Institut Préparatoire aux Etudes
D'Ingénieurs de Sfax

A.U 2017-2018
1ère année PC

Examen de Physique de fin du 1ème Semestre

(Durée : 3H)

N.B: La présentation et la clarté des explications sont évaluées.

Exercice 1 : (2 points)

On considère le circuit représenté sur la figure1 :

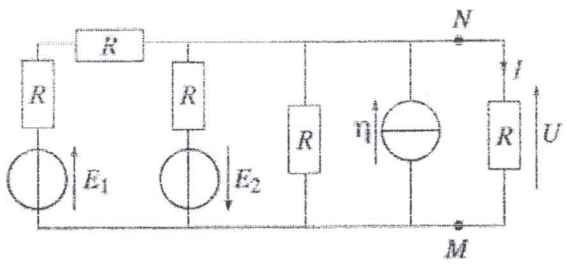

Figure 1

Déterminer la tension U aux bornes de la résistance R en appliquant :

1- Théorème de Millman.
2- L'équivalence Thévenin- Norton .

Exercice 2 : (6 points)

On considère un condensateur de capacité C et de résistance de fuite R', monté en série avec une résistance R où l'interrupteur K est ouvert depuis longtemps et on le ferme à l'instant t=0 (figure 2); le condensateur étant initialement non chargé.

1- Préciser i, i_c (l'intensité qui traverse le condensateur), $i_{R'}$ (l'intensité qui traverse R') et la tension u aux bornes de R'à l'instant $t=0^-$.
2- Préciser i, i_c, $i_{R'}$ et la tension u à l'instant $t=0^+$.
3- Que deviennent ces valeurs en régime permanent c.-à-d. pour t tendant vers l'infini ?
4- Déterminer l'équation différentielle vérifiée par u(t) pour t>0.
5- Etablir l'expression complète de u (t).
6- Comparer la charge du condensateur en absence ou en présence de la résistance de fuite R'. Examiner les cas : $t \to 0$ et $t \to \infty$ puis tracer les courbes correspondantes.

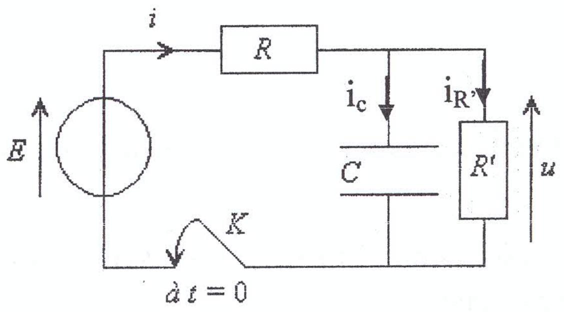

Figure 2

Problème (12points)

Le mouvement d'un satellite artificiel M (de masse m) de la Terre est étudié dans le référentiel géocentrique $\mathcal{R}_g$ supposé galiléen. Ce référentiel a pour origine le centre O de la Terre et ses axes sont orientés dans la direction de trois étoiles très éloignées et fixes. On suppose que le satellite n'est soumis qu'à la force d'attraction gravitationnelle exercée par la Terre de masse M_T. La position du satellite est définie par le vecteur $\vec{r} = \overrightarrow{OM}$.

Partie I : mouvement à force centrale:

I-1- Ecrire la force exercée par la terre sur le satellite.

I-2- Montrer que le moment cinétique du satellite M par rapport à O se conserve et déduire que le mouvement est plan.

I-3- Montrer que le mouvement obéit à la loi des aires et donner la constante des aires C en coordonnées polaires.

Partie II : mouvement elliptique:

II-1- En appliquant la deuxième formule de Binet au satellite dans le référentiel géocentrique $\mathcal{R}_g$, établir l'équation différentielle de sa trajectoire autour de la terre.

II-2- La solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme : $u = \frac{1}{r} = \frac{1 + e\cos(\theta)}{p}$,

exprimer l'énergie mécanique en fonction de G, m, M et a (le demi-grand axe) et conclure. On prendra Ep(∞)= 0.

II-3- Donner l'expression de l'énergie potentielle efficace du satellite et tracer son allure. Préciser alors la nature de l'état et le domaine du mouvement.

Partie III : Satellite en orbite basse circulaire :

On étudie maintenant le mouvement du satellite M en orbite circulaire de rayon r autour de la Terre.

III-1- Montrer que ce mouvement est uniforme.

III-2- Exprimer la vitesse v du satellite en fonction de G, M et r.

III-3-Déterminer l'expression de l'énergie cinétique E_c du satellite en fonction de G, M, m et r.

III-4- Déterminer l'expression de l'énergie potentielle E_p du satellite en fonction de G, M, m et r. Donner la relation entre E_c et E_p.

III-5- En déduire l'expression de l'énergie mécanique E_m du satellite et la relation entre E_m et E_c.

III-6- En fait, les satellites en orbites basses subissent des frottements de la part des hautes couches de l'atmosphère. Quelle sera la conséquence de ces frottements sur la vitesse v du satellite ?

Partie IV : Changement d'orbite d'un satellite : demi-ellipse de transfert

Le satellite est maintenant en orbite circulaire rasante de rayon $r_0 = R_T$ (rayon de la terre) autour du centre O de la Terre. On veut le transférer sur l'orbite géostationnaire circulaire de rayon r_1. Pour effectuer ce transfert, une variation brusque de vitesse est communiquée au satellite en un point P de sa trajectoire. A son arrivée en A, on communique au satellite le supplément de vitesse qui lui permet de se stabiliser sur l'orbite géostationnaire circulaire (voir Figure 3).

IV-1- Calculer la vitesse V_P du satellite sur l'orbite rasante circulaire.

IV-2- Calculer la vitesse V_G du satellite de l'orbite géostationnaire circulaire.

IV-3- Exprimer l'énergie mécanique du satellite sur l'orbite rasante, sur la demi-ellipse de transfert puis sur l'orbite géostationnaire.

IV-4- En déduire l'énergie qu'il faut fournir au satellite pour qu'il passe en P de l'orbite rasante à la demi-ellipse de transfert ainsi que l'énergie qu'il faut fournir au satellite pour qu'il passe en A de la demi-ellipse de transfert l'orbite géostationnaire.

IV-5- Quelle est la durée de ce transfert ?

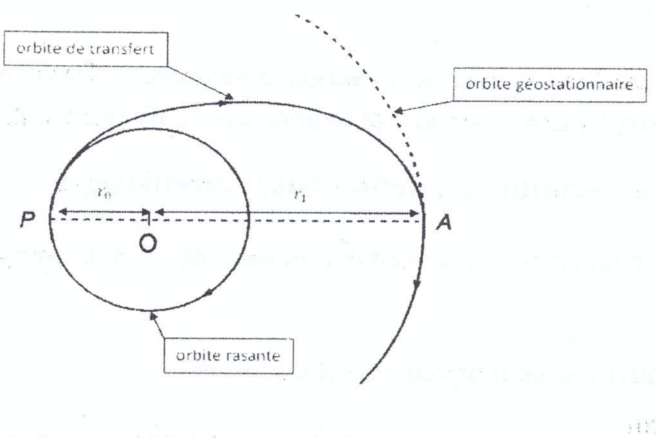

Figure 3