

Electrocinétique et optique géométrique

La **présentation**, la lisibilité, l'orthographe, la qualité de la rédaction, la **clarté et la précision** des raisonnements entreront pour une **part importante** dans l'**appréciation des copies**. En particulier, les résultats non justifiés ne seront pas pris en compte. Les candidats sont invités à encadrer les résultats de leur calculs.

Problème 1 d'électrocinétique : (Concours national d'admission dans les grandes écoles d'ingénieurs 2011)**I. Charge d'un condensateur**

Soit le montage de la figure A.1, dans lequel un résistor de résistance R et un condensateur de capacité C sont associés en série. Ce circuit « R, C » peut être relié à un générateur de tension constante, de f.é.m. (force électromotrice) E , selon les modalités suivantes :

- $t < 0$: interrupteur **K** en position (1) afin de décharger totalement le condensateur ;
- $t \geq 0$: interrupteur en position (2) afin de charger progressivement le condensateur.

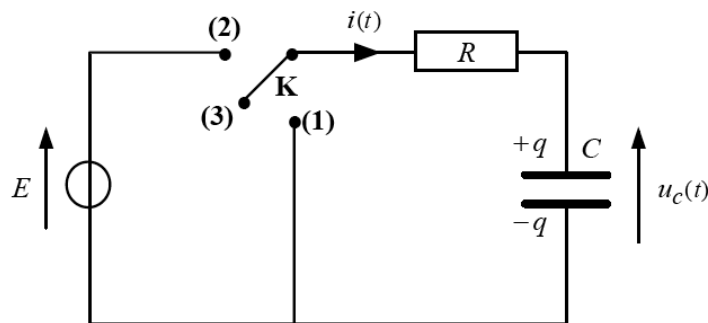


Figure A.1

Il est rappelé que la tension $u_c(t)$ entre les bornes du condensateur est reliée à la charge $q(t)$ de ce dernier par l'égalité $q(t) = C u_c(t)$. Les données de l'énoncé sont R , C et E .

1. Par application de la loi de maille, établir, pour $t \geq 0$, l'équation différentielle vérifiée par $u_c(t)$.
2. Rappeler l'expression, en fonction des données de l'énoncé, de la constante de temps τ du circuit.
3. Déterminer la fonction $u_c(t)$ au cours de la charge du condensateur.
4. Tracer l'allure de la courbe représentative de cette fonction $u_c(t)$.

II. Décharge du condensateur à travers une bobine idéale

Au bout d'un temps de charge très long du condensateur (§ A.I.), donc en régime établi, l'interrupteur **K** est déplacé en position (3). Le second interrupteur **K'**, initialement en position (1'), est alors basculé en position (2') à un instant pris comme instant origine $t = 0$: le condensateur chargé est donc relié à une bobine supposée idéale d'inductance pure L (figure A.2).

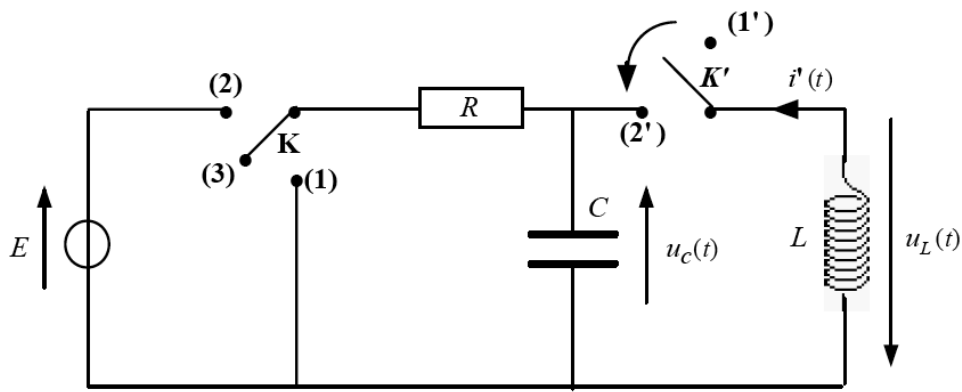


Figure A.2

Les données de l'énoncé sont L , C et E . Il est rappelé que la tension aux bornes de la bobine, parcourue par le courant $i'(t)$, s'écrit $u_L(t) = L \frac{di'(t)}{dt}$.

1. Exprimer, en fonction de certaines données de l'énoncé, la charge initiale q_0 du condensateur au moment de la fermeture de l'interrupteur K' .
2. Par application de la loi de maille du circuit, établir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur.
3. Déterminer l'expression de la tension $u_C(t)$, formule dans laquelle les constantes d'intégration qui apparaissent seront toutes exprimées en fonction des données de l'énoncé.

III. Oscillations réelles

En réalité, la courbe représentative de la tension $u_C(t)$ est pseudo-périodique (figure A.3). L'amortissement constaté est dû à la présence d'une résistance dans la maille « L , C » : la bobine qui était supposée idéale est en fait résistive, de résistance r .

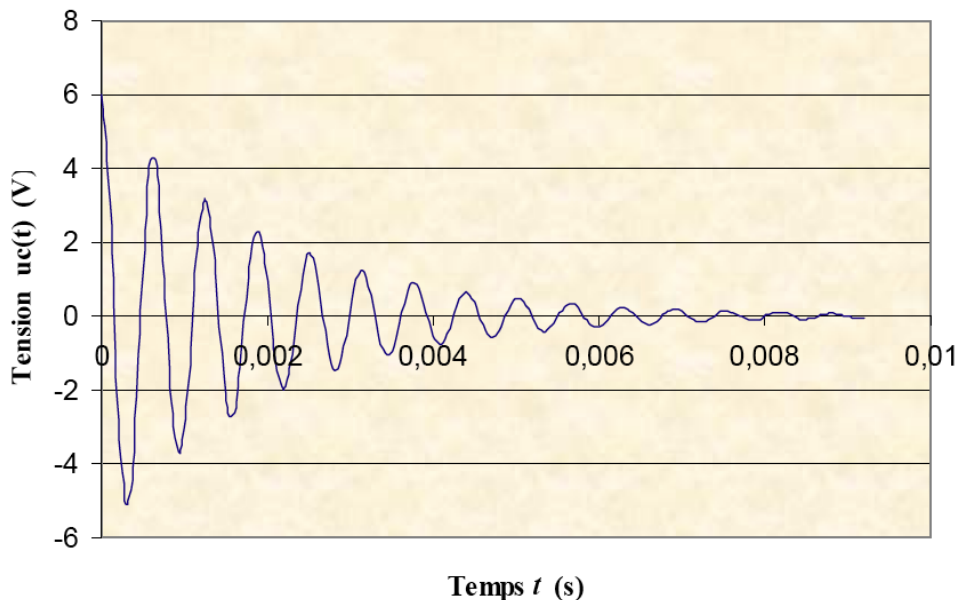


Figure A.3

Les données de l'énoncé sont r , L , C et E .

1. Quel appareil pourrait permettre de visualiser et d'étudier la tension $u_c(t)$?
2. La maille à considérer comporte désormais un condensateur de capacité C , initialement chargé ($q_{(t=0)} = q_0$), qui se décharge à partir du temps $t = 0$ (fermeture de l'interrupteur \mathbf{K}') dans le groupement série « r, L ». Montrer que l'équation de maille du circuit « r, L, C » série permet d'établir une équation différentielle vérifiée par la tension $u_c(t)$.
3. Déterminer l'expression de la tension $u_c(t)$, formule dans laquelle les constantes d'intégration qui apparaissent seront toutes exprimées en fonction des données de l'énoncé.
4. *Application numérique* : $L = 1,00 \times 10^{-2}$ H ; $C = 1,00 \times 10^{-6}$ F ; $E = 6,00$ V.
 - a) Quelle aurait été la valeur numérique de la pulsation propre ω_0 du circuit dans l'hypothèse d'une bobine non résistive ($r = 0$), donc en l'absence d'amortissement.
 - b) Une mesure de la pseudo-période donne $T = 6,30 \times 10^{-4}$ s. Calculer la pseudo-pulsation Ω et en déduire la valeur numérique de la résistance r de la bobine.
5. Quelle aurait été l'allure de la courbe représentative de la fonction $u_c(t)$ avec une résistance r très élevée ?

Problème 2 d'optique: (Extrait de l'épreuve spécifique du concours 2009 des écoles des « Petites » Mines)

Un téléobjectif est un objectif de longue focale, c'est-à-dire un objectif dont la focale est supérieure à la diagonale de la pellicule pour un appareil photographique argentique ou de la matrice de cellules photosensibles dans le cas d'un appareil photographique numérique.

Ces objectifs permettent un cadrage serré des sujets photographiés grâce à un angle de champ étroit.

Dans les trois parties suivantes, largement indépendantes, le sujet photographié est constitué par la tour Eiffel culminant à une hauteur $h = 324$ m du sol et située à une distance $d = 2,0$ km du photographe.

Partie A1 : Objectif standard

On s'intéresse dans un premier temps à un objectif standard d'appareil photographique argentique constitué d'une lentille convergente unique de centre O et de focale $f' = 50$ mm.

- Q1. Quelle doit être la distance D entre la lentille et la pellicule pour que la photographie soit nette ? Justifier votre réponse.
- Q2. Construire sur un schéma l'image de l'objet sur la pellicule (sans respecter l'échelle).
- Q3. On appelle h_1 la hauteur de l'image de la tour Eiffel sur la pellicule. Déterminer son expression en fonction de f' , d et h puis calculer sa valeur numérique.

Partie A2 : Réalisation d'un téléobjectif avec une lentille unique

- Q4. Expliquer pourquoi, si l'on souhaite photographier les détails d'un sujet lointain, il faut choisir un objectif de focale plus élevée que celle d'un objectif standard.
- Q5. Dans le cas d'un téléobjectif de focale $f'_0 = 200$ mm, calculer la hauteur h_2 de l'image de la tour Eiffel sur la pellicule ainsi que l'encombrement de l'appareil (distance entre la lentille et la pellicule)
- Q6. La matrice de cellules photosensibles de la plupart des reflex numériques est plus petite que la surface impressionnable de la pellicule d'un reflex 24x36. Justifier alors pourquoi un téléobjectif de focale donnée permet un cadrage plus serré du sujet avec un appareil numérique qu'avec un appareil argentique.