PROGRAMME DE COLLE n°6-2026/2027 Semaine du 2/11 au 8/11

PLAN DU COURS :

OSCILLATEURS MECANIQUES ET ELECTRIQUES

A. OSCILLATEUR HARMONIQUE NON AMORTI.

Introduction : observation expérimentale

1. Modèle de l'oscillateur harmonique non amorti :
   - 1.1 Equation de l'oscillateur harmonique : cas d'un oscillateur mécanique. Forme canonique, pulsation propre.
   - 1.2 Le circuit L-C. Pulsation propre.
2. Résolution de l'équation :
   - 2.1 Solution générale.
   - 2.2 Interprétation.
   - 2.3 Vitesse et accélération.
   - 2.4 Prise en compte des conditions initiales.
3. Etude énergétique de l'oscillateur harmonique :
   - 2.1 Système conservatif.
   - 2.2 Puits de potentiel.
   - 2.3 Bilan énergétique des oscillations.
   - 2.4 Obtention de l'équation du mouvement.
   - 2.5 Bilan énergétique pour le circuit LC.
3. Retour sur l'observation :
   - 4.1 Pendule élastique vertical : mise sous forme canonique de l'équation du mouvement. Solution.
   - 4.2 Présence de frottements (juste évoqué, sera traité au chapitre oscillateur harmonique amorti).
4. Reconnaître l'équation de l'oscillateur harmonique.

   Reconnaissance formelle, expression de la pulsation propre. Exemple : pendule simple.

Questions de cours :

- Etablir l'équation d'un oscillateur harmonique mécanique horizontal. Exprimer ses solutions.
- Caractériser le mouvement en utilisant les notions d'amplitude, de phase, de période, de fréquence, de pulsation.
- Ecrire le bilan énergétique sur un oscillateur mécanique horizontal et l'interpréter graphiquement.

B. OSCILLATEURS AMORTIS

1. Introduction : Observation expérimentale d'un oscillateur mécanique amorti ; observation expérimentale des différents régimes transitoires d'un circuit RLC série,
2. Equation de l'oscillateur mécanique amorti : Mise en équation, mise sous forme canonique, pulsation propre, facteur de qualité.
3. Mise en équation du circuit RLC série. Forme canonique de l'équation, pulsation propre, facteur de qualité.
4. Analogie électrocinétique circuit RLC – oscillateur amorti par frottement fluide linéaire : analogie formelle des équations, commentaire sur le sens physique des grandeurs.
5. Etude analytique du cas du RLC série en régime libre : régimes pseudopériodiques, critiques et apériodiques. Pseudo période, facteur de qualité. Durée caractéristique d'amortissement. Décrément logarithmique : expression théorique et détermination expérimentale, sa définition étant fournie.

   L'étude mathématique des solutions pour l'oscillateur mécanique est formellement identique à celle conduite sur le cas d'un circuit RLC série en régime libre.

   Un polycopié d'auto-évaluation a été distribué, pour guider l'apprentissage de cette partie assez technique.
6. Bilans en puissances. Analogies sur les grandeurs énergétiques.
7. RLC série en réponse indicielle : expression générale et allures de la solution selon les différents régimes.

Questions de cours :

- Etablir l'équation d'un oscillateur harmonique amorti, mécanique ou électrique.
- Savoir en déduire l'équation caractéristique associée.
- Connaître les trois types de solutions et savoir les associer à la condition portant sur le discriminant de l'équation caractéristique.
- Ecrire un bilan en puissance sur le cas d'un circuit RLC série, ou d'un oscillateur mécanique avec frottement linéaire.

Une connaissance parfaite du cours doit être exigée. La résolution des équations différentielles linéaires du second ordre à coefficients constants a été détaillée lors de l'étude des différents régimes libres du circuit RLC série. C'est un outil usuel pour le physicien. Elle doit donc être traitée sans hésitations.

La détermination du type de régime (pseudo périodique, critique ou apériodique) doit être assise sur le signe du discriminant de l'équation caractéristique ($\Delta < 0$, $\Delta = 0$ ou $\Delta > 0$), et non sur la valeur du facteur de qualité. La mise en forme de l'équation différentielle de l'oscillateur peut être exprimée avec divers paramètres ou notation et il faut pouvoir s'y adapter.

Tous types d'exercices sur les régimes transitoires du premier ordre ou du second ordre.

Programme de référence.

1.3. Circuit linéaire du premier ordre	
Régime libre, réponse à un échelon de tension.	Distinguer, sur un relevé expérimental, régime transitoire et régime permanent au cours de l'évolution d'un système du premier ordre soumis à un échelon de tension. Interpréter et utiliser la continuité de la tension aux bornes d'un condensateur ou de l'intensité du courant traversant une bobine. Établir l'équation différentielle du premier ordre vérifiée par une grandeur électrique dans un circuit comportant une ou deux mailles. Déterminer la réponse temporelle dans le cas d'un régime libre ou d'un échelon de tension. Déterminer un ordre de grandeur de la durée du régime transitoire. **Réaliser l'acquisition d'un régime transitoire pour un circuit linéaire du premier ordre et analyser ses caractéristiques.** **Confronter les résultats expérimentaux aux expressions théoriques.**
Stockage et dissipation d'énergie.	Réaliser un bilan énergétique.

1.4. Oscillateurs libres et forcés	
Oscillateur harmonique. Exemples du circuit LC et de l'oscillateur mécanique.	Établir et reconnaître l'équation différentielle qui caractérise un oscillateur harmonique ; la résoudre compte tenu des conditions initiales. Caractériser le mouvement en utilisant les notions d'amplitude, de phase, de période, de fréquence, de pulsation. Réaliser un bilan énergétique.
Circuit RLC série et oscillateur mécanique amorti par frottement visqueux.	Analyser, sur des relevés expérimentaux, l'évolution de la forme des régimes transitoires en fonction des paramètres caractéristiques. Prévoir l'évolution du système à partir de considérations énergétiques. Écrire sous forme canonique l'équation différentielle afin d'identifier la pulsation propre et le facteur de qualité. Décrire la nature de la réponse en fonction de la valeur du facteur de qualité. Déterminer la réponse détaillée dans le cas d'un régime libre ou d'un système soumis à un échelon en recherchant les racines du polynôme caractéristique. Déterminer un ordre de grandeur de la durée du régime transitoire, selon la valeur du facteur de qualité. **Mettre en évidence la similitude des comportements des oscillateurs mécanique et électronique.** **Réaliser l'acquisition d'un régime transitoire pour un système linéaire du deuxième ordre et analyser ses caractéristiques.**
Stockage et dissipation d'énergie.	Réaliser un bilan énergétique.