle de déviation associé. Déterminer l'angle de déviation D' associé à un angle d'incidence i' .
- Q.9** En déduire qu'il existe deux angles d'incidence correspondant à un angle de déviation D donné. Tracer l'allure de $D = f(i)$.
- Q.10** Existe-t-il un angle de déviation correspondant à une incidence unique ? Que valent alors i et D ? Faire le schéma correspondant à cette situation.
- Q.11** On peut démontrer que ce cas particulier correspond à un minimum de D , noté D_m . Donner la relation entre D_m , A et n .
- Q.12** En déduire un protocole expérimental pour mesurer l'indice du prisme.

... FIN ...