

DS2 du 23/9 : Physique-chimie (2h)

Il sera accordé la plus grande importance au soin apporté à la copie ainsi qu'aux consignes suivantes :

- Vous laisserez un espace au début de votre devoir pour la correction.
- Chaque réponse devra être formulée à l'aide d'une phrase verbale (sujet - verbe - complément).
- Les formules littérales doivent être **encadrés** et les applications numériques **soulignées**.
- La calculatrice est **autorisée**, le téléphone interdit.
- Vous veillerez à ne pas mélanger valeur numérique et expression littérale.

Exercice 1 : Montages courte et longue dérivation

Afin de connaître la valeur R d'une résistance, il faut mesurer simultanément la tension à ses bornes et le courant qui la traverse. Il est possible d'utiliser deux types de montages, appelés courte ou longue dérivation selon la manière dont le voltmètre est branché. Ces montages sont représentés ci-dessous :

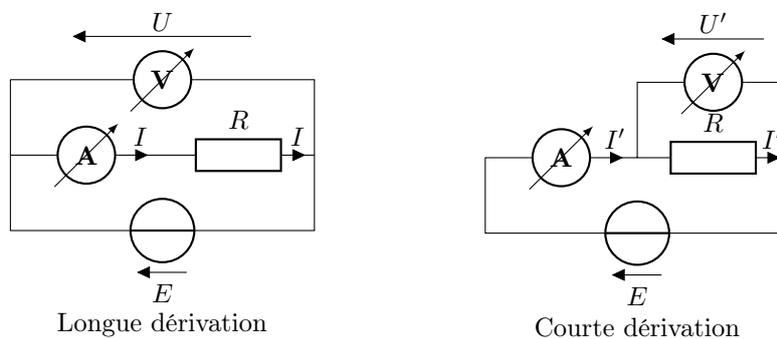


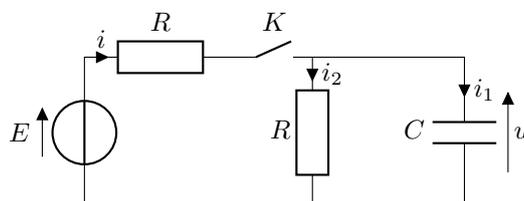
Figure 1 - Schémas électriques des deux méthodes sans les résistances internes des appareils de mesure.

Dans ce problème, les appareils de mesures ne sont pas supposés idéaux. L'ampèremètre réel a en réalité une résistance interne R_A non nulle en série avec l'ampèremètre idéal, tandis que le voltmètre réel a une résistance interne R_V non nulle en parallèle du voltmètre idéal. On prendra $R_A = 10 \Omega$ et $R_V = 1 \text{ M}\Omega$. Ces résistances ne sont pas représentées sur les schémas.

- Q.1** On mesure la tension U aux bornes d'une résistance et le courant I qui la traverse. Comment en déduire la mesure de la valeur de la résistance ? Quelle hypothèse fait-on ?
- Q.2** Lequel de ces deux montages représentés est le plus adapté pour la mesure du courant qui circule dans R , et lequel l'est pour la tension à ses bornes ?
- Q.3** Déterminer la résistance $R_{LD} = U/I$ mesurée avec le montage longue dérivation en fonction de R et de R_A . En déduire l'écart relatif $\epsilon_{LD} = |R_{LD} - R|/R$ entre la valeur mesurée et la valeur attendue. On fera une application numérique pour $R = 100 \Omega$ et $R = 100 \text{ M}\Omega$. On pourra éventuellement refaire le schéma du montage en remplaçant les appareils de mesures par leurs résistances internes.
- Q.4** Déterminer la résistance $R_{CD} = U'/I'$ mesurée avec le montage courte dérivation en fonction de R et de R_V . En déduire l'écart relatif $\epsilon_{CD} = |R_{CD} - R|/R$ entre la valeur mesurée et la valeur attendue. On fera une application numérique pour $R = 100 \Omega$ et $R = 100 \text{ M}\Omega$. On pourra éventuellement refaire le schéma du montage en remplaçant les appareils de mesures par leurs résistances internes.
- Q.5** Pour quelle valeur de R_{eq} de R la précision est la même dans les deux méthodes ?
- Q.6** Quelle est la méthode de mesure la plus précise en fonction de la valeur de la résistance R que l'on souhaite mesurer ?

Exercice 2 : Charge d'un condensateur

On considère le circuits électrique suivant :

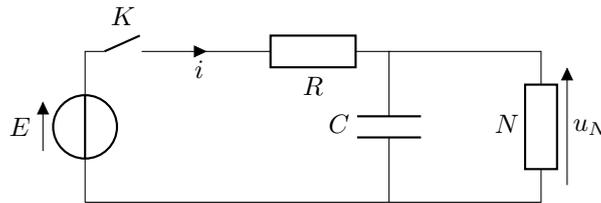


L'interrupteur est ouvert depuis longtemps. À $t = 0$, on ferme l'interrupteur.

- Q.1** Déterminer les valeurs de $i(t = 0^+)$, $i_1(t = 0^+)$, $i_2(t = 0^+)$ et $u(t = 0^+)$.
- Q.2** Déterminer les valeurs de i_∞ , $i_{1\infty}$, $i_{2\infty}$ et u_∞ en régime permanent.
- Q.3** Établir l'équation différentielle en fonction de $i_2(t)$.
- Q.4** Résoudre l'équation différentielle pour obtenir $i_2(t)$ et exprimer $u(t)$. Tracer l'allure de la courbe de u en fonction de t .
- Q.5** Exprimer l'instant t_1 où le condensateur est chargé à 95%.
- Q.6** Effectuer un bilan de puissance reliant la puissance délivrée par le générateur P_G , la puissance dissipée par effet Joule dans les résistances P_J et la puissance reçue par le condensateur P_C .

Exercice 3 : Lampe au néon

On considère le circuit suivant, dans lequel on a : $E = 200\text{ V}$, $R = 1,00 \times 10^7 \Omega$, $C = 0,15 \mu\text{F}$ et N représente une lampe au néon.



La lampe au néon a les propriétés suivantes :

- Elle ne s'allume que si la tension à ses bornes u_N est supérieure ou égale à la tension d'allumage u_A . On donne $u_A = 90,0\text{ V}$;
- Si elle est allumée, alors on peut la modéliser par un conducteur ohmique de résistance $R_N = 10,0\text{ k}\Omega$;
- Elle s'éteint dès que la tension à ses bornes est inférieure à la tension d'extinction u_E . On donne $u_E = 70,0\text{ V}$;
- Si la lampe est éteinte, on peut alors la modéliser par un interrupteur ouvert.

Le condensateur est initialement déchargé. On ferme l'interrupteur K à l'instant $t = 0$.

- Q.1** À $t = 0^+$, dessiner le circuit équivalent.
- Q.2** Établir l'équation différentielle vérifiée par $u_N(t)$.
- Q.3** Exprimer le temps caractéristique τ_1 du circuit. Donner la valeur numérique de τ_1 .
- Q.4** Résoudre l'équation différentielle et donner l'expression de $u_N(t)$.
- Q.5** Déterminer l'instant t_A pour lequel la lampe s'allume.
- Q.6** Donner la valeurs numérique de t_A .
- Q.7** Représenter l'allure de la courbe $u_N(t)$ entre l'instant $t = 0$ et l'instant t_A .
- Q.8** Quelle énergie a emmagasiné le condensateur durant cette phase ?
- Q.9** À $t = t_A^+$, représenter le circuit équivalent.
- Q.10** Établir l'équation différentielle vérifiée par $u_N(t)$ pour $t > t_A$.
- Q.11** Exprimer le temps caractéristique τ_2 du circuit. Donner la valeur numérique de τ_2 .
- Q.12** Résoudre l'équation différentielle et donner l'expression de $u_N(t)$ pour $t > t_A$.
- Q.13** Sachant que pour $t_A < t < t_E$ on a $u_E < u_N(t) < u_A$ proposer une approximation de $u_N(t)$.
- Q.14** Déterminer alors t_E dans le cadre de l'approximation. Donner la valeur numérique de t_E .
- Q.15** Représenter sur un nouveau graphique l'allure de la courbe $u_N(t)$ entre l'instant $t = 0$ et l'instant t_E .
- Q.16** Montrer que des flashes périodiques sont émis. Déterminer puis calculer la période de ce phénomène.
- Q.17** Sachant que la durée de persistance rétinienne¹ est d'environ 50 ms , est-ce que ces flashes sont visibles par l'œil humain ?

... **FIN** ...

¹Impression de continuité qu'éprouve l'oeil lorsque des phénomènes lumineux très brefs se suivent.