



Devoir surveillé 5 de Physique-Chimie TSI1

Thème(s) : optique, électronique, chimie et mécanique

Durée : 2 heures

N.B. : le candidat attachera la plus grande importance à la clarté, à la précision et à la concision de la rédaction. Si un candidat est amené à repérer ce qui peut lui sembler être une erreur d'énoncé, il le signalera sur sa copie et devra poursuivre sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.

RAPPEL DES CONSIGNES

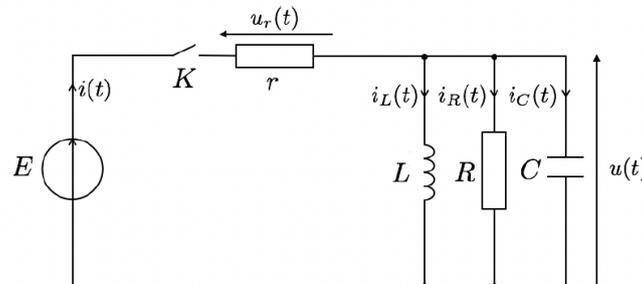
- Utiliser uniquement un **stylo noir ou bleu foncé non effaçable** pour la rédaction de votre composition ; d'autres couleurs, peuvent être utilisées, mais exclusivement pour les schémas et la mise en évidence des résultats ;
- Ne pas utiliser de **correcteur** ;
- Écrire le mot FIN à la fin de votre composition ;
- Remplir sur chaque copie en MAJUSCULES toutes vos informations d'identification : nom, prénom ;
- Les applications numériques seront faites avec un nombre adapté de chiffres significatifs.

Les calculatrices sont **autorisées**.

Le sujet est composé de **3 parties** qui peuvent être traitées indépendamment. Si besoin, le candidat pourra admettre le résultat d'une question et l'utiliser dans les questions suivantes.

Exercice 1 : un exercice de TD, le circuit bouchon

On considère le circuit composé de l'association en série d'un générateur idéal de tension E , d'un interrupteur K , d'une résistance en série r et de l'association en parallèle d'un résistor de résistance R , d'un condensateur de capacité C et d'une bobine d'inductance L représenté sur la figure ci-dessous.



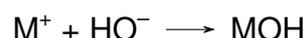
Initialement, l'interrupteur est ouvert. On ferme l'interrupteur à $t = 0$. Pour $t < 0$ on considère que le circuit est en régime permanent.

- Q1.** Déterminer les valeurs de u , i_L , i_R et i_C à l'instant $t = 0^-$, juste avant la fermeture de K .
- Q2.** Déterminer les valeurs de u , i_L , i_R et i_C à l'instant $t = 0^+$, juste après la fermeture de K .
- Q3.** Déterminer les valeurs de u , i_L , i_R et i_C une fois le régime permanent atteint ($t \rightarrow \infty$).
- Q4.** Établir l'équation différentielle vérifiée par $u(t)$. L'écrire sous forme canonique et déterminer les expressions de la pulsation propre ω_0 et du facteur de qualité Q .
- Q5.** Quelle relation doit-il exister entre r , R , L et C pour que le régime soit apériodique ? On considère que l'on est dans ce cas pour la suite de l'exercice.
- Q6.** Déterminer grâce aux conditions initiales l'évolution temporelle de $u(t)$.

Exercice 2 : cinétique du vert de malachite

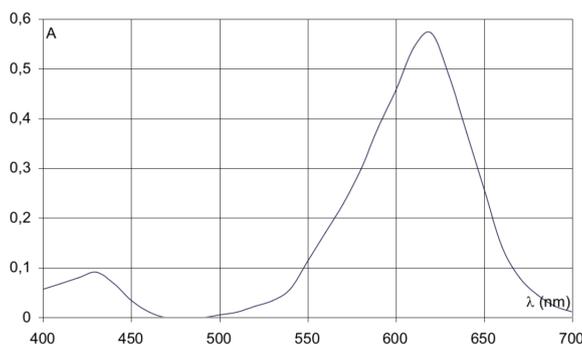
Le vert de malachite $M^+ + Cl^-$ a été utilisé pour traiter les infections fongiques et bactériennes dans le poisson et les œufs de poisson.

En milieu basique, les ions hydroxyde HO^- peuvent se fixer sur le carbocation M^+ , entraînant la décoloration de la solution suivant une réaction supposée totale :



Détermination du coefficient d'absorption molaire du vert de malachite

- Q7.** Énoncer la loi de Beer-Lambert en nommant les paramètres qui y apparaissent et en spécifiant pour chacun d'eux une unité.
- Q8.** Nommer la courbe représentative de l'absorbance A en fonction de la longueur d'onde λ . Rappeler pourquoi on choisit en général la longueur d'onde pour laquelle l'absorbance est maximale lorsque l'on cherche à vérifier la loi de Beer-Lambert.



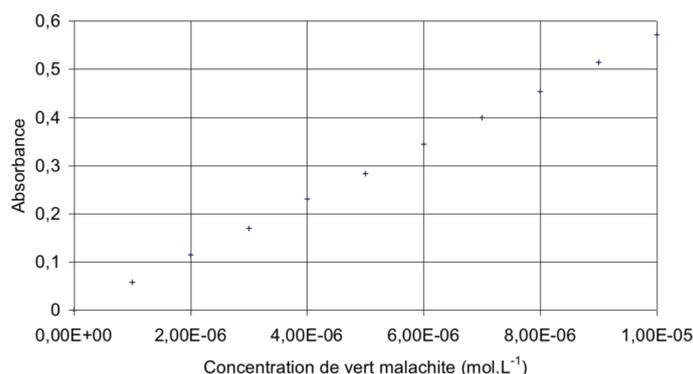
Concentration de vert de malachite : $C = 1 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$

À partir d'une solution mère de concentration $C_M = 1 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$, on prépare plusieurs solutions filles pour lesquelles on mesure l'absorbance à $\lambda = 620 \text{ nm}$ dans des cuves de largeur $\ell = 1 \text{ cm}$ après avoir fait le blanc avec le solvant.

Q9. Expliquer comment préparer (matériel, volume prélevé, mode opératoire) un volume $V_F = 100 \text{ mL}$ de solution fille de concentration $C_F = 1,00 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$.

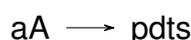
Q10. Indiquer si la loi de Beer-Lambert est vérifiée et, le cas échéant, déterminer la valeur du coefficient d'absorption molaire ε du vert malachite.

Vérification de la loi de Beer-Lambert à (620 nm)



Détermination de la loi de vitesse

On considère une réaction modèle :



qui admet un ordre α par rapport au réactif A. On note k la constante de vitesse.

Q11. Traduire mathématiquement la phrase "admet un ordre α par rapport au réactif A".

Q12. On note $[A]_0$ la concentration initiale en A. Déterminer l'expression de la concentration en A, en fonction du temps :

1. pour $\alpha = 0$;
2. pour $\alpha = 1$;
3. pour $\alpha = 2$.

On prépare initialement un mélange de volume supposé constant, en introduisant :

$\rightsquigarrow V_1 = 20,0 \text{ mL}$ d'une solution de vert malachite de concentration $C_1 = 7,50 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$;

$\rightsquigarrow V_{\text{eau}} = 75 \text{ mL}$ d'eau ;

↪ $V_2 = 5,0 \text{ mL}$ d'une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+ + \text{HO}^-$) de concentration $C_2 = 1,00 \times 10^{-1} \text{ mol L}^{-1}$. On déclenche simultanément le chronomètre.

L'expérience est réalisée à $25 \text{ }^\circ\text{C}$. On mesure l'évolution temporelle de l'absorbance à $\lambda = 620 \text{ nm}$. On considèrera dans la suite que seul le vert malachite absorbe de façon notable en solution.

$t \text{ (min)}$	0	2	4	6	8	10	12	14	16
A	0,858	0,801	0,749	0,698	0,652	0,612	0,571	0,532	0,498
$[M^+] \text{ (}\mu\text{mol.L}^{-1}\text{)}$	c_1	14,0	13,1	12,2	11,4	10,7	9,98	9,30	8,70

On suppose que la réaction admet un ordre α par rapport à l'ion hydroxyde HO^- et un ordre β par rapport à l'ion M^+ . α et β sont pris entiers. On admet par ailleurs que la vitesse volumique de réaction ne dépend pas d'autres concentrations que celles de ces deux réactifs.

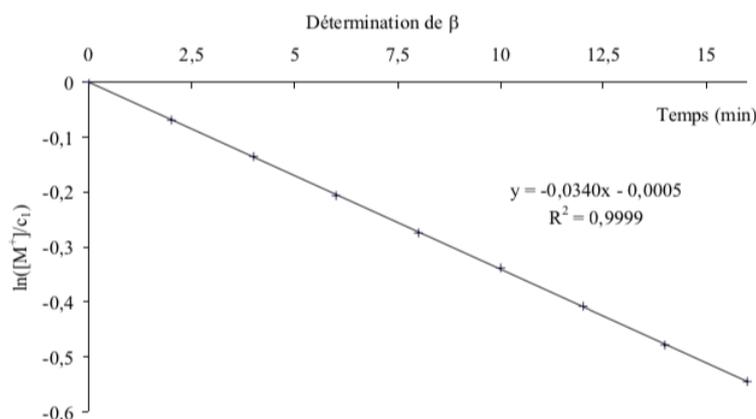
Q13. Proposer une expression de la loi de vitesse, en notant k la constante de vitesse.

Q14. Calculer les concentrations initiales après dilution en vert de malachite et en ions hydroxyde, notées respectivement c_1 et c_2 .

Q15. En déduire une expression simplifiée de la loi de vitesse en notant k_{app} la constante de vitesse apparente.

Q16. À partir de la courbe ci-contre, qui correspond aux données du tableau précédent :

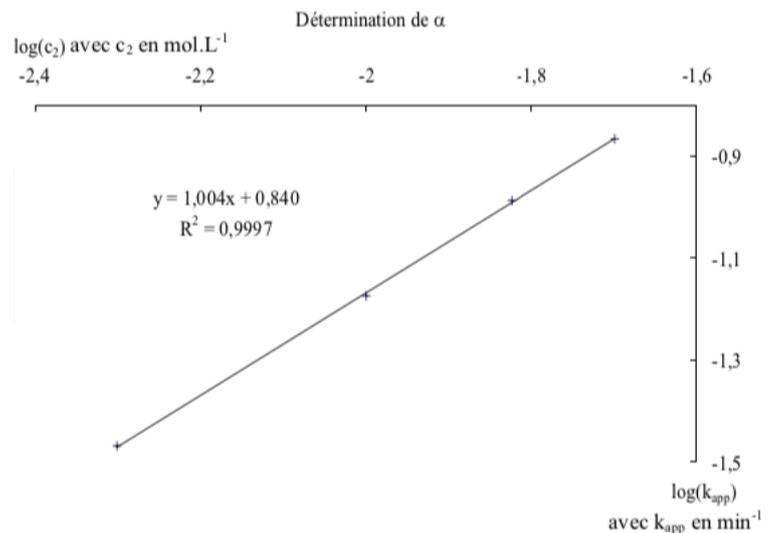
- déterminer la valeur de β ;
- déterminer la valeur de k_{app} .



De nouvelles expériences sont réalisées en faisant varier la concentration C_2 en ions hydroxydes. Les résultats sont présentés ci-dessous :

$C_2 \text{ (mol.L}^{-1}\text{)}$	$2,00 \cdot 10^{-1}$	$3,00 \cdot 10^{-1}$	$4,00 \cdot 10^{-1}$
$c_2 \text{ (mol.L}^{-1}\text{)}$	$1,00 \cdot 10^{-2}$	$1,50 \cdot 10^{-2}$	$2,00 \cdot 10^{-2}$
$k_{\text{app}} \text{ (min}^{-1}\text{)}$	$6,70 \cdot 10^{-2}$	$10,3 \cdot 10^{-2}$	$13,6 \cdot 10^{-2}$

TABLE 1 –



Q17. À partir de la courbe ci-contre, qui correspond aux données du tableau 1 :

1. déterminer la valeur de α ;
2. déterminer la valeur de k .

Q18. On réalise une autre série d'expériences à 50°C . On en déduit la constante de vitesse k' . Déterminer l'expression de l'énergie d'activation de la réaction en fonction de k , de k' , de la constante des gaz parfaits R et des **valeurs numériques des températures**.

Données : $T(\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273,15$

Exercice 3 : lunette de Galilée

La lunette de Galilée a pour but d'obtenir d'un objet à l'infini une image à l'infini grossie. Elle est constituée d'un objectif assimilable à une lentille mince (L_1) de centre O_1 et de vergence $v_1 = 5,0 \delta$, puis un oculaire assimilable à une lentille mince (L_2) de centre O_2 et de vergence $v_2 = -25 \delta$.

- Q19.** Si un œil normal n'accommode pas, comment est placé l'objet qu'il observe ?
- Q20.** Déterminer la nature des lentilles L_1 et L_2 et les valeurs de leurs distances focales images f'_1 et f'_2 .
- Q21.** La lunette de Galilée est afocale, qu'est-ce que cela signifie ?
- Q22.** Déterminer la distance $d_G = \overline{O_1O_2}$. Donner une application numérique.
- Q23.** Dessiner la marche des rayons lumineux incident, issus d'un point objet à l'infini, faisant un angle θ avec l'axe optique et émergent de la lunette sous l'angle θ' . Votre schéma devra être à l'échelle.
- Q24.** Le grossissement de cette lunette est donné par : $G_G = \frac{\theta'}{\theta}$. L'image est-elle renversée ou droite ?
- Q25.** Montrer que le grossissement G_G peut s'exprimer en fonction de f'_1 et f'_2 dans le cas où θ et θ' sont petits. Faire l'application numérique.
- Q26.** Discuter des intérêts de la lunette de Galilée par rapport à la lunette astronomique vue en cours.
- Q27.** Définir le foyer objet pour un système optique. De même, définir le foyer image.
- Q28.** Par une construction graphique, déterminer la position du foyer objet de la lunette de Galilée composée des lentilles $\{L_1 + L_2\}$. Commenter votre résultat. Sans schéma ni calcul, où se situe le foyer image de la lunette de Galilée ?