Université Paul Sabatier de Toulouse, année universitaire 2005-2006

CIMP PHYSIQUE

Epreuve 1 de contrôle continu – section A

Vendredi 28 octobre 2005

Durée 1h

A- Question de cours (5 points)

Quelles sont les trois constantes fondamentales de la physique. Chacune d'elles correspond à une théorie déterminée. Laquelle ? Donner leurs valeurs numériques en précisant leurs unités.

B- Problème (15 points)

Les parties I et II sont indépendantes

Partie I : Un circuit est constitué d'un interrupteur, d'un résistor de résistance R = 1kΩ d'une bobine d'inductance L = 25 mH, montés en série (cf. figure 1) et polarisés par une batterie de force électromotrice E. A l'instant initial, on ferme l'interrupteur. L et E = 5V.

1.1 Montrer que l'intensité *i(t)* du courant électrique obéit à l'équation différentielle suivante :

$$\frac{di(t)}{dt}+\frac{1}{\tau}i(t)=a\,, \qquad (1)$$

où τ et a sont constantes positives que l'on exprimera en fonction des données du problème.

1.2 En analysant l'équation (1), donner la dimension physique de τ et de a.

1.3 Calculer τ.

2.1 Quelle est l'expression de la solution générale de l'équation différentielle ? En déduire la solution de l'équation sachant que *i(t=0)* = 0.

2.2 Représenter soigneusement le graphe *i*(t). On fera apparaître notamment la pente à l'origine.

3. Déduire de *i(t)* l'expression de $u_L(t)$, tension aux bornes de la bobine. Tracer soigneusement le graphe correspondant.

Partie II : Le résistor de résistance R et la bobine d'inductance L utilisés dans la montage précédent sont associés à un condensateur de capacité C= 10 nF, de manière à former un circuit RLC série (cf. Figure 2).

1.1 Etablir l'équation différentielle à laquelle satisfait la charge *q(t)* du condensateur. En dérivant cette équation par rapport au temps, montrer que *i(t)* obéit à l'équation différentielle suivante :

$$\frac{d^2 i(t)}{dt^2} + \frac{1}{\tau}\frac{di(t)}{dt} + \omega_0^2 i(t) = 0, \qquad (2)$$

où τ et ω_0 sont des constantes qu'on exprimera en fonction des données du problème.

1.2 En analysant l'équation (2), donner la dimension physique de ω_0.

1.3 Calculer τ_e, ω_0, la fréquence propre f_0 et la période propre T_0 du circuit en précisant leurs unités. Quel est la valeur du facteur de qualité Q du circuit?

1.4 A partir des résultats numériques obtenus, que peut-on dire du régime de fonctionnement du circuit (pseudo-périodique, apériodique, critique,)? Quelle est l'allure du graphe *i(t)* ?