

? À rendre le mercredi 18 octobre 2023
Devoir Maison n°4

💡 Comment chercher un D.M. ?

- Commencer à chercher le DM, dès le soir de la distribution de l'énoncé,
- Avec le chapitre et les exercices ouverts sous les yeux.
- Chercher en groupe.
- En cas de blocage, poser des questions, à la fin d'un cours ou par mail : nvalade.pcsi@gmail.com
- La réponse à un problème de physique doit contenir :
 - des schémas grands, clairs et complets ;
 - des phrases qui expliquent votre raisonnement ;
 - les calculs littéraux, avec uniquement les grandeurs littérales définies par l'énoncé (ou par vous-même si elles ne le sont pas par l'énoncé) ;
 - les applications numériques avec un nombre adapté de chiffres significatifs et une unité.

Après avoir récupéré votre copie et le corrigé :

- Reprendre votre copie avec le corrigé afin de comprendre vos erreurs, lire les conseils donnés, ...
- Refaire le DM (si besoin) avant le DS suivant.

Travail à faire : Vous devez traiter, au moins l'un des deux exercices.

- Exercice n°1 : plus facile.
- Exercice n°2 : plus difficile.

Exercice n°1 Un circuit RC (Niveau 1)

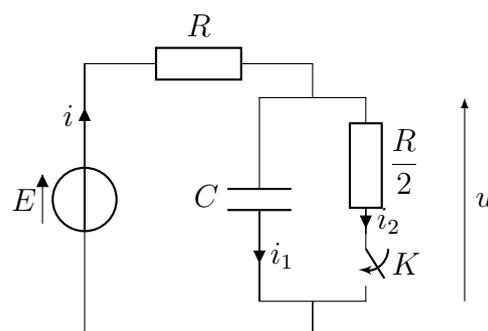
On étudie le circuit ci-contre.

Pour $t < 0$, l'interrupteur K est ouvert depuis très longtemps, et le régime permanent est atteint.

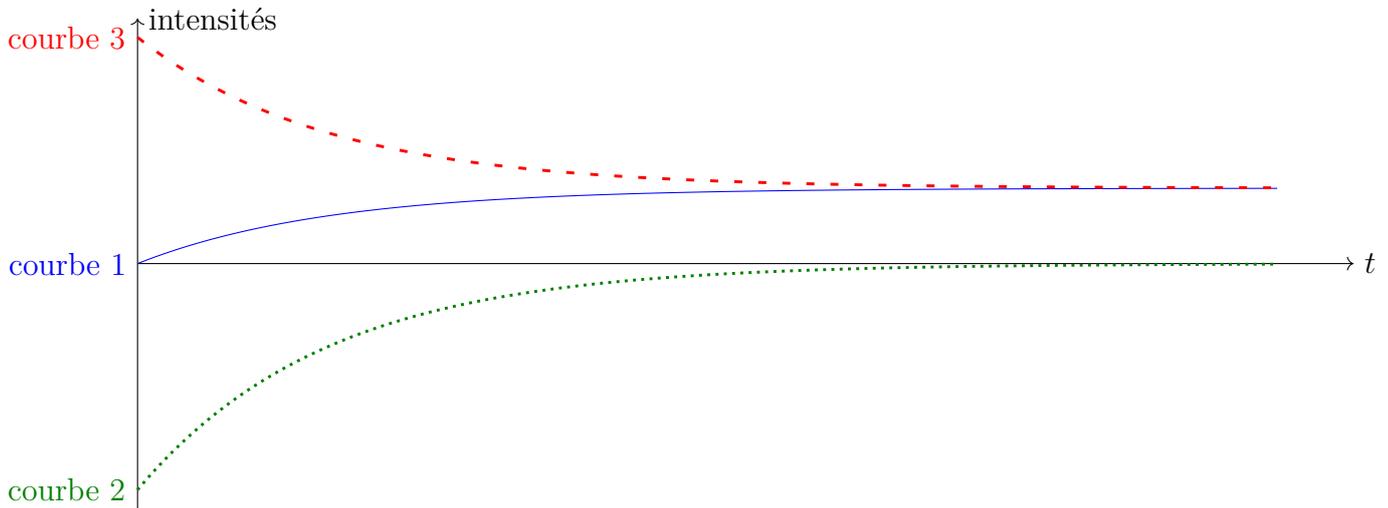
À l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur.

On s'intéresse à l'évolution temporelle des différentes grandeurs électriques dans le circuit après la fermeture de l'interrupteur K.

Le circuit est alimenté par un générateur idéal de tension de force électromotrice $E > 0$.



- Q1. Représenter le circuit pour les instants $t < 0$ (l'interrupteur K étant ouvert depuis très longtemps). Déterminer pour $t < 0$, c'est-à-dire quand le régime permanent est atteint avant la fermeture de l'interrupteur, les valeurs de i_1 et i_2 , puis i , et enfin u (on vérifiera que $u(0^-) \neq 0$).
- Q2. En déduire, à l'instant $t = 0^+$ (juste après la fermeture de l'interrupteur), les valeurs de u , puis i et i_2 , et enfin i_1 .
- Q3. Déterminer les valeurs de u , i_1 , i_2 et i au bout d'un temps très long après la fermeture de l'interrupteur.
- Q4. On fournit les courbes d'évolution des intensités. Relier, en justifiant, chaque courbe à l'intensité correspondante.



Q5. Établir l'équation différentielle vérifiée par u .

L'écrire sous forme canonique

$$\frac{du}{dt} + \frac{u}{\tau} = \frac{u(\infty)}{\tau}$$

Identifier l'expression la constante de temps τ caractéristique de l'évolution de u en fonction de R et C , et vérifier que vous retrouvez bien $u(\infty)$ déterminé précédemment.

Q6. La résoudre complètement.

Représenter l'allure de l'évolution de $u(t)$. Sur le graphe, on fera apparaître clairement les valeurs de u à $t = 0$ et au bout d'un temps très long.

Faire apparaître τ très clairement sur le graphe en décrivant succinctement la méthode.

Q7. En déduire les expressions de $i_2(t)$, $i_1(t)$ et $i(t)$.

On les exprimera en fonction de E , R , t et τ (à l'intérieur de l'exponentielle).

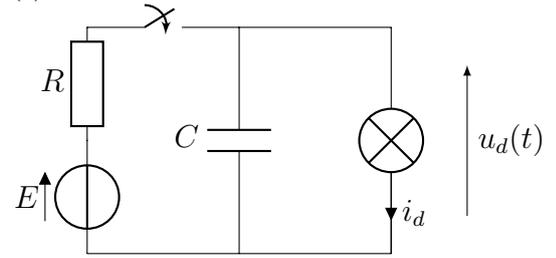
Q8. Exprimer l'énergie initialement stockée par le condensateur (à $t = 0$), et l'énergie stockée une fois le régime permanent atteint.

En déduire l'énergie fournie par le condensateur au reste du circuit au cours du régime transitoire.

Exercice n°2 Lampe à décharge (Niveau 2)

Une lampe à décharge, dont la tension entre ses bornes est notée $u_d(t)$, possède les caractéristiques suivantes :

- Si la lampe est éteinte, elle se comporte comme une résistance infinie et reste éteinte tant que $|u_d(t)| < U_a$. La tension U_a est la tension d'allumage.
- Si la lampe est allumée, elle se comporte comme une résistance de valeur R_d et reste allumée tant que $|u_d(t)| > U_e$. La tension U_e est la tension d'extinction et $U_e < U_a$.



Q1. Tracer la caractéristique de l'intensité i_d en fonction de la tension u_d de la lampe à décharge lors d'une phase de charge allant de $u_d = 0$ à $u_d = U_{\max}$ avec $U_{\max} > U_a$. Tracer ensuite la même caractéristique pour une phase de décharge allant de $u_d = U_{\max}$ à $u_d = 0$.

Pour $t < 0$ le condensateur est déchargé et l'interrupteur est ouvert. À $t = 0$ on ferme ce dernier.

- Q2. Quel est alors l'état de la lampe ? Représenter le schéma du circuit étudié dans cette phase.
- Q3. Déterminer, en utilisant le comportement en régime permanent du condensateur, la valeur finale atteinte par u_d .
- Q4. Établir l'équation différentielle vérifiée par $u_d(t)$. La résoudre.
- Q5. Donner une condition sur la f.e.m. E pour que la lampe s'allume. Si cette condition est vérifiée, exprimer le temps d'allumage T_a .

On s'intéresse maintenant à ce qu'il se passe lorsque la lampe est allumée.

- Q6. Représenter le circuit dans ce cas et y introduire les grandeurs électriques nécessaires.
- Q7. Déterminer, en utilisant le comportement en régime permanent du condensateur, la valeur finale atteinte par u_d .
- Q8. Établir l'équation différentielle vérifiée $u_d(t)$ pour $t > T_a$. La résoudre (*On fera attention au fait qu'ici l'instant initial correspond à l'instant T_a*).
- Q9. Sous quelle condition la lampe peut-elle s'éteindre ?