Institut Préparatoire aux Etudes
d'Ingénieurs de Sfax

A.U 2019-2020
$1^{ère}$ année PC

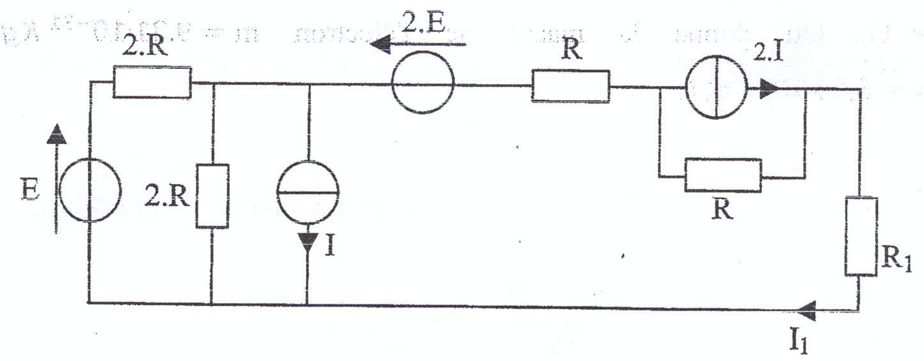
# Examen de Physique de fin du premier Semestre

**(Durée : 3 heures)**

N.B: **Il sera tenu compte de la présentation des copies**

## Exercice 1:

On considère le circuit représenté sur le schéma suivant :



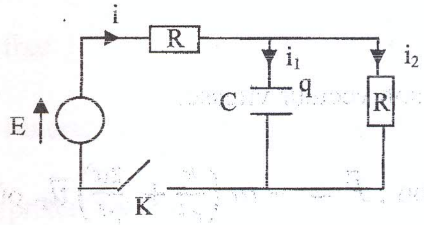

Calculer le courant $I_1$ dans la résistance $R_1$ en fonction de E, I, R et $R_1$ en appliquant :

1-Le théorème de Thevenin.

2- Le théorème de Norton.

## Exercice 2:

**I**-Dans le circuit représenté ci-dessous, on ferme l'interrupteur K à la date t = 0, le condensateur étant initialement déchargé.




1-Ecrire l'équation différentielle en fonction de $q(t)$ où $q$ est la charge du condensateur.

2-Etablir l'expression de $q(t)$.

3-En déduire $i_1$, $i_2$ et i.

4-Calculer l'énergie stockée dans le condensateur à l'instant $t_1$.

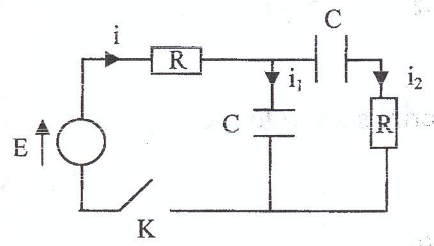
**II**- On ajoute au circuit précédent un condensateur comme l'indique la figure ci-dessous. Les condensateurs sont initialement déchargés. On ferme l'interrupteur K.

1-Montrer que l'équation peut s'écrire sous la forme $\frac{d^2 i_1}{dt^2} + \frac{3}{\tau}\frac{di_1}{dt} + \frac{1}{\tau^2} i_1 = 0$.

Donner l'expression de $\tau$. En déduire la nature de régime.

2- Déterminer les conditions initiales $i_1(0^+)$ et $\frac{d\, i_1(0^+)}{dt}$.

3-Exprimer $i_1(t)$.



## Problème :

### Partie A

On se propose d'étudier le mouvement de l'électron périphérique M d'un atome alcalin. Le noyau est placé à l'origine O d'un référentiel galiléen R de base orthonormée directe$(\vec{\imath},\vec{\jmath},\vec{k})$. Le mouvement de M est étudié relativement à R.

Soit $\vec{r} = \overrightarrow{OM} = r\,\overrightarrow{u_r}$ , le vecteur position de M et $\vec{v}$ son vecteur vitesse.

L'électron M est soumis à la force unique d'expression : $\vec{F} = -m\left(\frac{k}{r^2} + \frac{2\alpha}{r^3}\right)\vec{u}_r$ où k et $\alpha$ sont des constantes positives.

On désigne par $\overrightarrow{\sigma_o}(M)$ le moment cinétique de M par rapport à O et on suppose qu'à

t = 0 s, $\overrightarrow{\sigma_o}(M) = \sigma_o\vec{k}$ où $\sigma_o$ est une constante strictement positive.

1-a- que le moment cinétique de l'électron est conservé et déduire que sa trajectoire est plane.

b-On pose $\theta = (\vec{\imath},\overrightarrow{u_r})$ et on définit la base orthonormée$(\vec{u}_r,\vec{u}_\theta,\ \vec{k})$. Exprimer dans cette base la vitesse $\vec{v}$ de l'électron.

c-Montrer que $r^2\frac{d\theta}{dt} = c$, où c est une constante positive.

2- a- Montrer que $\vec{F}$ dérive d'une énergie potentielle $E_p(r)$ que l'on déterminera sachant que $E_p(\infty) = 0$.

b- Montrer que l'énergie mécanique E de M peut se mettre sous la forme :

$$E = \frac{1}{2}m\left[\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + \frac{C^2 - 2\alpha}{r^2} - 2\,\frac{k}{r}\right]$$

3-En posant $u = \frac{1}{r}$ ; montrer que l'énergie E peut s'écrire sous la forme:

$E = \frac{1}{2}mc^2\left[\left(\frac{du}{d\theta}\right)^2 + \beta^2u^2 - 2\,\frac{k\,u}{C^2}\right]$, expliciter $\beta$.

4-Déduire l'équation différentielle du mouvement de M.

**Partie B:**

L'atome d'hydrogène est constitué d'un noyau de masse M, et d'un électron, de masse m qui décrit autour de noyau une orbite circulaire de rayon r, centrée sur le noyau, d'un mouvement uniforme. La force électrique attractive entre l'électron et le noyau est newtonienne est de la forme $\vec{F} = -\frac{k}{r^2}\vec{u}_r$ ; ( k est une constante positive). Le noyau est supposé fixe.

1-Exprimer l'énergie totale E de l'atome en fonction de k et de r.

2-Pour interpréter les raies spectrales, la théorie de Bohr impose à l'électron un moment cinétique $\sigma = \frac{nh}{2\pi}$ (n entier).

a-Exprimer la vitesse en fonction $m, h, n$ $et$ $r$.

b- En déduire que le rayon peut s'écrire sous la forme:

$$r = \frac{n^2h^2}{4\pi^2 \mathrm{m\,k}}.$$

c-Exprimer l'énergie totale en fonction de $m, k, h$ $et$ $n$.

3–Calculer le rayon orbital, la vitesse de l'électron et l'énergie de l'atome dans l'état fondamental $(n = 1)$. On donne la masse de l'électron $\mathrm{m} = 9.31 \cdot 10^{-31}\,Kg$,$\mathrm{k} = 2.3\ 10^{-28}$S.I et $h = 6.64\ 10^{-34} S.I.$