LP 26 : Régimes transitoires

Niveau : Supérieur

Prérequis : - Electrocinétique : dipoles linéaires R, L et C, relation courant et tension, comportement aux limites, Loi de Kirschoff (L1, L2)
- Mécanique du point : PFD, forces de frottements fluides (L1)
- Coordonnées cylindrique (L1)
- Diffusion de particule (L2)
- Résolution d'équations différentielles (L1)

Intro péda : → Notion à cheval entre les 2 années :
- L1 : régimes transitoires du premier ordre
- L2 : diffusion + RLC

→ Objectif : étude des caractéristiques des régimes transitoires.

→ Plusieurs domaines abordés et analogie entre les différents domaines.

→ Difficulté : mathématique car résolution d'équation différentielles.

TP/TD : chute d'une bille, système masse / ressort avec frottements, autres circuits (RL, en parallèle)

<u>Intro</u> : → Modification d'un système à l'équilibre ou en régime permanent ⇒ évolution jusqu'à un nouvelle état.

→ Def : régime transitoire = évolution temporelle d'un système entre 2 états permanent.

Objectifs : - comprendre la notion de régime transitoire
- Etre capable d'extraire un temps caractéristique
- Mettre en équation les régimes transitoires.

I. Notion de temps caractéristique.

A) Analyse en ordre de grandeur.

→ Diffusion de matière : $\frac{\partial n^*}{\partial t} = D \frac{\partial^2 n^*}{\partial x^2}$ (déjà vu)

Raisonnement en ordre de Grandeur : $\frac{\Delta n}{\tau} = D \frac{\Delta n}{L^2} \Leftrightarrow \tau = \frac{L^2}{D}$

| Expérience : Diffusion de l'ammoniac (cf LP 23)

⇒ On retrouve bien $\tau \propto L^2$

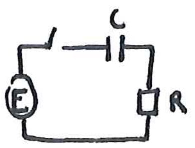
→ Application : Diffusion du sucre dans une tasse de café :

$D \sim 10^{-9}\ m^2 s^{-1}$, $L \sim 5.10^{-2}\ m$ ⇒ $\tau \sim 694\ h$

⇒ Phénomène très lent

Tr : On obtient seulement un OdG, car la résolution de l'équation n'est pas faisable.

B) Etude du circuit RC.

→ 

Loi des mailles ⇒ $\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{RC} u_C = \frac{E}{RC}$

Solution : $u_C = E(1 - e^{-t/\tau})$ avec $\tau = RC$

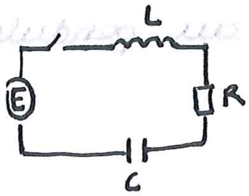
Expérience : circuit RC avec E = ⊓⊔ ($V_p = 2V$ et offset de 1V)
$f = 100$ Hz
On mesure u_c sur Latis pro.
$R = 10\,k\Omega$ et $C = 0,1\,\mu F$ (mesurée au RLC-mètre)

→ $u_c(\tau) = 0,63E$ ⇒ mesure de τ

Tr : Peut-on avoir des régimes transitoires oscillants ?

II_ Régime transitoire du second ordre.

A) Etude électrocinétique.

→ 

Loi des mailles ⇒ $\underbrace{\frac{d^2u_c}{dt^2}}_{\text{dérivée } 2^{nde}} + \frac{R}{L}\frac{du_c}{dt} + \frac{1}{LC}u_c = 0$

Expérience : E = créneau (même condition)
On mesure u_c à l'oscilloscope
$R = 0$ à $5000\,\Omega$, $C = 100\,nF$ et $L = 0,1\,mH$

⇒ plusieurs régimes

→ Résolution (cf LP 24)

cas $Q > 1/2 \Leftrightarrow R < 2\sqrt{L/C}$: $u_c = Ae^{-\alpha t}\cos(\Omega t + \varphi)$ avec $\alpha = \frac{\omega_0}{2Q}$

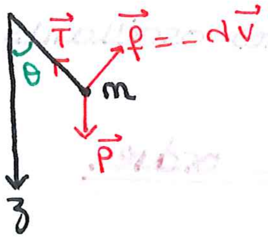
Slide pour les autres cas

→ Mesure de la pseudo-période : $T = \frac{2\pi}{\Omega} = \frac{2\pi/\omega_0}{\sqrt{1 - 1/4Q^2}}$

Tr : En mécanique, il existe également des régimes transitoires oscillants. Peut-on ~~raso~~ raisonner par analogie pour comprendre ces systèmes oscillants ?

B) Analogie électromécanique.

→ Cas du pendule simple



PFD $\Rightarrow \ddot{\theta} + \frac{\alpha}{m}\dot{\theta} + \frac{g}{\ell}\theta = 0$

→ Analogie : $R \leftrightarrow \alpha$, $L \leftrightarrow m$ et $1/C \leftrightarrow mg/\ell = k$

Expérience : On ajoute une feuille de papier au pendule.
On change la taille de la feuille

Conclusion : → Différents types de régimes transitoires

→ Analogie électrocinétique

Ouverture : Régimes forcés.

Biblio : - GRECIAS BCPST 2
- GRECIAS BCPST 1
- BRESSON BCPST 1 et 2
- PHYSIQUE PCSI et PC/PC*