BURHAN

Oscillations libres dans un circuit RLC série : exercices, niveau examen

2ème Année Baccalauréat · Sciences Physiques · Physique-Chimie

Corrigé détaillé en ligne : burhan.ma/2bac/pc/physique-chimie/oscillations-libres-circuit-rlc-serie/exercices/examen

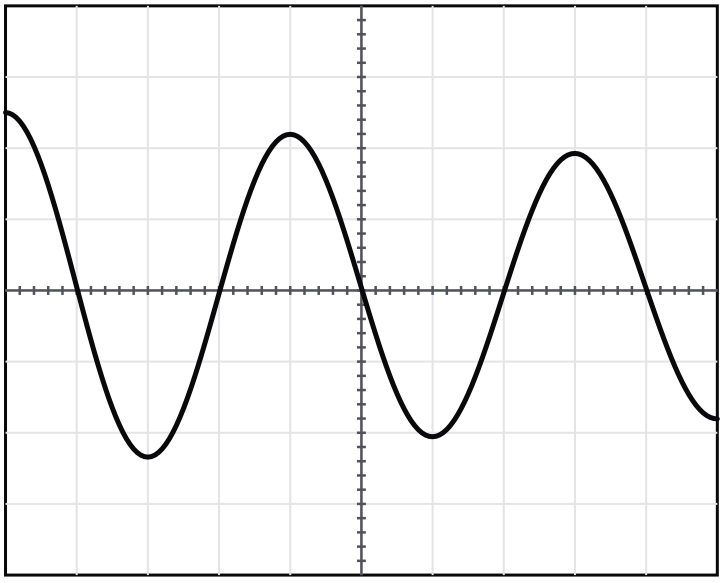
Chapitre	Palier	Exercices
Oscillations libres dans un circuit RLC série	Niveau examen	5

Exercice 1 6 pts

Boucle inductive d'un détecteur de véhicules

Un détecteur de passage de véhicules utilise une boucle de fil enfouie sous la chaussée : c'est une bobine d'inductance et de faible résistance. Au laboratoire, on la teste en la reliant à un condensateur de capacité , préalablement chargé.

Document. Oscillogramme de la tension aux bornes du condensateur pendant la décharge : sensibilité verticale , balayage .



Voie : 2 /div Balayage : 0,1 /div

Oscillogramme de la décharge du condensateur dans la boucle. Voie Y1 : 2 V/div ; balayage : 0,1 ms/div.

A.1. 0,75 pts

Partie A : exploitation de l'oscillogramme.

Nommer le régime des oscillations et justifier.

INDICE

Outil : compare l'amplitude de deux maximums successifs.

A.2. 0,75 pts

Mesurer la pseudo-période , en utilisant deux oscillations complètes.

INDICE

Outil : l'écart en divisions entre deux maximums séparés par deux oscillations, multiplié par le balayage.

A.3. 1 pts

L'amortissement étant faible, on admet que . Montrer que l'inductance de la boucle vaut environ .

INDICE

Outil : isole dans l'expression de la période propre.

A.4. 0,5 pts

Quand un véhicule s'arrête au-dessus de la boucle, son inductance diminue. Prévoir l'effet sur la pseudo-période, et expliquer comment le détecteur repère le véhicule.

INDICE

Outil : la période propre dépend de ; regarde dans quel sens.

B.1. 0,75 pts

Partie B : modèle du circuit LC idéal. On néglige toute résistance : , . Le condensateur, chargé sous , est relié à la bobine à , sans courant. On admet que $\left(-\right.$ $\left.\right)$.

Montrer que et que .

INDICE

Début : écris et . **Point délicat :** est positive.

B.2. 0,5 pts

Calculer et la période propre .

INDICE

Outil : la relation de la question précédente, puis l'expression de la période propre.

B.3. 1 pts

Exprimer et calculer l'amplitude de l'intensité.

INDICE

Outil : dérive avec la dérivée d'une fonction composée.

B.4. 0,75 pts

Déterminer le premier instant où est maximale, et la valeur de à cet instant.

INDICE

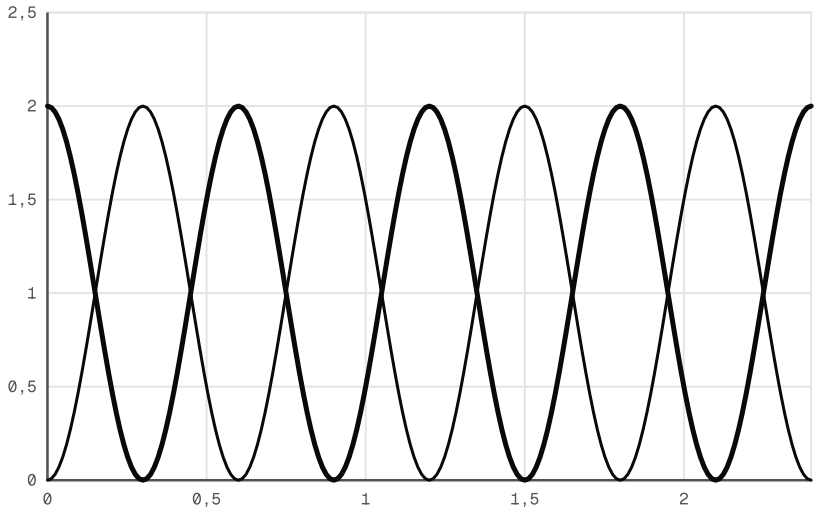
Outil : est maximale quand le sinus vaut ou .

Exercice 2 — 6 pts

Capteur d'humidité capacitif

Un capteur d'humidité est un condensateur dont la capacité augmente avec l'humidité de l'air. Il est associé à une bobine d'inductance , de résistance négligeable : on mesure l'humidité par la période des oscillations du circuit obtenu.

Document. Énergies du condensateur et de la bobine, enregistrées pour une humidité inconnue ; à , le condensateur est chargé et le courant est nul.



Énergies du condensateur et de la bobine du capteur

A.1. — 0,75 pts

Partie A : période propre et équation du circuit. Pour une humidité donnée, la capacité vaut . Le courant est orienté vers l'armature qui porte la charge , et les tensions sont en convention récepteur.

Calculer la période propre du circuit.

INDICE

Outil : en henrys et en farads.

A.2. — 0,5 pts

L'humidité de l'air augmente. Dire comment varie la période propre du circuit.

INDICE

Outil : regarde comment dépend de .

A.3. 1 pts

Montrer que la tension vérifie :

$$\frac{}{} \quad \frac{}{}$$

INDICE

Outil : la loi d'additivité des tensions, avec les tensions du condensateur et de la bobine idéale.

A.4. 0,5 pts

Montrer que $\left(\frac{}{}\right)$ est solution de cette équation si $\sqrt{}$.

INDICE

Outil : dérive deux fois, avec la dérivée d'une fonction composée, puis substitue.

B.1. 0,5 pts

Partie B : exploitation des courbes d'énergie. La bobine est la même, ; la capacité du capteur est inconnue.

Associer chaque courbe du document à l'énergie qu'elle représente.

INDICE

Outil : à , le condensateur est chargé et le courant est nul.

B.2. 0,5 pts

Lire la période des énergies sur le document, puis en déduire la période propre du circuit.

INDICE

Point délicat : une énergie dépend du carré de la charge ou du courant.

B.3. 0,75 pts

Calculer la capacité . L'humidité est-elle plus grande ou plus petite que pour ?

INDICE

Outil : isole la capacité dans l'expression de la période propre.

B.4. 0,75 pts

L'énergie totale du circuit est la valeur maximale commune aux deux courbes, . Avec , calculer la tension maximale aux bornes du condensateur.

INDICE

Outil : l'énergie du condensateur quand .

B.5. 0,75 pts

Que valent et aux instants où les deux courbes se croisent ? Justifier.

INDICE

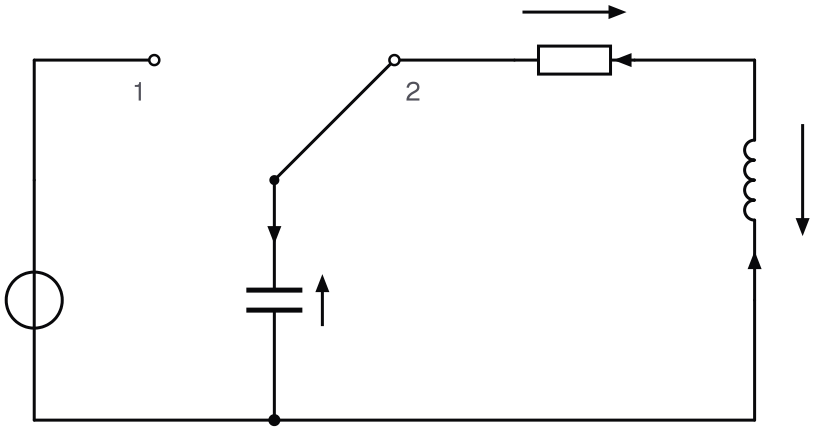
Outil : la somme des deux énergies se conserve.

Exercice 3 — 6 pts

Gâche de serrure électrique

La gâche d'une serrure électrique contient une bobine d'inductance et de résistance . Pour la tester, on décharge dans cette bobine, à travers un résistor , un condensateur de capacité préalablement chargé sous .

Document. Schéma du montage, avec l'orientation du courant et les tensions fléchées pendant la décharge.



Montage de test de la bobine de la gâche

A.1. — 0,75 pts

Partie A : montage et équation du circuit.

Indiquer la position du commutateur pour charger le condensateur, puis pour étudier sa décharge. Préciser comment brancher la voie et la masse d'un oscilloscope pour visualiser .

INDICE

Outil : repère la maille formée avec le condensateur dans chaque position. **Point délicat :** l'oscilloscope affiche la tension entre la voie et la masse.

A.2. — 1,25 pts

Montrer que, pendant la décharge, la tension vérifie :

A.3. 0,5 pts

Quel terme de l'équation traduit l'amortissement ? Les oscillations seraient-elles encore amorties sans le résistor ?

INDICE

Outil : compare cette équation à celle du circuit idéal.

A.4. 0,5 pts

Calculer la période propre du circuit.

INDICE

Outil : l'expression de la période propre, en unités SI.

B.1. 1 pts

Partie B : bilan d'énergie. Le condensateur de , chargé sous , se décharge dans le circuit de résistance totale , avec et . L'énergie totale est – – , et — .

Montrer que —— , puis interpréter le signe.

INDICE

Début : dérive chaque terme de par rapport au temps.

B.2. 0,5 pts

Calculer l'énergie totale du circuit au début de la décharge.

INDICE

Outil : au début de la décharge, le courant est nul.

B.3. 1 pts

Une pseudo-période après le début de la décharge, le courant est de nouveau nul et . Calculer l'énergie dissipée par effet Joule pendant cette pseudo-période.

INDICE

Outil : quand le courant est nul, l'énergie totale est toute dans le condensateur.

B.4. 0,5 pts

Calculer la fraction de l'énergie initiale dissipée pendant cette pseudo-période.

INDICE

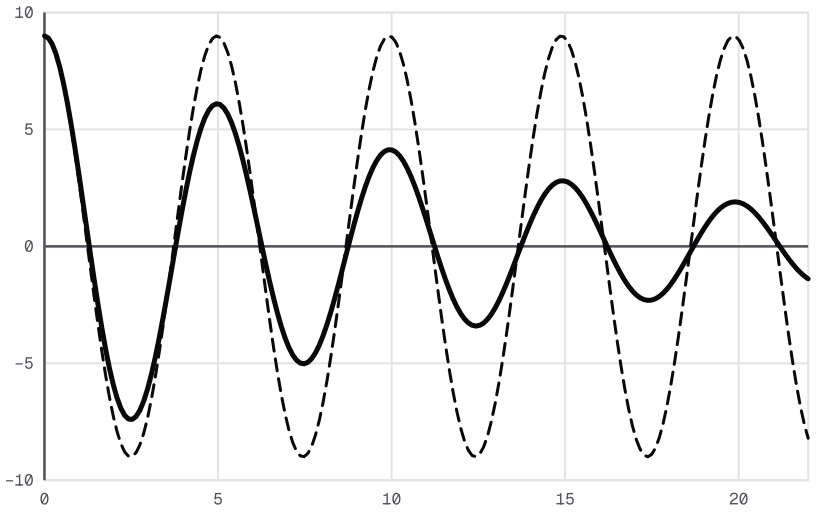
Outil : le rapport de deux énergies.

Exercice 4 — 6 pts

Avertisseur de recul

Le signal sonore d'un avertisseur de recul est produit par un circuit RLC série : condensateur de capacité , résistor , bobine d'inductance et de résistance . Le condensateur est chargé sous .

Document. Tension enregistrée sans générateur d'entretien (courbe 1), puis avec un générateur d'entretien en série (courbe 2).



Tension aux bornes du condensateur de l'avertisseur, sans puis avec entretien

A.1. — 0,75 pts

Partie A : exploitation des enregistrements.

Nommer le régime de chacune des deux courbes.

INDICE

Outil : compare l'évolution de l'amplitude des deux courbes.

A.2. — 0,5 pts

Mesurer la pseudo-période de la courbe 1 sur quatre oscillations.

INDICE

Outil : repère deux maximums séparés par quatre oscillations et lis leur écart en temps.

A.3. — 0,75 pts

Calculer la période propre du circuit et la comparer à .

INDICE

Outil : l'expression de la période propre, en unités SI.

A.4. 0,75 pts

À l'instant , le courant est nul. Lire à cet instant sur la courbe 1, puis calculer l'énergie dissipée par effet Joule pendant la première pseudo-période.

INDICE

Outil : quand le courant est nul, l'énergie totale est celle du condensateur. **Ensuite :** fais la différence de deux énergies.

B.1. 1 pts

Partie B : le circuit entretenu. Un générateur , placé en série, délivre la tension , fléchée en convention générateur ; les autres tensions sont en convention récepteur, et —.

Montrer que la charge vérifie :

— ——— —

—

INDICE

Outil : la loi d'additivité des tensions ; la tension du générateur égale la somme des tensions des récepteurs.

B.2. 0,75 pts

Calculer la valeur de qui entretient les oscillations, sachant que et .

INDICE

Outil : le terme d'amortissement de l'équation doit disparaître.

B.3. 0,5 pts

Justifier que la courbe 2 du document correspond au réglage .

INDICE

Outil : pour ce réglage, l'équation est celle du circuit idéal ; regarde l'amplitude et la période.

B.4. 1 pts

Le générateur fournit à chaque instant la puissance . Sur une période, la valeur moyenne de vaut —. Avec et , calculer l'énergie fournie pendant une période. Que devient cette énergie ?

INDICE

Début : l'énergie fournie pendant une période est la puissance moyenne multipliée par la période.
Point délicat : compare la puissance fournie à la puissance dissipée.

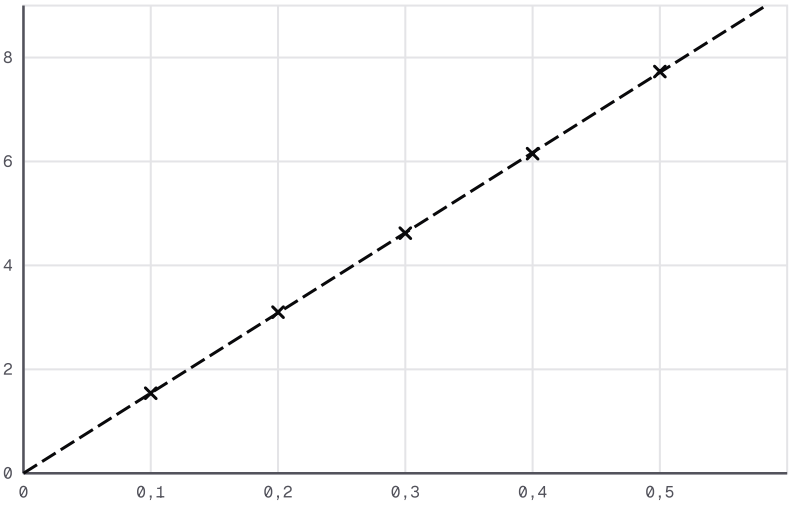
Exercice 5 6 pts

Diapason électronique

Un club d'électronique fabrique un diapason électronique, qui doit émettre un son de fréquence . Il dispose d'un condensateur de capacité inconnue et de bobines de résistance faible, d'inductances connues.

Document. Pour chaque bobine, associée au même condensateur, on a mesuré la pseudo-période des oscillations libres. On a représenté en fonction de , avec la droite de modélisation.

( )	( )	( )



Carré de la pseudo-période en fonction de l'inductance

A.1. 0,75 pts

Partie A : mesure de la capacité.

Proposer un montage, en représentant son schéma, et un protocole pour mesurer la pseudo-période avec l'une des bobines.

INDICE

Début : pars de l'état du condensateur au début de l'enregistrement. **Point délicat :** pense à la précision de la mesure de .

A.2. 0,5 pts

La résistance des bobines étant faible, on admet que . Montrer que est proportionnelle à , et vérifier que le document le confirme.

INDICE

Outil : élève au carré l'expression de la période propre.

A.3. 1 pts

Déterminer le coefficient directeur de la droite, puis calculer la capacité du condensateur.

INDICE

Début : prends un point de la droite éloigné de l'origine. **Point délicat :** convertis en avant de calculer .

A.4. 0,5 pts

Déterminer, à l'aide de la droite, la pseudo-période attendue avec une bobine d'inductance .

INDICE

Outil : lis l'ordonnée de la droite pour cette abscisse, ou utilise sa pente.

B.1. 1 pts

Partie B : accord du diapason. Le club choisit une bobine d'inductance marquée , de résistance négligeable.

Calculer la capacité qui donne une fréquence propre de .

INDICE

Début : la période propre est l'inverse de la fréquence. **Ensuite :** isole la capacité dans l'expression de la période propre.

B.2. 0,75 pts

Le condensateur de est chargé sous avant chaque note. Calculer l'énergie totale du circuit.

INDICE

Outil : quand le condensateur est chargé, le courant est nul.

B.3. 0,75 pts

En déduire l'amplitude de l'intensité du courant.

INDICE

Outil : l'énergie se conserve ; elle est toute dans la bobine quand le condensateur est déchargé.

B.4. 0,75 pts

Monté avec le condensateur de , le diapason émet en réalité : l'inductance réelle de la bobine s'écarte un peu de sa valeur marquée. Faut-il une capacité plus grande ou plus petite ? Calculer la capacité qui donne avec cette même bobine.

INDICE

Outil : l'expression de la période propre. **Point délicat :** l'inductance réelle est inconnue, mais elle ne change pas.