

Programme de colle

n° 6

du 04 novembre au 08 novembre

Cours

Les parties du cours *en italique* sont des compléments non exigibles.

Physique:

Signaux : Electricité – Electronique

Circuits du premier ordre en transitoire

Capacités :

- *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.*
- *Établir l'équation différentielle du premier ordre vérifiée par une grandeur électrique dans un circuit.*
- *Prévoir l'évolution du système, avant toute résolution de l'équation différentielle, à partir d'une analyse s'appuyant sur une représentation graphique de la dérivée temporelle de la grandeur en fonction de cette grandeur (diagramme de phase).*
- *Interpréter et utiliser les continuités de la tension aux bornes d'un condensateur ou de l'intensité dans une bobine.*
- *Déterminer analytiquement la réponse temporelle dans le cas d'un régime libre ou d'un échelon.*
- *Déterminer un ordre de grandeur de la durée du régime transitoire.*
- *Réaliser des bilans énergétiques*
- *Analyser, sur des relevés expérimentaux, l'évolution de la forme des régimes transitoires en fonction des paramètres caractéristiques.*
- Observation expérimentale de la tension d'un condensateur lors d'une charge par un échelon de tension. Notion de réponse d'un circuit à une excitation, de régime permanent et de régime transitoire.
- Etablissement de l'équation différentielle pour u_C ; forme canonique de l'ED et définition du temps caractéristique (constante de temps du circuit). Définition de l'ordre d'un circuit par l'ordre de l'équation différentielle.
- Interprétation du comportement à long terme (régime permanent) par les dipôles équivalents en continu.
- Continuité de la charge (tension) aux bornes du condensateur,
- Calcul de la réponse $u_C(t)$ du circuit RC série à l'échelon de tension par résolution de l'équa diff, détermination de la constante d'intégration. Relation entre régime permanent, solution particulière et comportement à long terme.
- Etude de la réponse en courant : équation différentielle, solution et utilisation des lois de Kirchhoff à $t = 0^+$ pour les CI, interprétation du régime permanent.
- Durée du régime transitoire, sens de la constante de temps.
- Bilan énergétique : bilan en puissance déduit des lois de Kirchhoff, passage aux bilans en énergie. Calcul explicite de l'énergie Joule : directe puis déduite du bilan.
- Sous forme d'exercice : circuit RL en transitoire, continuité de l'intensité dans une bobine, bilan énergétique.

Oscillateur harmonique

Capacités :

- *Établir et reconnaître l'équation différentielle d'un oscillateur harmonique. La résoudre compte tenu des conditions initiales.*
- *Caractériser le mouvement par son amplitude, sa phase, sa fréquence (ou période ou pulsation).*
- *Conservation de l'énergie, relation de proportionnalité entre l'énergie et l'amplitude.*
- Exemples d'oscillateurs harmoniques :
 - *Le circuit LC :*
 - Mise en équation, équation différentielle sur la charge aux bornes de C, pulsation propre.
 - bilan d'énergie.
 - *Le système masse-ressort :*
 - Expression de la force élastique, commentaire sur son sens, énergie potentielle associée (admise à ce stade de la présentation, mais justifiée qualitativement).

- Analyse du système masse ressort horizontal sans frottement, direction de la réaction du support en l'absence de frottement (solide).
- Obtention de l'équation différentielle du mouvement : $m\ddot{x} + k(x - l_0) = 0$ par la seconde loi de Newton.
- Position d'équilibre x_{eq} de la masse.
- Réécriture de l'équation différentielle du mouvement en faisant un changement d'origine $X = x - x_{eq}$ puis mise sous forme canonique $\ddot{X} + \omega_0^2 X = 0$.
- Conservation de l'énergie mécanique.
- Caractérisation de l'oscillateur harmonique :
 - Caractérisation (ou définition) de l'oscillateur harmonique unidimensionnel par l'équation différentielle $\ddot{x} + \omega^2 x = 0$
 - Formes mathématiques de la solution $x(t) = X_m \cos(\omega t + \varphi_x)$, caractéristiques (amplitude, pulsation, phase à l'origine).
 - Tracé de $x(t)$, expression de la période du mouvement et de la fréquence.
 - Intégrale première : conservation de l'énergie, relation énergie amplitude, conversion d'énergie potentielle en énergie cinétique et inversement au cours de l'évolution
 - Valeur moyenne d'une fonction périodique, *équipartition de l'énergie*.

Math pour la physique :

Informatique physique :

- Méthode d'Euler de résolution des équations différentielles d'ordre 1 de la forme $\frac{dx}{dt} = f(x, t)$
 - Position du problème
 - Etablissement de la relation de récurrence entre les valeurs approchées $x_n = x(t_n)$ aux instants t_n
- Application :
 - Réponse d'un circuit RC à un échelon de tension
 - ~~Tension aux bornes d'une bobine réelle (r, L) alimentée par un GBF en modèle de Thévenin~~
 - ~~Réponse d'un circuit RC à un signal crêteau symétrique.~~

Questions de Cours sur 14 points

- Circuit RC série: établissement de l'équa diff pour u_C ou i , mise sous forme canonique et résolution mathématique, avec détermination des CI (connaître la condition de continuité).
- Circuit RC série : Interprétation de la limite $t \rightarrow \infty$ (régime permanent continu) pour u_C ou i , lien avec la solution particulière de l'équa diff.
- Réaliser le bilan de puissance ou d'énergie dans le circuit RC.
- Etablir et connaître le sens de la constante de temps, le justifier.
- Calculer une énergie dans le circuit RC (au choix du colleur, par exemple énergie emmagasinée dans le condensateur ou énergie dissipée par effet Joule lors de la charge)
- **Savoir établir (et pas seulement donner !) la relation de récurrence de la méthode d'Euler pour la tension aux bornes du condensateur dans le circuit RC, savoir la traduire en un code python.**
- **Savoir établir avec la méthode de d'Euler la relation de récurrence pour les $x_n = x(t_n)$ où $x(t)$ vérifie $dx/dt = f(x, t)$, les instants t_n étant fournis.**
- Circuit RL série: établissement de l'équa diff pour u_L ou i , mise sous forme canonique et résolution mathématique, avec détermination des CI (connaître la condition de continuité).
- Réaliser le bilan de puissance ou d'énergie dans le circuit RL.
- Etablir et connaître le sens de la constante de temps d'un circuit RL, le justifier.
- Définition d'un oscillateur harmonique (1D, paramètre x), pulsation propre ω_0 . Les différentes formes de la solution $x(t)$ et tracé (y indiquer l'amplitude, valeur minimale et maximale, période et son expression justifiée, ainsi que l'influence de la phase à l'origine).
- Mise en équation du circuit LC, résolution de l'équation différentielle (avec prise en compte de CI) et tracé
- Conservation de l'énergie pour le circuit LC ou de manière générale pour un oscillateur harmonique.
- Expression précise de la force élastique.

- Mise en équation du système masse ressort (obtention propre de l'équation diff sur la position de la masse).
- Montrer que le système masse ressort est un oscillateur harmonique et déterminer sa pulsation propre.
- Conservation de l'énergie pour le système masse-ressort.
- Définition de la valeur moyenne d'une fonction périodique.
- Relation énergie-amplitude pour un oscillateur harmonique.

Rem : suivant la longueur (et ou la difficulté de la question de cours), celle-ci peut comporter un ou plusieurs des points précédents...ou d'autres, au choix de l'interrogateur.

Travaux Pratiques

Capacités : cf texte TP.

Exercices

Tout exercice de chimie sur les équilibres chimiques.

attention : ne pas demander d'exprimer une constante en fonction d'autres constantes fournies !

Tout exercice sur les dipôles électrocinétiques et les lois de Kirchhoff.

On peut utiliser les ponts diviseurs, la loi des nœuds en terme de potentiels et les amplificateurs opérationnels (idéaux et en fonctionnement linéaire)

Sanctionner

- La méconnaissance des définitions, des énoncés des théorèmes ou expressions fondamentales et plus généralement du cours.

Valoriser

- La prise d'initiative dans la recherche d'une solution.
- La justification soignée des arguments développés.
- La qualité de l'expression.
- Les figures soignées.
- Les calculs justes !

Informatique :

- Vous pouvez utiliser du code python dans vos exercices.

Compte rendu

Dès lors que le colleur attribue une **note inférieure ou égale à 11** à un étudiant, celui-ci (l'étudiant) doit me faire un rapport de colle donnant la question de cours et l'énoncé de l'exercice. Il doit sur ce rapport rédiger la question de cours et la solution à l'exercice.

Je remercie donc **les colleurs de dire aux étudiants en fin de colle s'ils ont un rapport à faire.**

Avertissement aux étudiants :

si vous ne faites pas le rapport dans la semaine qui suit la colle, la note sera divisée par 2 !

Rappels :

- Les programmes de colles sont valables 2 semaines (cours et exercices).
- Les parties du cours en italique ne sont pas exigibles en question de cours, mais peuvent faire l'objet d'exercices, en rappelant certains résultats ou en guidant pour les retrouver.
- Les points indiqués « question de cours » ne sont que des suggestions pour le colleur et des exemples pour les étudiants. En aucun cas ils n'indiquent que les points de cours à savoir !

Précisions :

- Il n'y a pas de barème pour l'exercice. L'examineur dispose en effet de points supplémentaires qu'il affecte selon la prestation de l'étudiant dans la limite toutefois d'une note globale ne dépassant pas 24, ramenée au final sur 20 bien entendu.