

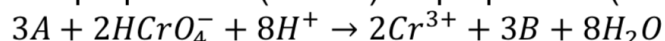
Mécanique, circuit électrique, chimie

Extrait de l'entête des sujets de la banque PT :

« La **présentation**, la lisibilité, l'orthographe, la qualité de la rédaction, la **clarté et la précision** des raisonnements entreront pour une **part importante** dans l'**appréciation des copies**. En particulier, les résultats non justifiés ne seront pas pris en compte. Les candidats sont invités à encadrer les résultats de leurs calculs. »

Problème 1 : cinétique chimique (extrait banque PT)

On se propose de réaliser l'étude cinétique de l'oxydation du propan-2-ol par le dichromate en milieu acide. En solution aqueuse acide, l'ion dichromate $Cr_2O_7^{2-}$ se transforme en $HCrO_4^-$. C'est ce dernier qui oxyde le propan-2-ol (noté A) en propanone (notée B) selon la réaction :



La température est constante et de 40°C. Les résultats expérimentaux sont présentés dans les tableaux 1 et 2. Les graphes utiles sont donnés en fin de partie (les concentrations sont en mol.L⁻¹ pour le tracé des graphes)

On notera dans le tableau d'avancement : $a = [A]_0$, $b = [HCrO_4^-]_0$, $2x = [Cr^{3+}]$

Tableau 1 : $a = 0,080 \text{ mol.L}^{-1}$, $b = 1,08 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$, $[H^+]_{0,1} = 0,270 \text{ mol.L}^{-1}$

t(min)	0	20	40	60	80
$[HCrO_4^-](10^{-4} \text{ mol.L}^{-1})$	10,8	6,71	4,17	2,59	1,61

Tableau 2 : $a' = 15 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$, $b' = 10 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$, $[H^+]_{0,2} = 0,405 \text{ mol.L}^{-1}$

t(min)	0	40	160	270	450
$[Cr^{3+}](10^{-3} \text{ mol.L}^{-1})$	0	2,87	6,16	7,31	8,19

8. Donner l'expression générale de la loi de vitesse (on appellera α , β et γ les ordres partiels respectifs de A, $HCrO_4^-$ et H^+).

Exploitation du tableau 1 et de la figure 1

9. Montrer que l'expression de la vitesse de la réaction se met sous une forme simplifiée. On notera k_1 la constante de vitesse apparente de la réaction.
10. Donner la définition de la vitesse utile dans ce cas. Montrer alors que $\beta = 1$ et calculer la constante de vitesse apparente de la réaction k_1 .

Exploitation du tableau 2 et de la figure 2

11. Montrer que l'expression de la vitesse de la réaction se met sous une forme simplifiée.
12. Quelle relation existe-t-il entre certaines concentrations initiales ? Montrer que la vitesse peut se mettre sous la forme :

$$v = k_2 [HCrO_4^-]^{\alpha+1}$$

où k_2 est la constante de vitesse apparente de la réaction dont on donnera l'expression.

13. Montrer alors que $\alpha = 1$ et calculer la constante de vitesse apparente de la réaction k_2 . Pour cela on établira la relation suivante :

$$\frac{1}{b' - [Cr^{3+}]} - \frac{1}{b'} = 2k_2t$$

14. Expliquer comment, à partir des résultats précédents, on peut déterminer l'ordre partiel γ . On trouve $\gamma = 2$. Expliquer comment déterminer la valeur de la constante de vitesse. On ne demande pas l'application numérique mais seulement de préciser l'unité de la constante de vitesse.

$$\ln[HCrO_4^-] = f(t)$$

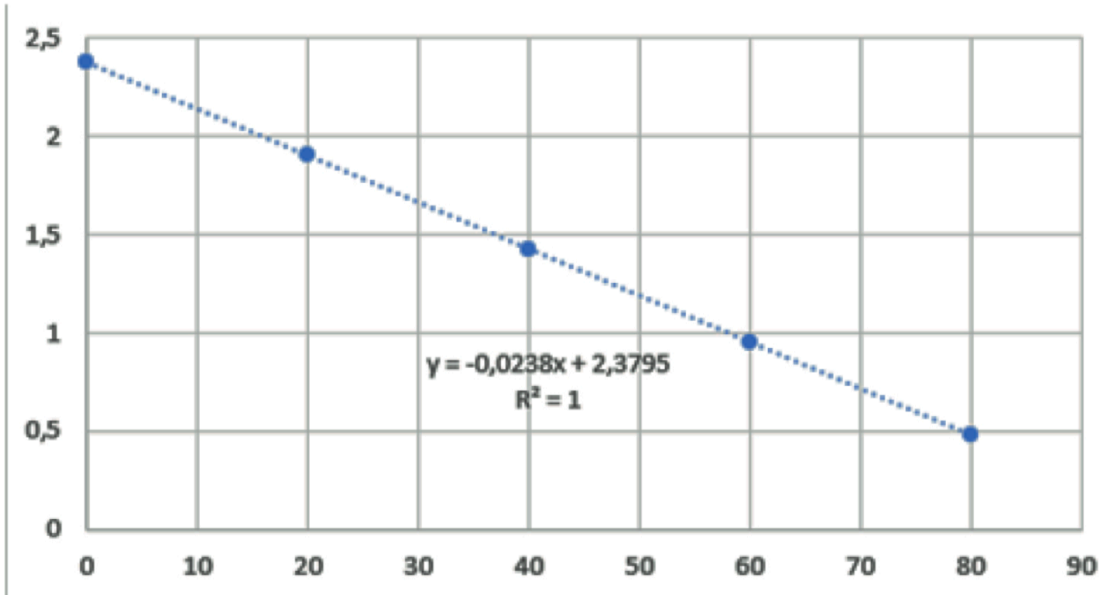


Figure 1 (le temps est en minutes)

$$\frac{1}{b' - [Cr^{3+}]} = f(t)$$

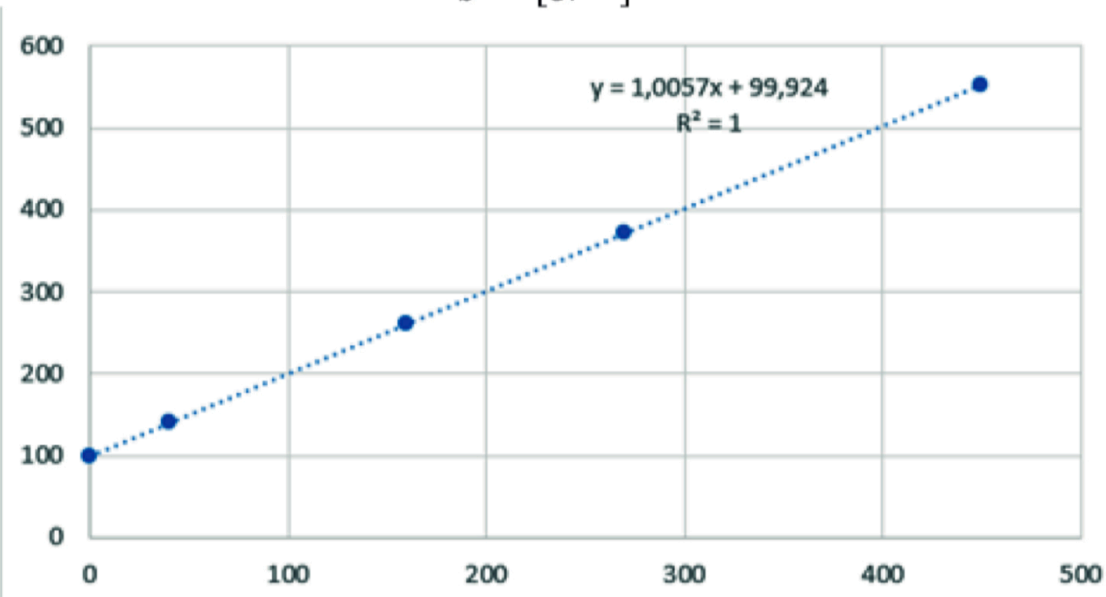
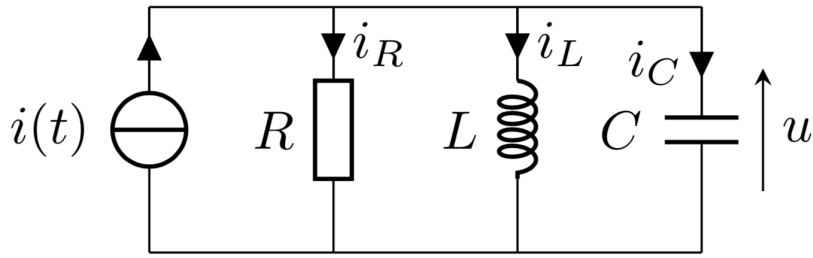


Figure 2 (le temps est en minutes)

Problème 2 : circuit RLC parallèle

On considère le circuit RLC parallèle suivant. Pour $t < 0$, le générateur de courant est éteint : $i(t) = 0$. Pour $t \geq 0$, on allume le générateur de tension et $i(t) = I$. On s'intéresse à la tension $u(t)$ aux bornes du condensateur qui est initialement déchargé.



Pour chaque question, on donnera une **réponse littérale** et une **réponse numérique**.

1) Déterminez $u(+\infty)$ sans résoudre une équation différentielle !

2) Déterminez $u(0^+)$ et $\left. \frac{du}{dt} \right|_{0^+}$.

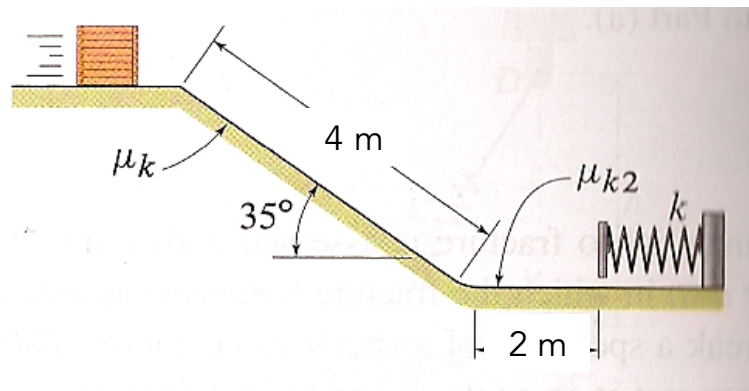
3) Trouvez $u(t)$ pour $t \geq 0$.

4) Tracez l'allure de $u(t)$.

Valeur numérique : $I = 10 \text{ mA}$, $R = 50 \Omega$, $C = 400 \text{ nF}$ et $L = 10 \text{ mH}$.

Problème 3 : glissement

Une caisse glisse, sans frottement à $v_1 = 5 \text{ m.s}^{-1}$, sur une surface horizontale (cf. figure) avant de descendre une distance $d = 4 \text{ m}$ sur une pente à $\theta = 35^\circ$. Les coefficients de frottement des différentes parties du trajet sont indiqués sur la figure.



Pour chaque question, on donnera une **réponse littérale** et une **réponse numérique**.

1) Si $\mu_k = 0,35$, que vaut la vitesse de la caisse, notée v_2 , en bas de la pente inclinée ?

2) A présent $\mu_k = 0,5$. Après avoir glissé sur la pente inclinée, la caisse glisse ensuite sur la surface horizontale $h = 2 \text{ m}$ avant de rencontrer un pare-choc modélisé par un ressort de constante de raideur k . La masse de la caisse vaut $M = 50 \text{ kg}$ et $\mu_{k2} = 0,35$. Quelle est la valeur de k pour que la caisse s'arrête $0,5 \text{ m}$ après avoir rencontré le pare-choc ? On notera $\Delta l = 0,5 \text{ m}$ la compression du ressort.