

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

**Épreuve pratique de l'enseignement de spécialité physique-chimie
Évaluation des Compétences Expérimentales**

Cette situation d'évaluation fait partie de la banque nationale.

ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

NOM :	Prénom :
Centre d'examen :	n° d'inscription :

Cette situation d'évaluation comporte **cinq** pages sur lesquelles le candidat doit consigner ses réponses. Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen.

Le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve.

En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l'examineur afin de lui permettre de continuer la tâche.

L'examineur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire « type collègue » est autorisé.

CONTEXTE DE LA SITUATION D'ÉVALUATION

En séance de travaux pratiques sur le suivi cinétique d'une réaction chimique, un enseignant explique aux élèves que cette réaction, d'ordre 1 par rapport à un de ses réactifs, suit une loi de décroissance similaire à celle de la décharge d'un circuit RC.

Il lance alors aux élèves le défi de mettre au point un circuit électrique permettant de les alerter quand le temps de demi-réaction est atteint.

Le but de cette épreuve est de modéliser la cinétique de réduction des ions peroxodisulfate à l'aide d'un circuit RC afin de prédire le temps de demi-réaction.

INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT

Cinétique de réduction des ions peroxodisulfate

La réduction des ions peroxodisulfate par les ions iodure est une transformation chimique « lente » qui se traduit par la réaction totale d'équation : $2 I^- (aq) + S_2O_8^{2-} (aq) \rightarrow I_2 (aq) + 2 SO_4^{2-} (aq)$

Cette réaction est d'ordre 1 par rapport aux ions peroxodisulfate $S_2O_8^{2-}$ (les ions iodure I^- étant introduits en excès). Ainsi la concentration en ions peroxodisulfate, notée c , suit une loi de décroissance exponentielle :

$$c(t) = c_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

avec :

- $c(t)$: la concentration en ions peroxodisulfate à l'instant t en $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- c_0 : la concentration en ions peroxodisulfate à l'instant initial ($t = 0$) en $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- τ : la constante de temps en s

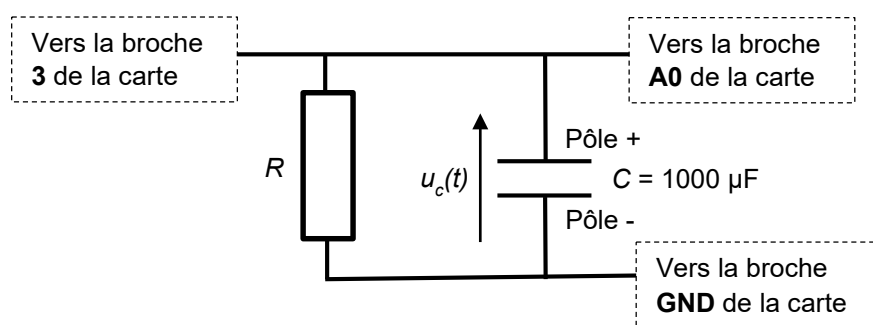
Temps de demi-réaction


Dans la situation étudiée le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ est la durée nécessaire pour que la concentration en ions peroxodisulfate $S_2O_8^{2-}$ atteigne la moitié de sa valeur initiale :

$$c(t_{1/2}) = \frac{c_0}{2}$$

Montage permettant d'étudier la décharge d'un condensateur à l'aide d'un microcontrôleur

Le dispositif comporte une carte microcontrôleur Arduino (non représentée), seules les connexions vers les broches de la carte sont schématisées.



 Il est impératif de respecter la polarité du condensateur électrolytique lors de son branchement dans le circuit.

R : résistance du conducteur ohmique

C : capacité du condensateur polarisé

Programmes pour le microcontrôleur

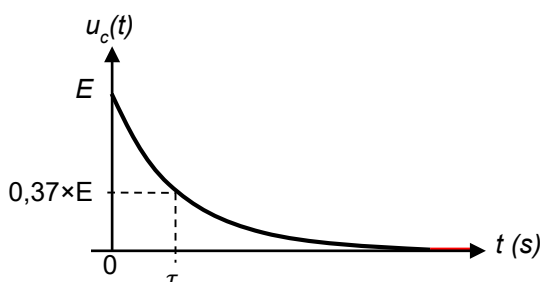
Deux programmes sont disponibles sur l'ordinateur :

- « *mesure_tau_candidat* » qui sera utilisé au 2.2 après en avoir complété une ligne
- « *mesure_tdemi_candidat* » qui sera utilisé au 3. après en avoir complété une ligne

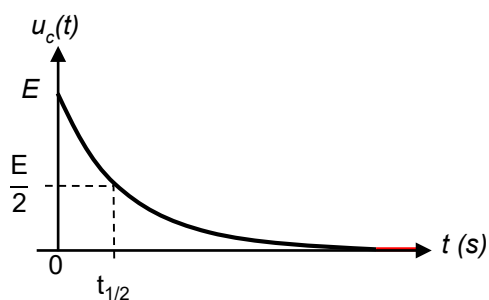
Décharge d'un condensateur et temps caractéristique τ

Le temps caractéristique τ , exprimé en s, dépend de la valeur de la résistance du conducteur ohmique et de celle de la capacité du condensateur selon la relation : $\tau = R \cdot C$, avec R la résistance en Ω et C la capacité en F.

La tension électrique aux bornes d'un condensateur (initialement chargé) lors de sa décharge s'exprime selon la loi de décroissance exponentielle : $u_c(t) = E \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$ avec E la tension initiale aux bornes du condensateur.



Méthode pour déterminer τ lors d'une décharge :
quand $t = \tau$, $u_c(\tau) = 0,37 \times E$



Méthode pour déterminer $t_{1/2}$ lors d'une décharge :
quand $t = t_{1/2}$, $u_c(t_{1/2}) = \frac{E}{2}$

TRAVAIL À EFFECTUER

1. Étude de la cinétique de réduction des ions peroxodisulfate (20 minutes conseillées)

Un suivi cinétique par spectrophotométrie de la réaction a été réalisé et a permis d'obtenir la concentration en ions peroxodisulfate en fonction du temps. Les résultats sont disponibles dans le fichier « *concentration peroxodisulfate en fonction du temps.csv* », ouvert dans un tableur-grapheur sur l'ordinateur.

1.1. Utiliser les possibilités du tableur-grapheur pour tracer la courbe expérimentale $c(t)$ et la modéliser selon une loi de décroissance exponentielle.

On considère que le critère pour valider le choix du modèle est le suivant :



La valeur de l'écart données-modèle doit être inférieure à :
ou
Le coefficient de détermination doit être supérieur à :

Le choix du modèle est-il validé selon le critère donné ci-dessus ?

.....

1.2. Noter la valeur de la constante de temps τ issue de la modélisation : $\tau = \dots\dots\dots$

Déterminer graphiquement la valeur expérimentale du temps de demi-réaction : $t_{1/2} = \dots\dots\dots$

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter les valeurs trouvées ou en cas de difficulté	

2. Décharge d'un condensateur et caractéristiques des composants (20 minutes conseillées)

2.1 Détermination des valeurs des composants

On dispose d'un condensateur de capacité $1000 \mu\text{F}$. Calculer la valeur de la résistance qui permet de créer un circuit RC série possédant une constante de temps τ égale à celle trouvée par la modélisation de la cinétique de réaction au paragraphe 1.2.

.....

.....


.....

On dispose d'un jeu de conducteurs ohmiques dont les résistances sont les suivantes :
 $1 \text{ k}\Omega$; $10 \text{ k}\Omega$; $20 \text{ k}\Omega$; $100 \text{ k}\Omega$; $200 \text{ k}\Omega$ et $470 \text{ k}\Omega$.

Choisir la ou les résistance(s) à utiliser pour obtenir la valeur de la résistance calculée précédemment.



Note : on rappelle que la résistance de l'association en série de conducteurs ohmiques est égale à la somme des valeurs des résistances.

.....

APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

2.2 Décharge du condensateur et vérification de la constante de temps du circuit RC

- Réaliser le montage du circuit RC à l'aide des composants choisis précédemment et de l'information mise à disposition détaillant le montage à mettre en œuvre incluant une carte microcontrôleur.
- Ouvrir le fichier « *mesure_tau_candidat* » permettant de déterminer la constante de temps lors de la décharge du condensateur puis de l'afficher.
- Modifier la ligne **24** pour que la durée affichée par la ligne **40** corresponde à la **constante de temps τ** du circuit RC. La tension initiale aux bornes du condensateur est $E = 5,0 \text{ V}$.

APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour lui présenter le montage et le programme ou en cas de difficulté	

- Téléverser le programme dans la carte **Arduino** reliée à un port USB de l'ordinateur puis visualiser les résultats dans la console (« loupe » en haut à droite) et attendre l'acquisition.

Noter et vérifier que la constante de temps obtenue à l'aide du programme est cohérente avec celle recherchée (paragraphe 1.2.) : $\tau = \dots\dots\dots$

.....
.....



3. Décharge du condensateur et analogie avec la cinétique d'ordre 1 (20 minutes conseillées)

- Ouvrir le fichier « *mesure_tdemi_candidat* » qui mesure la tension aux bornes du condensateur et affiche un message lorsque la tension est inférieure à une valeur limite.

Quelle doit être la valeur de la tension aux bornes du condensateur lorsqu'une durée de décharge égale à la durée de demi-réaction s'est écoulée ? Rappel : La tension initiale aux bornes du condensateur est $E = 5,0 \text{ V}$.

.....
.....

- Modifier la ligne **24** pour que la durée affichée par la ligne **40** corresponde au **temps de demi-réaction $t_{1/2}$** .

APPEL n°3		
	Appeler le professeur pour lui présenter le programme ou en cas de difficulté	

- Téléverser le programme dans la carte **Arduino** reliée à un port USB de l'ordinateur puis visualiser les résultats dans la console (« loupe » en haut à droite) et attendre l'acquisition.

Noter le temps de demi-réaction obtenu à l'aide du programme : $t_{1/2} = \dots\dots\dots$

Le temps de demi-réaction obtenu est-il cohérent avec la valeur de $t_{1/2}$ mesurée au paragraphe 1.2. ?

.....
.....

Citer une source d'incertitude pouvant expliquer un éventuel écart avec la valeur attendue :

.....
.....

Défaire le montage et ranger la paillasse avant de quitter la salle.