Electrocinétique, atomes et tableau périodique, cinématique

Extrait de l'entête des sujets de la banque PT :

« 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 leurs calculs. »

Problème 1: Oscillations électriques (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.

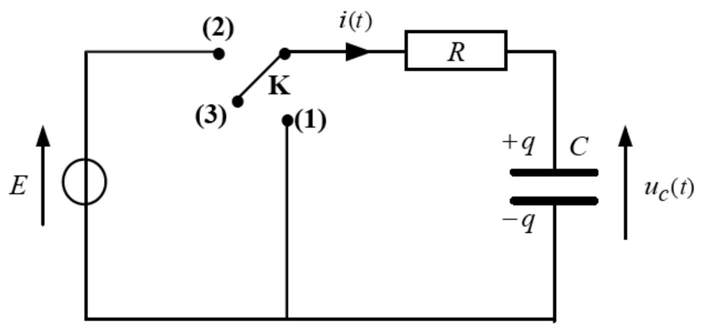


Figure **A.1**

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**).

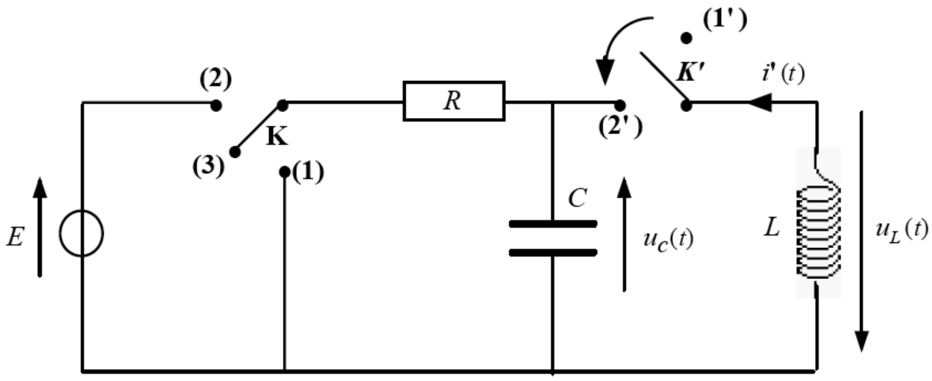


Figure **A.2**

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 $u_L(t) = L\,\dfrac{di'(t)}{dt}$.

1. Exprimer, en fonction de certaines données de l'énoncé, la charge initiale q_o 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.

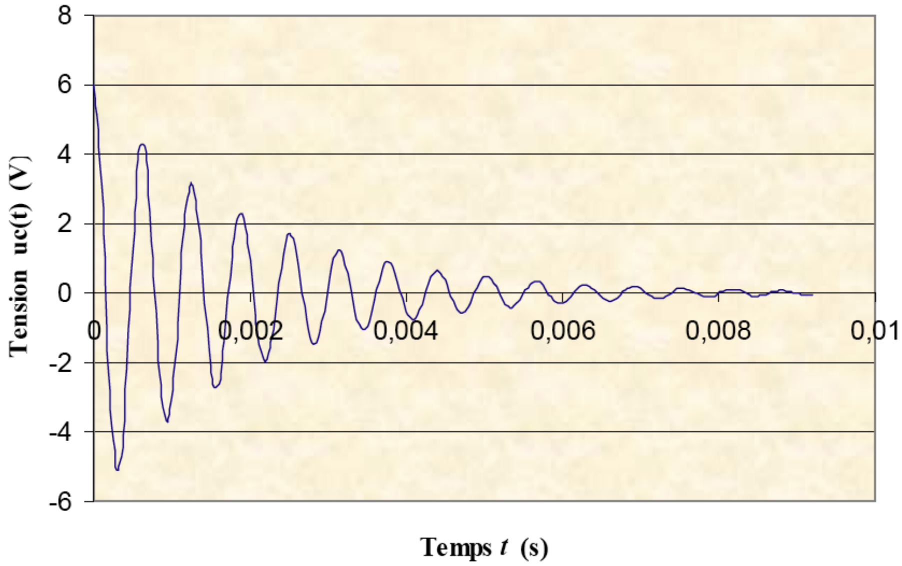


Figure **A.3**

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 ($q_{(t=0)} = q_o$), qui se décharge à partir du temps $t = 0$ (fermeture de l'interrupteur **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_o 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 ?

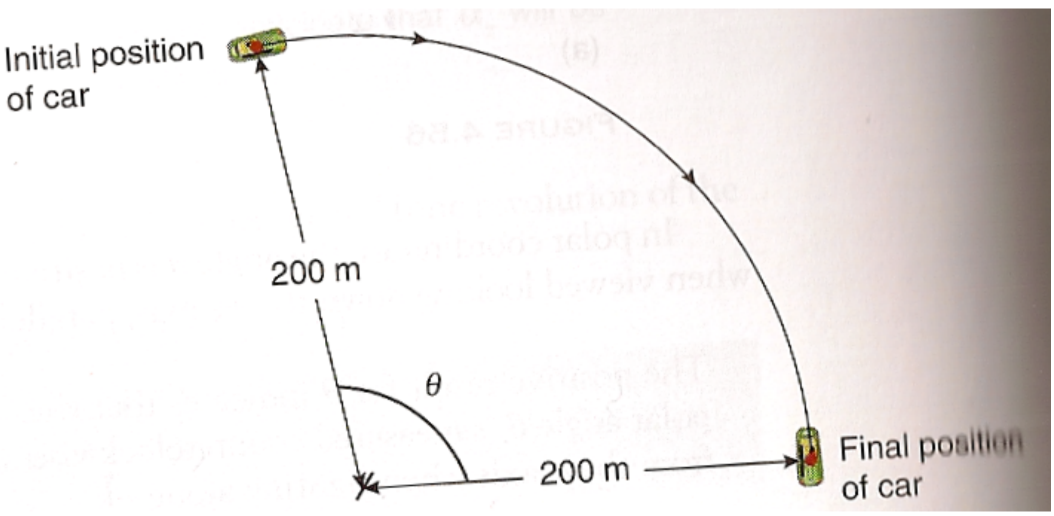
Problème 2: Le monoxyde de carbone (Extrait banque PT 2013)

Partie 1 : Généralités sur la molécule de monoxyde de carbone

La molécule de monoxyde de carbone est constituée d'un atome d'oxygène $(Z = 8)$ et d'un atome de carbone $(Z = 6)$.

1. Donner la configuration électronique de l'atome d'oxygène puis de l'atome de carbone dans leur état fondamental.
2. Indiquer le nom des règles utiles à l'établissement de ces configurations électroniques.
3. Expliquer pourquoi le carbone est tétravalent.
4. Quels sont les deux isotopes du carbone les plus répandus sur Terre ? Ecrire leur représentation symbolique.
5. Où se situe l'oxygène dans la classification périodique (ligne, colonne) ?
6. Citer un élément situé dans la même colonne que l'oxygène.
7. Proposer une représentation possible de Lewis pour la molécule de monoxyde de carbone.
8. Comment évolue l'électronégativité d'un élément au sein d'une ligne du tableau périodique ?
9. La formule de Lewis proposée par vos soins est-elle alors en accord avec les électronégativités du carbone et de l'oxygène ?

Problème 3: Mouvement circulaire



Une voiture décrit une trajectoire circulaire de rayon 200 m (cf. schéma ci-dessus). Sur sa trajectoire, la voiture passe d'une vitesse initiale de $36\ \mathrm{km.h^{-1}}$ à une vitesse finale de $90\ \mathrm{km.h^{-1}}$ pendant une durée de 20 s et avec une accélération angulaire $\alpha \equiv \ddot{\theta}$ constante (expérience à ne pas reproduire !).

a) Déterminer la norme de l'accélération radiale, de l'accélération tangentielle et de l'accélération totale de la voiture quand (i) la voiture a la vitesse de $36\ \mathrm{km.h^{-1}}$ et quand (ii) la voiture a la vitesse de $90\ \mathrm{km.h^{-1}}$.

b) Déterminer l'angle ϕ entre la direction de l'accélération totale et la direction de l'accélération radiale quand la vitesse de la voiture est de $36\ \mathrm{km.h^{-1}}$ puis de $90\ \mathrm{km.h^{-1}}$.

c) Déterminer l'angle parcouru par la voiture durant les 20 s et la distance parcourue correspondante.

<u>Note:</u> Dans cet exercice il est évidemment fortement recommandé de faire un schéma avec les coordonnées polaires, les vecteurs unitaires etc…