

Le sujet est constitué de 4 exercices indépendants.

On veillera

1-à la rédaction des explications qui doivent être précises mais concises.
2-à la bonne présentation de la copie et en particulier à l'orthographe.
3-à mettre en évidence les résultats: les expressions littérales (homogénéité dimensionnelle à respecter) seront encadrées, ainsi que les résultats numériques (accompagnés d'unités).

4-Les questions devront être numérotées clairement et séparées les unes des autres.

5-Les réponses devront être accompagnées d'un circuit clair sur la copie (à recopier), comportant toutes les données utiles à la résolution.

6-Le sujet n'est pas à rendre avec la copie et doit être conservé par les étudiants.

La non-observation de ces recommandations serait pénalisante (question non corrigée).

Exercice 1 Analyse dimensionnelle

1-Quelle est la relation reliant la différence d'énergie potentielle électrique $E_p(A)-E_p(B)$ d'une charge électrique q parcourant une portion de circuit, avec la tension U_{AB} existant aux bornes de cette portion de circuit ? Etablir l'équation aux dimensions de cette relation et en déduire la dimension du potentiel électrique $V(M)$ en un point M du circuit en fonction des dimensions fondamentales.

2- La norme de la force magnétique F subie par une particule de charge q animée d'une vitesse de norme v dans un champ magnétique de norme B a pour expression (ds certaines conditions) : $F=qvB$.

Etablir l'équation aux dimensions de cette relation et en déduire la dimension du champ magnétique B en fonction des dimensions fondamentales.

3- On considère un objet dont une face est à la température T_1 et l'autre face à la température T_2 . Il existe alors un transfert d'énergie Q à travers ce matériau pendant le temps Δt et on définit le flux thermique Φ traversant ce matériau par :

$$\Phi = \frac{Q}{\Delta t}$$

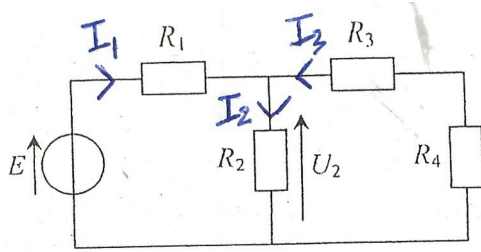
Lorsque les températures T_1 et T_2 ne varient pas au cours du temps, le flux thermique s'exprime sous la forme :

$$\Phi = \frac{T_1 - T_2}{R_{th}}$$

où R_{th} est la résistance thermique de l'objet .

- a- Quelle est dimension du flux thermique ? En déduire son unité.
- b- Déterminer alors la dimension de la résistance thermique et son unité

Exercice 2 : calcul d'intensités



1) On considère le circuit ci-dessus et on veut comparer différentes méthodes pour calculer les courants I_1, I_2, I_3

1ere méthode

a-Etablir l'expression du courant I_1 .

b-En déduire l'expression de I_2 et I_3 en appliquant le diviseur de courant.

c-Vérifier alors la loi des nœuds.

2eme méthode

a-Etablir l'expression de U_2 en appliquant le diviseur de tension;

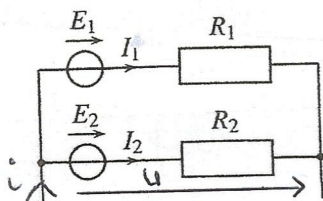
b-Retrouver l'expression de U_2 en appliquant la loi des nœuds en termes de potentiels.

c-En déduire alors I_2 et I_3 , puis l'expression de I_1 .

2) Représenter sur le circuit la tension aux bornes de R_4 orientée en convention récepteur et l'exprimer en fonction de E en appliquant le diviseur de tension.

Exercice 3: Détermination d'un point de fonctionnement.

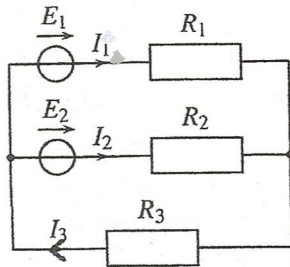
1) On considère le réseau ci dessous constitué de deux générateurs de tension à vide E_1 et E_2 , de résistance interne R_1 et R_2 .



a-Etablir l'expression de la caractéristique $U = f(i)$ et montrer que l'ensemble des deux générateurs est équivalent à un unique générateur dont on précisera l'expression de la tension à vide E et la résistance interne R en fonction de E_1, E_2, R_1 et R_2 .

b-Tracer la caractéristique i en fonction de U en précisant l'expression du courant de court-circuit.

2) On relie le réseau précédent à une résistance R_3 . Déterminer graphiquement le point de fonctionnement et établir par un calcul simple l'expression de I_3 .



Exercice 4 : circuit du premier ordre : le flash électronique

Le fonctionnement d'un flash électronique repose sur la génération d'un éclair dans un tube à décharge.

Il s'agit d'un tube de quartz dans lequel on a placé un gaz raréfié, le xénon, entre deux électrodes E_1 et E_2 . Ces deux électrodes sont reliées à un condensateur de capacité C chargé sous quelques centaines de volts.

Autour du tube est enroulé un fil constituant une électrode E_3 . On peut appliquer entre E_1 et E_3 une impulsion de tension de plusieurs milliers de volts qui ionise le xénon. Il devient alors conducteur et le condensateur peut se décharger dans le gaz, créant ainsi un éclair lumineux très intense d'une durée très brève.

Le condensateur doit être chargé sous une tension continue v_2 de l'ordre de 0,30 kV. Le flash étudié n'est cependant alimenté que par des piles fournissant une tension continue de 6,0 V.

Afin d'obtenir la tension v_2 nécessaire, la tension d'alimentation est dans un premier temps convertie en une tension alternative pour être ensuite élevée dans un transformateur. On obtient en sortie du transformateur une tension alternative v_1 qu'il faut redresser et filtrer pour obtenir la tension continue v_2 .

Génération de l'éclair

Le gaz du tube à décharge n'est a priori pas conducteur.

Cependant, lorsqu'une très haute tension est appliquée entre deux de ses électrodes, l'ionisation des atomes de xénon qui en résulte abaisse la résistance du tube qui devient alors équivalent à un conducteur de résistance R_T dans lequel le condensateur C peut se décharger.

Q1. Etude de la charge du condensateur.

Dans cette question, le gaz du tube n'est pas considéré conducteur et l'on peut modéliser le dispositif par un circuit comprenant un interrupteur, un générateur délivrant la tension continue $v_2 = 0,30\text{kV}$, une résistance R et le condensateur de capacité C initialement déchargé, en série.

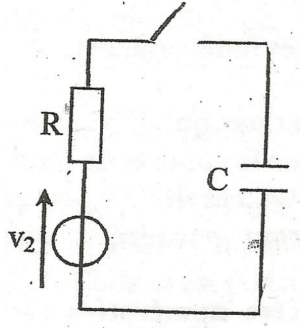


Figure1

A $t=0$, on ferme l'interrupteur, établir l'équation différentielle vérifiée par $u(t)$ pour $t>0$ et donner l'expression de la constante de temps .

Déterminer l'expression de $u(t)$. Quelle est la valeur de $u(t)$ en régime permanent ?

Q2. Expliquer pourquoi l'ionisation des atomes de xénon abaisse la résistance du tube à décharge.

On utilise le circuit équivalent de la figure 2 ci contre pour expliquer la formation d'un éclair dans le tube.

On considère que la tension v_2 , obtenue par filtrage de v'_1 est une tension continue de $0,30\text{ kV}$.

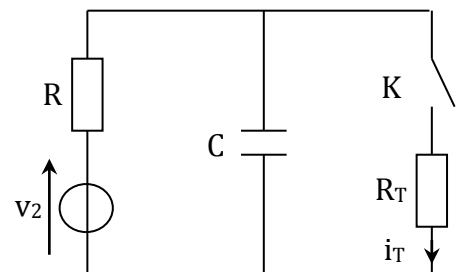


Figure 2

Le régime permanent précédent étant atteint, on prend comme nouvelle origine des temps l'instant où l'interrupteur K est fermé .

Déterminer les expressions $u(0_+)$, $i_T(0_+)$ juste après la fermeture de l'interrupteur .

Déterminer l'expression de $u(\infty)$ de u lorsque le régime permanent est atteint (après la fermeture de l'interrupteur) ainsi que celle de $i_T(\infty)$.

Q3. Déterminer l'équation différentielle vérifiée par $u(t)$ pour $t > 0$. On pourra y faire apparaître la nouvelle constante de temps $\tau = \frac{RR_TC}{R + R_T}$.

Q4. En déduire l'expression complète de $u(t)$ pour $t > 0$ en fonction de v_2 , R , R_T , t et τ , puis celle de $i_T(t)$.

Q5. Tracer l'allure de $i_T(t)$ pour $t < 0$ et $t > 0$ et expliquer la génération d'un éclair lors de la fermeture de l'interrupteur K.

Etude énergétique

On raisonne toujours dans cette partie à l'aide du schéma électrique simplifié de la figure 2.

Q6. Donner l'expression de l'énergie accumulée par le condensateur avant la fermeture de l'interrupteur.

Q7. On souhaite générer un flash d'une puissance égale à 4,0 W et d'une durée de 0,10 s. Calculer l'énergie moyenne devant être stockée dans le condensateur.

Q8. Déterminer un ordre de grandeur de la valeur de la capacité C nécessaire. Commenter ce résultat.