

Chapitre 14 – Oscillateurs amortis

On traite dans ce chapitre à la fois les circuits électriques du deuxième ordre et les oscillateurs amortis en mécanique, en insistant sur les points communs entre les deux systèmes qui répondent aux mêmes équations d'évolution.

À savoir

- ▷ Forme canonique de l'équation différentielle d'ordre 2 avec pulsation propre ω_0 et facteur de qualité Q :

$$\ddot{X} + \frac{\omega_0}{Q} \dot{X} + \omega_0^2 X = \omega_0^2 X_{eq} \quad (1)$$

- ▷ Limite de l'équation quand $Q \rightarrow \infty$: oscillateur harmonique. C'est la dérivée première qui fait perdre de l'énergie pour les deux systèmes.
- ▷ Nom et propriétés des deux régimes possibles :
- ▷ Pseudo-périodique ou sous-amorti : quand $Q > 1/2$, $X(t)$ tend vers X_{eq} en présentant des oscillations.
 - ▷ Apériodique ou sur-amorti : quand $Q < 1/2$, $X(t)$ tend vers X_{eq} sans osciller.
- ▷ Connaître par cœur ou retrouver rapidement la forme générale des solutions :
- ▷ $Q > 1/2$, sous-amorti, pseudo-périodique

$$X(t) = [A \cos(\Omega t) + B \sin(\Omega t)] \exp(-\alpha t) + X_{eq} \quad \text{où} \quad \Omega = \omega_0 \sqrt{1 - \frac{1}{4Q^2}} \quad \text{et} \quad \alpha = \frac{\omega_0}{2Q} \quad (2)$$

- ▷ $Q < 1/2$, sur-amorti, apériodique

$$X(t) = A \exp(r_1 t) + B \exp(r_2 t) + X_{eq} \quad \text{où} \quad \begin{cases} r_1 = -\frac{\omega_0}{2Q} \left(1 + \sqrt{1 - 4Q^2}\right) \\ r_2 = -\frac{\omega_0}{2Q} \left(1 - \sqrt{1 - 4Q^2}\right) \end{cases} \quad (3)$$

- ▷ Le régime critique, non atteignable en pratique, correspond au régime transitoire le plus court.
- ▷ Savoir que Q est un bon ordre de grandeur du nombre d'oscillations visibles au cours d'un régime transitoire pseudo-périodique (la démonstration n'est pas exigible).

À savoir faire

- ▷ Établir l'équation différentielle typique sur les deux situations :
- ▷ système masse-ressort horizontal, avec frottements fluides ;
 - ▷ circuit RLC série, avec comme grandeur d'intérêt la tension aux bornes du condensateur.
- ▷ Déterminer les expressions de ω_0 , Q et X_{eq} en fonction des grandeurs du problème pour les deux situations.
- ▷ De manière générale, savoir identifier ces coefficients à partir d'une équation d'ordre 2 quelconque donnée.
- ▷ Résoudre cette équation différentielle dans les deux cas (apériodique et pseudo-périodique), avec un second membre nul ou constant ; utiliser les conditions initiales pour déterminer les coefficients A et B .
- ▷ Utiliser la loi des mailles (cas électrique) ou le TPM (cas mécanique) pour faire un bilan de puissance. Interpréter les différentes puissances et énergies.

Chapitre 15 – Structure des entités chimiques

Note aux colleurs et colleuses : les élèves doivent connaître par cœur (nom, symbole, numéro atomique) les **trois premières lignes** de la classification. Pour les formules de Lewis, se concentrer notamment sur ces éléments.

À savoir

- ▷ Définitions d'un élément, d'un atome, d'un ion, d'un isotope, d'une espèce chimique.
- ▷ Ordre de grandeur de la taille d'un atome et de son noyau.
- ▷ Notion de photon (**très qualitatif**) : un rayonnement de fréquence ν (ou f) interagit avec la matière sous forme de « paquets » d'énergie ε vérifiant

$$\varepsilon = h\nu = h\frac{c}{\lambda} \quad (4)$$

avec $h \simeq 6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ la constante de Planck.

- ▷ Notion de couches et sous-couches électroniques pour la répartition des électrons autour du noyau :
 - ▷ $n = 1, 2, 3$ etc. définit une *couche électronique* ;
 - ▷ (n, ℓ) avec $\ell < n$ définit une *sous-couche électronique*.
- ▷ Ordre de remplissage et nombre maximal d'électron pour les sous-couches :

$$1s^2 \rightarrow 2s^2 \rightarrow 3p^2 \rightarrow 4s^2 \rightarrow 3d^{10} \rightarrow 4p^6 \rightarrow 5s^2 \rightarrow \dots \quad (5)$$

- ▷ Structure en bloc du tableau périodique (notamment blocs s, p et d).
- ▷ Définition d'une liaison covalente et d'une énergie de liaison.
- ▷ Ordres de grandeur de la longueur et de l'énergie d'une liaison covalente.
- ▷ Définition (qualitative) de l'électronégativité, et évolution de l'électronégativité dans le tableau périodique.

À savoir faire

- ▷ Établir la configuration électronique d'un atome dans son état fondamental. Pour les éléments autres que ceux des trois premières périodes, sa place dans la classification périodique doit être fournie.
- ▷ Identifier les électrons de cœur et de valence pour un élément donné.
- ▷ Relier la position d'un élément dans le tableau périodique à la configuration électronique et au nombre d'électrons de valence de l'atome correspondant (et inversement pour les trois premières périodes).
- ▷ Situer dans le tableau les quatre familles suivantes : métaux alcalins, alcalino-terreux, halogènes et gaz nobles.
- ▷ Prédire dans les cas simples l'ion préférentiellement formé par un atome donné et savoir établir la configuration électronique fondamentale de cet ion.
- ▷ Déterminer le modèle (ou la formule, ou la structure) de Lewis d'une molécule ou d'un ion polyatomique (détermination du nombre d'électrons de valence – donc du nombre de doublets à placer –, calcul des éventuelles charges formelles).
- ▷ Exceptions aux règles du duet et de l'octet : composés déficitaires en électrons (lacune électronique), composés hypervalents. Les radicaux sont hors programme.
- ▷ En étant guidé, déterminer dans les cas simples la structure la plus stable parmi plusieurs structures possibles (la notion de mésomérie n'est pas explicitement au programme).