

2ème année baccalauréat Sciences physiques

—Propagation des ondes—

## L'indicateur de vitesse (CINÉMOMÈTRE) ..... (2,5 POINTS)

*Les dispositifs de mesure de vitesse sont généralement appelés cinémomètres. Les cinémomètres les plus communs peuvent être répartis en deux catégories : les cinémomètres Doppler et les cinémomètres LASER.*

*Cet exercice s'intéresse à certains aspects du fonctionnement et de l'utilisation du cinémomètre LASER*

Le principe de la mesure de vitesse grâce à cet instrument est basé sur une mesure de la distance séparant la "cible" du cinémomètre laser. On mesure le temps mis par une impulsion laser pour atteindre la "cible" visée et revenir au cinémomètre après réflexion. Un compteur électronique de temps est déclenché lorsque l'impulsion est émise par le laser et arrêté lorsque l'impulsion "retour" est détectée. Connaissant la durée d'un aller-retour ainsi que la vitesse de la lumière, on en déduit la distance laser-cible. Pour connaître la vitesse de la "cible", il suffit de répéter le processus de mesure de distance à des intervalles de temps fixes.

### Données :

- Célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3,00.10^8 m.s^{-1}$

#### 1. Ondes mécaniques et lumineuses :

0,25 | 1.1. Définir une onde mécanique.

0,25 | 1.2. Le son est une onde longitudinale? Justifier votre réponse.

0,25 | 1.3. La lumière est-elle une onde mécanique ? Justifier votre réponse.

#### 2. Mesure de la vitesse d'un véhicule

Le cinémomètre émet des impulsions laser à intervalles de temps réguliers de valeur  $T = 1,80ms$  en direction d'un véhicule se rapprochant. Lors de la première émission, le véhicule se trouve à une distance  $d_1$ .

Le cinémomètre mesure la durée  $\Delta t_1$  entre l'émission et la réception de l'onde. Lors de la seconde émission, le véhicule se trouve à une distance  $d_2$ . Le cinémomètre mesure la durée  $\Delta t_2$  entre l'émission et la réception de l'onde

0,5 | 2.1. Exprimer la relation entre la distance  $d_1$ ,  $\Delta t_1$  et  $c$  la célérité de la lumière dans l'air.

0,75 | 2.2. Montrer que la vitesse du véhicule est donnée par  $v = \frac{c.(\Delta t_1 - \Delta t_2)}{2T}$

0,5 | 2.3. Déterminer l'écart  $(\Delta t_1 - \Delta t_2)$  si la vitesse obtenue est égale à  $100Km.h^{-1}$

## —LES SYSTÈMES ÉLECTRIQUES—

Les condensateurs et les bobines constituent les éléments principaux de la plupart des appareils électriques et électroniques.

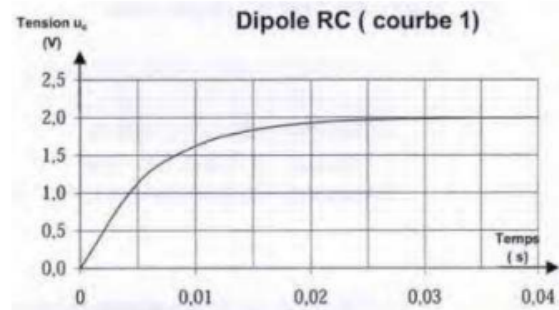
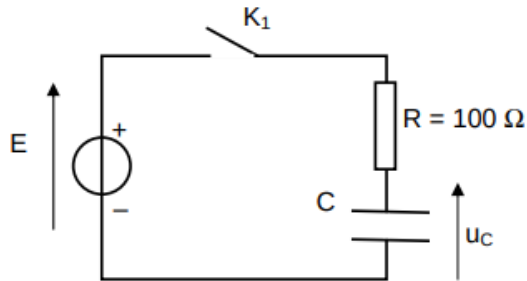
Cet exercice se propose d'étudier :

- la réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension.
- la réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension.
- Etude des oscillations dans un circuit RLC série.

## Partie 1 :la réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension. (1,75pts)

On réalise le circuit correspondant au schéma-ci après. Un dispositif d'acquisition de données relié à un ordinateur permet de suivre l'évolution de la tension aux bornes du condensateur en fonction du temps  $t$ .

On déclenche les acquisitions à la fermeture de l'interrupteur  $K_1$ , le condensateur étant préalablement déchargé. L'ordinateur nous donne alors  $u_c = f(t)$ , courbe 1 ci-après.



### 1. LE DIPÔLE RC :

0,25 1.1. Reproduire le schéma du montage sur la copie et indiquer où doivent être branchées la masse M et la voie d'entrée de la carte d'acquisition pour étudier les variations de la tension  $u_c$  aux bornes du condensateur.

0,5 Quel est le phénomène physique mis en évidence sur l'enregistrement ?

0,5 1.2. Etablir l'équation différentielle vérifiée par  $u_c(t)$ .

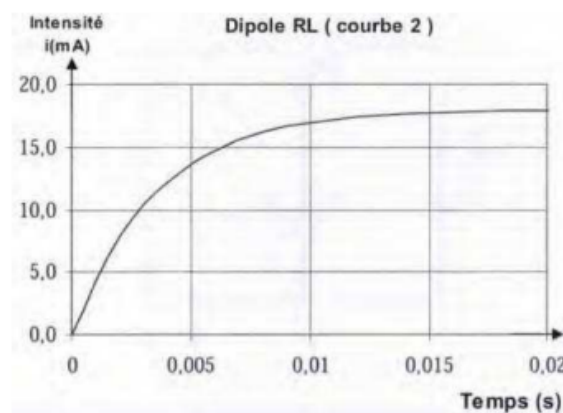
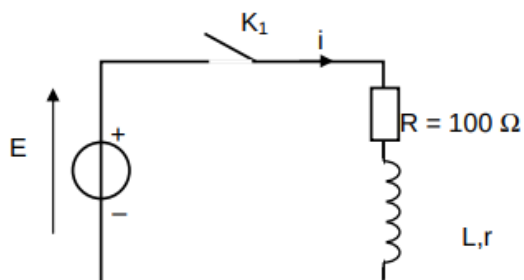
0,25 1.3. Trouver les expressions de A et de  $\tau$ , pour que  $u_c(t) = A.(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$  soit solution de cette équation différentielle.

0,25 1.4. Déterminer la valeur de  $\tau$ .

0,25 1.5. Vérifier que la capacité du condensateur est  $C = 60\mu F$ .

## Partie 2 :la réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension. (1.5pts)

On remplace le condensateur par une bobine d'inductance L et de résistance r selon le schéma ci-après. L'ordinateur nous permet de suivre l'évolution de l'intensité  $i$  du courant en fonction du temps, courbe 2 ci-après.



La loi d'additivité des tensions appliquée à ce circuit série conduit à l'équation différentielle suivante :  

$$E = (R + r)i + L \cdot \frac{di}{dt} \quad (1)$$

## 2. LE DIPÔLE RL :

0,25

**2.1** Quel est le phénomène physique mis en évidence sur l'enregistrement et quel est l'élément du circuit responsable de ce phénomène ?

0,25

**2.2** Soit  $I$  l'intensité du courant électrique qui traverse le circuit, en régime permanent. établir son expression littérale à partir de l'équation (1) en fonction des grandeurs caractéristiques du circuit. Donner sa valeur numérique et déduire la résistance de la bobine.

0,25

**2.3.** Quelle est la valeur du courant à la date  $t = 0s$  ? Comment s'écrit alors l'équation différentielle (1) donnée précédemment ? Montrer qu'à  $t = 0s$ , on a  $\frac{di}{dt} = \frac{I}{\tau'}$  avec  $\tau' = \frac{L}{R+r}$  constante de temps du dipôle RL.

0,25

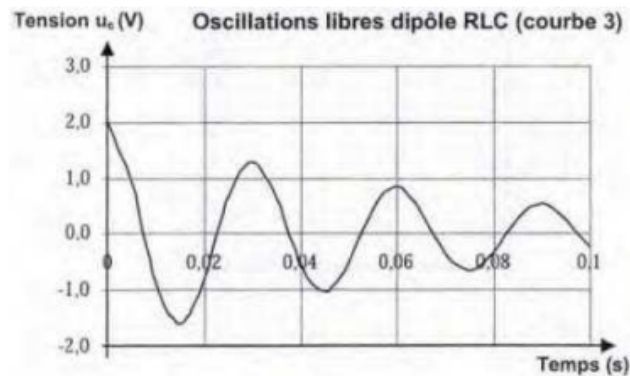
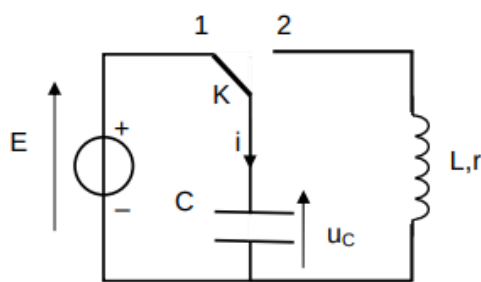
**2.4.** Vérifier que  $\frac{L}{R+r}$  est homogène à un temps.

0,5

**2.5.** Déterminer graphiquement la valeur numérique de  $\tau'$  et Vérifier que la valeur de l'inductance de la bobine  $L = 0,37H$ .

## Partie 3 : Etude des oscillations dans un circuit RLC série. (1,75pts)

On associe un condensateur de capacité  $C = 60\mu F$  avec la bobine précédente, comme le montrer le schéma ci-dessous. Le condensateur est préalablement chargé (interrupteur en position 1). L'enregistrement des variations de la tension aux bornes du condensateur en fonction du temps commence quand on bascule K en position 2, courbe 3 ci-après.



0,25

**3.1** Quel est le régime d'oscillation mis en évidence par la courbe 3

0,5

**3.2** Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension  $u_c(t)$ .

0,75

**3.3** Sachant que la pseudopériode est égale à la période propre, déterminer la valeur de l'inductance de la bobine. La comparer à celle trouvée précédemment

0,25

**3.4** L'association bobine-condensateur est à la base de la constitution d'oscillateurs qui génèrent une tension sinusoïdale constante en fréquence et en amplitude. Ces oscillateurs sont présents dans de nombreux appareils électriques utilisés dans le domaine des télécommunications. Comment maintient-on constante l'énergie totale d'un oscillateur électrique ?

— Mécanique —

*Les parties sont indépendantes*

## Partie A : volcan le plus actif au monde. .... (1pts)

Kilauea à Hawaii est le volcan le plus actif au monde. Les volcans très actifs rejettent généralement des roches et de la lave brûlante plutôt que de la fumée et des cendres. Supposons qu'un gros rocher soit éjecté du volcan avec une vitesse de  $25m/s$  et à un angle  $\alpha = 35^\circ$  au-dessus de l'horizontale, comme indiqué dans la figure(1).

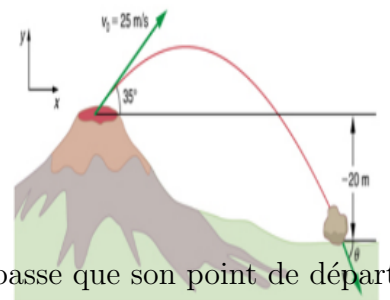
On donne  $g = 9,8m/s$ .

0,75

**1.** La roche heurte le flanc du volcan à une altitude de 20m plus basse que son point de départ. Calculez combien de temps la roche prend pour suivre ce chemin.

0,25

**2.** Quelles sont la valeur et la direction (angle  $\theta$ ) de la vitesse de la roche à l'impact



## Partie B : Etude du mouvement d'un pendule de torsion (4pts)

Cet exercice a pour objectif d'étudier le mouvement d'un pendule de torsion et de déterminer quelques grandeurs liées à ce mouvement. On dispose d'un pendule de torsion constitué d'un fil métallique, de constante de torsion  $C$  et d'une tige  $AB$  homogène fixée en son centre d'inertie  $G$  à l'une des extrémités du fil. L'autre extrémité du fil est fixée en un point  $O$  d'un support. La tige peut effectuer un mouvement de rotation sans frottement autour de l'axe  $(\Delta)$  confondu avec le fil métallique. Le moment d'inertie de la tige  $AB$  par rapport à cet axe est  $J_0 = \frac{1}{12}ml^2$  avec  $l = AB = 20\text{cm}$ ,  $m = 600\text{g}$  et  $OG = L$ .

### l'effet de la longueur du fil.

- |      |  |
|------|--|
| 0,5  | <b>1.1.</b> On fixe deux masselottes identiques de masses $\frac{m}{6}$ de part et d'autre de l'axe à une distance $d$ . Calculer la valeur de $d$ pour que $T'_0 = \sqrt{2T_0}$ .   |
| 0,75 | <b>1.2</b> On fait glisser la tige vers le bas. Pour que la longueur du fil augmente par $\frac{L}{4}$ , trouver dans ce cas l'expression de $T'_0$ en fonction de $T_0$ sachant que la constante de torsion est inversement proportionnel à la longueur du fil. |

### l'effet de l'amortissement

On enlève les deux masselottes et on fixe à la tige  $AB$ , une plaque de masse négligeable qu'on immerge partiellement dans un liquide visqueux, qui génère un couple de frottement  $M_f = -\alpha.\dot{\theta}$ , où  $\alpha$  est une constante positive. On écarte la tige  $AB$  de sa position d'équilibre, d'un angle  $\alpha = \frac{\pi}{4}$  et on la lâche sans vitesse initiale. Une carte d'acquisition informatique permet de tracer les variations de l'abscisse de  $G$  en fonction du temps.

- |      |   |
|------|---|
| 0,5  | <b>2.1.</b> Montrer que $\theta$ vérifie l'équation différentielle suivante : $\ddot{\theta} + \frac{\alpha}{J_0}\dot{\theta} + \frac{c}{J_0}\theta = 0$                      |
| 0,75 | <b>2.2.</b> Montrer que : $\frac{dE_m}{dt} = -\alpha.\dot{\theta}^2$ , et commenter le résultat.  |
| 0,75 | <b>2.3.</b> Montrer que : $W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = \frac{1}{2}.C(\theta_A^2 - \theta_B^2)$ , et calculer sa valeur entre $t_1 = 1\text{ms}$ et $t_2 = 2,75\text{ms}$ . |
| 0,75 | <b>2.4</b> Calculer $\alpha$ sachant que $\left(\frac{dE_m}{dt}\right)_{t=2,75\text{ms}} = 2\text{Joule./m.s}^{-1}$   |

