MPSI | Programme de colle | Semaine du 04/11

E3 · Circuits du second ordre : oscillateurs électriques

Cours + exercices.

- Circuit LC série :
  - **Établir** l'équation différentielle.
    $$\ddot{f}(t) + \omega_0^2\, f(t) = \omega_0^2\, f_{eq}$$
  - **Établir & énoncer** la solution de cette équation différentielle.
    $$f(t) = f_{eq} + A\cos(\omega_0 t) + B\sin(\omega_0 t) = f_{eq} + F_m\, cos(\omega_0 t + \phi)$$
  - **Démontrer** l'équivalence entre ces 2 formes.
  - **Vocabulaire** : amplitude, phase, phase à l'origine, pulsation, fréquence, période.
  - **Tracer** la fonction : $f(t) = f_{eq} + F_m\, cos(\omega_0 t + \phi)$. Savoir faire apparaître sur le graphique f_{eq}, F_m, ω_0 et ϕ.
  - **Établir** un bilan de puissance et un bilan d'énergie (électrique). Savoir interpréter physiquement ces bilans.
- **Définir** la valeur moyenne $\langle s(t)\rangle$ d'une fonction T-périodique.
- **Énoncer & Démontrer** : $\langle\cos(\omega_0 t)\rangle = \langle\sin(\omega_0 t)\rangle = 0$ et $\langle\cos^2(\omega_0 t)\rangle = \langle\sin^2(\omega_0 t)\rangle = 1/2$.
- Circuit RLC série :
  - **Établir** l'équation différentielle.
    $$\ddot{f}(t) + \frac{\omega_0}{Q}\dot{f}(t) + \omega_0^2\, f(t) = \omega_0^2\, f_{eq}$$
  - **Établir** l'équation caractéristique.
  - Selon la valeur du facteur de qualité :
    - **Déterminer** les racines de l'équation caractéristique associée à l'ED ;
    - **Décrire** physiquement la nature de la réponse ;
    - **Établir** la forme mathématique des solutions (avec les conditions initiales) ;
    - **Établir** l'ordre de grandeur du temps du régime transitoire.
  - **Établir** un bilan de puissance et un bilan d'énergie (électrique). Savoir interpréter physiquement ces bilans.

S1 · Ondes progressives

Cours + exercices.

- **Définir** une onde.
- **Énoncer** les grandeurs physiques couplées permettant la propagation des signaux acoustiques, électriques et électromagnétiques.
- **Définir** une onde progressive (dans un milieu illimité, non dispersif et sans atténuation).
- Savoir représenter le profil temporel et le profil spatial d'une OP.
- Savoir qu'une OP peut se mettre sous la forme $f(x-ct)$, $g(t-x/c)$, $f(x+ct)$ ou $g(t+x/c)$. Relier le signe + ou – au sens de propagation.
- **Définir** une onde progressive harmonique.
- **Définir** la vitesse de phase d'une OPH.
- **Vocabulaire** : fréquence, période, pulsation, longueur d'onde, nombre d'onde, vecteur d'onde.
- **Démontrer** la relation entre fréquence, longueur d'onde et vitesse de phase d'une OPH : $f = c/\lambda$.
- **Vocabulaire** : signaux en phase, en opposition de phase, en quadrature de phase, en avance de phase, en retard de phase.
- **Établir** le lien entre le retard τ dû à la propagation et le déphasage : $\Delta\phi = 2\pi\frac{\tau}{\mathrm{T}}$
- **Établir** le déphasage entre les signaux perçus en deux points distincts en fonction de λ : $\Delta\phi = 2\pi\frac{\Delta x}{\lambda}$
- **Ordre de grandeur** des fréquences acoustiques et électromagnétiques.
- **Définir** un milieu dispersif. Citer des exemples.

S2 · Interférences à deux ondes

Cours uniquement

- Savoir associer à tout signal harmonique $s = A\cos(\omega t + \varphi)$ le signal complexe $\underline{s} = A\, e^{i(\omega t+\varphi)} = \underline{A_m}\, e^{i\omega t}$
- **Définir** l'amplitude complexe $\underline{A_m} = Ae^{i\varphi}$ associée au signal $s = A\cos(\omega t + \varphi)$.
- Savoir qu'une somme de signaux harmonique de même pulsation ω est un signal harmonique de pulsation ω.
- Interférences entre deux ondes mécaniques de même fréquence :
  - **Établir** l'amplitude de l'onde résultante en fonction du déphasage.
    $$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\Delta\varphi)}$$
  - **Établir & Énoncer** les conditions d'interférences constructives ou destructives, en fonction du déphasage $\Delta\varphi$ et de la différence de marche δ.

$$\Delta\varphi = 2\pi p \quad\Leftrightarrow\quad \delta = p\lambda \qquad \text{et} \qquad \Delta\varphi = 2\pi\left(p+\frac{1}{2}\right) \quad\Leftrightarrow\quad \delta = \left(p+\frac{1}{2}\right)\lambda$$