Mécanique
TP

TP 8 : deux exemples d'oscillateurs harmoniques

Matériel (manip masse-ressort) : potence, ressort à suspendre à la potence, petit aimant néodyme, jeux de masses, règle, bobine 1300 spires, oscilloscope, une balance pour la classe (précise à 1 gramme).
Matériel (manip circuit LC) : bobine 1 H et entrefer, boite à décade de capacités, oscilloscope.

Objectif : étudier expérimentalement deux systèmes régi par une équation du type oscillateur harmonique ; étudier la loi de force du ressort.

I Le système masse-ressort

On considère un ressort de longueur à vide l_0 et de constante de raideur k, auquel est suspendue une masse m.

I.1 Masse immobile : vérification de la loi du ressort

A l'équilibre (masse immobile), nous avons démontré en TD que la longueur totale du ressort est (nous l'avions notée $x_{\text{éq}}$) :

$$l = l_0 + \frac{mg}{k}. \tag{1}$$

1 - Proposer et réaliser un protocole qui permet de vérifier si cette loi est correcte pour votre ressort. On passera par le tracé d'une grandeur (mesurée) en fonction d'une autre (une fois les mesures réalisées, faire le tracé avec le notebook Python `3f2e-959411`).

2 - Déduire de vos mesures, à l'aide d'une régression linéaire, la valeur de la constante de raideur k du ressort, ainsi que sa longueur à vide l_0.

I.2 Oscillations

Si on donne une vitesse initiale à la masse, ou si on la déplace, elle oscille. Nous avons montré en TD que la pulsation des oscillations est :

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}. \tag{2}$$

Afin de mesurer la période des oscillations facilement, nous utilisons le phénomène d'induction : on place un aimant sous la masse. Sur le support fixe, sous la masse, on place une bobine. Le mouvement de l'aimant induit une tension $u(t)$ aux bornes de la bobine, qui est proportionnelle à la vitesse de la bobine. On la mesure avec l'oscilloscope.

3 - Réaliser le montage. Pour visualiser la tension aux bornes de la bobine, on utilise l'oscilloscope en mode `Roll` (dans la zone `horizontal`, appuyer sur `MENU`, puis aller dans `base de temps` et, à la place de `Y-T`, sélectionner `Roll`).

4 - Mesurer la période des oscillations. En déduire la valeur de la constante de raideur du ressort.

5 - Y a-t-il cohérence entre les valeurs de k obtenues par les deux méthodes ?

Remarque : pour vraiment conclure, il faudrait estimer les incertitudes.

II Le circuit LC

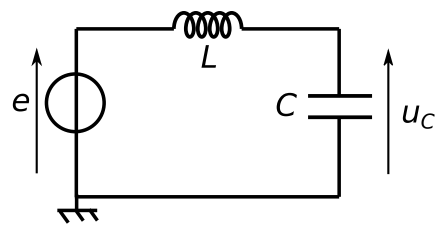
Nous allons voir en TD que le circuit LC (donc sans résistance) est lui aussi régi par une équation différentielle de type oscillateur harmonique : si on note u_C la tension aux bornes du condensateur, on a

$$\ddot{u}_c + \omega_0^2\, u_C = \omega_0^2\, e(t)$$

avec $\omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$ et $e(t) = 0$ lorsque le générateur est éteint ou $e(t) = E$ lorsque le générateur délivre une tension E. Les solutions sont donc du type :

$$u_C(t) = A\cos(\omega_0 t) + B\sin(\omega_0 t) + u_{C,\text{part}}. \tag{3}$$

On propose ici de le vérifier expérimentalement.



6 - Régler le GBF pour qu'il délivre une tension créneau allant de 0 à 10 V (jouer sur l'offset et l'amplitude), de fréquence 10 Hz. Le vérifier à l'oscilloscope.

7 - Réaliser le montage qui correspond au circuit ci-dessus. On prendra $C = 100\,\text{nF}$. Observer à l'oscilloscope la tension aux bornes du générateur, ainsi que $u_C(t)$ (attention aux éventuels problèmes de masse).

8 - La tension $u_C(t)$ se comporte-t-elle comme prédit par l'expression 3 ? Pourquoi à votre avis ? Quel élément manque-t-il à notre modèle ?

9 - Mesurer la période des oscillations. En déduire la valeur de l'inductance L.

10 - (Si temps) Recommencer pour plusieurs valeurs de C et vérifier si l'expression théorique de la période est bien valable (à l'aide d'une régression linéaire).