Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
formav.co/explorer

LICENCE

PHYSIQUE-CHIMIE

ÉVALUATION DU BLOC RNCP38979BC06 : CONTRIBUTION À LA MAÎTRISE DES PROCESS PHYSIQUES ET CHIMIQUES

SESSION 2026

Durée : 2 heures

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
PHYSIQUE-CHIMIE	3,0 (COEFFICIENT INDICATIF)

Moyens de calculs et matériel autorisés :

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

Aucun document ou matériel autorisé en dehors de ceux fournis avec le sujet.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Ce sujet comporte 9 pages numérotées de 1/9 à 9/9.

Les documents réponses en fin de sujet sont à rendre avec la copie.

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION ET CONSIGNES GÉNÉRALES : PLATEFORME PILOTE DE PROCÉDÉS PHYSICO-CHIMIQUES VAL DE LOIRE, ORLÉANS

Le bloc RNCP38979BC06 correspond à la compétence « Contribuer par ses connaissances en physique et en chimie à une meilleure maîtrise des process physiques et/ou chimiques ». Le référentiel de la licence ne fixe pas une épreuve nationale unique pour ce bloc. Le présent sujet organise une évaluation sur 20 points, selon les modalités indiquées ci-dessus.

Vous intervenez sur une plateforme pilote qui étudie le refroidissement d'un réacteur, la neutralisation d'un effluent acide, la décomposition catalytique du peroxyde d'hydrogène et le réglage d'un procédé thermique. Les quatre exercices sont indépendants. Les résultats numériques seront donnés avec une précision cohérente avec les données. Toute démarche doit être justifiée et accompagnée des unités.

Constantes utilisables : $\ln 2 = 0{,}693$, $\log_{10} 2 = 0{,}301$, $\log_{10} 3 = 0{,}477$, $\log_{10} 5 = 0{,}699$. Pour les solutions aqueuses diluées à $25\,^{\circ}\mathrm{C}$, on utilisera $pH = -\log_{10}[\mathrm{H_3O^+}]$, $pH + pOH = 14{,}00$, et les concentrations seront exprimées en $\mathrm{mol\,L^{-1}}$.

Exercice 1 : Refroidissement d'un réacteur (5 points)

Modélisation exponentielle et évolution temporelle

Un réacteur contenant un produit est refroidi dans un local maintenu à $22\,^{\circ}\mathrm{C}$. À l'instant initial, la température du produit est $100\,^{\circ}\mathrm{C}$. Le modèle de Newton retenu est

$$T(t) = 22 + 78\,\exp(-kt),$$

où t est exprimé en minutes et $k > 0$ en $\mathrm{min^{-1}}$. Une mesure effectuée après 10 minutes donne $T(10) = 70\,^{\circ}\mathrm{C}$. Le produit peut être transféré vers l'étape suivante dès que sa température est inférieure ou égale à $40\,^{\circ}\mathrm{C}$.

Mesure thermique et seuil de transfert

Temps t (min)	Température T (°C)
0	100
10	70
Seuil de transfert	40

Données relevées sur le réacteur.

Repères pour l'étude des variations de T

t (min)	**0**	$+\infty$
Signe de T'(t)	**-**	
Variations de T	**100** ↘	**22**

1.1 (1,5 point) À partir de la mesure à 10 minutes, établir une équation permettant de déterminer k, puis calculer k à $3 \times 10^{-3}\,\mathrm{min}^{-1}$ près. On pourra utiliser $k = -\frac{1}{10}\ln\left(\frac{70-22}{78}\right)$.

1.2 (1,5 point) Déterminer le temps nécessaire pour atteindre la température de transfert de $40\,^{\circ}\mathrm{C}$. Arrondir le résultat à la minute et conclure sur le moment du transfert.

1.3 (2 points) Calculer $T'(t)$, en déduire le sens de variation de la température pour $t \geq 0$, puis justifier que le modèle ne prévoit pas de température inférieure à celle du local. Préciser l'unité de $T'(t)$.

Exercice 2 : Neutralisation d'un effluent acide (5 points)

Stœchiométrie, dosage et calcul de pH

Un prélèvement de $25{,}0\,\mathrm{mL}$ d'effluent est titré par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 0{,}0200\,\mathrm{mol\,L^{-1}}$. L'équivalence est atteinte pour un volume versé $V_E = 18{,}6\,\mathrm{mL}$. On assimile l'acidité de l'effluent à celle d'une solution d'acide chlorhydrique. La réaction support du dosage est une réaction totale.

On rappelle que $n = CV$, avec V en litres. Après l'équivalence, le pH est calculé à partir de l'excès d'ions hydroxyde, en tenant compte du volume total de solution. Le mélange est supposé idéal et son volume est la somme des volumes introduits.

Données du dosage

Grandeur	Valeur
Volume de prélèvement V_A	25,0 mL
Concentration de NaOH C_B	0,0200 mol·L⁻¹
Volume à l'équivalence V_E	18,6 mL
Volume de NaOH considéré après équivalence	20,0 mL

Volumes mesurés et concentration de la solution titrante.

2.1 (1,5 point) Écrire et équilibrer l'équation de la réaction de neutralisation entre l'acide chlorhydrique et l'hydroxyde de sodium. Déterminer la quantité de matière d'acide présente dans le prélèvement à l'équivalence.

2.2 (1,5 point) Déterminer la concentration molaire de l'acide dans l'effluent. Reporter les étapes de calcul dans le tableau du DR 1.

2.3 (2 points) Calculer le pH du prélèvement avant titrage, en supposant l'acide totalement dissocié. Puis calculer le pH après ajout de $20{,}0\,\mathrm{mL}$ de solution de NaOH. Indiquer explicitement si, dans ce second cas, le milieu est acide ou basique.

Exercice 3 : Cinétique d'une décomposition catalytique (5 points)

Exploitation de mesures, représentation graphique et cinétique d'ordre 1

La décomposition catalytique du peroxyde d'hydrogène est suivie à température constante. La transformation s'écrit

$$2\,\mathrm{H_2O_2(aq)} \rightarrow 2\,\mathrm{H_2O(l)} + \mathrm{O_2(g)}.$$

Dans les conditions de l'étude, la disparition de $\mathrm{H_2O_2}$ est modélisée par une cinétique d'ordre 1 :

$$C(t) = C_0 \exp(-kt),$$

où C est la concentration en $\mathrm{H_2O_2}$, t est en minutes et k en $\mathrm{min^{-1}}$. La concentration initiale vaut $C_0 = 0{,}800\,\mathrm{mol\,L^{-1}}$.

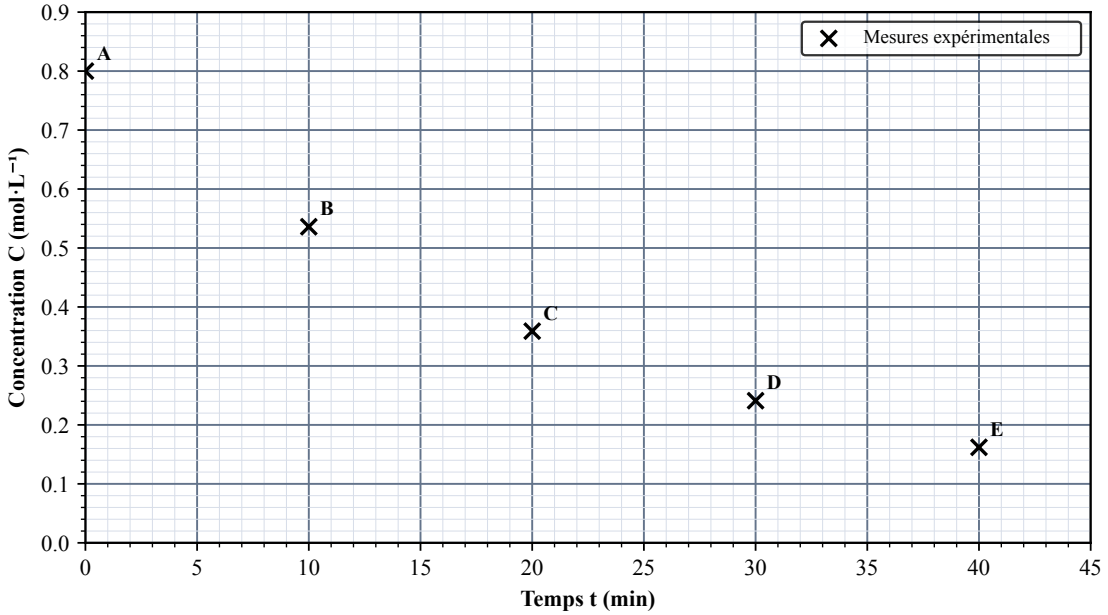
Pour l'exploitation graphique, placer les mesures sur le DR 1 et tracer une courbe d'ajustement adaptée. Les points peuvent présenter de faibles écarts dus aux incertitudes expérimentales.

Suivi expérimental de la concentration

t (min)	0	10	20	30	40
C (mol·L⁻¹)	0,800	0,536	0,359	0,241	0,162

Mesures réalisées à température constante.

Mesures de concentration en fonction du temps



Les mesures sont également reportées sur le DR 1.

3.1 (1 point) Sur le DR 1, représenter les mesures $C(t)$ et tracer une courbe d'ajustement. Décrire l'allure obtenue et indiquer si elle est compatible avec le modèle exponentiel proposé.

3.2 (1 point) À partir de $C(t) = C_0 \exp(-kt)$, exprimer $\ln\left(\frac{C(t)}{C_0}\right)$ en fonction de t. Indiquer quelle représentation permettrait d'obtenir une droite et ce que représente son coefficient directeur.

3.3 (1,5 point) Estimer k à partir des mesures à $t = 0$ et $t = 20\,\text{min}$, puis calculer le temps de demi-réaction $t_{1/2}$. On utilisera $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$.

3.4 (1,5 point) À l'aide de la valeur de k obtenue, estimer la concentration après $45\,\text{min}$. Donner le résultat en $\text{mol}\,\text{L}^{-1}$ avec deux chiffres significatifs.

Exercice 4 : Réglage d'un procédé thermique (5 points)

Optimisation par dérivation et convergence d'une consigne

Dans une étape de traitement thermique, le rendement mesuré en pourcentage dépend de la température de consigne T, exprimée en degrés Celsius. Sur l'intervalle $[40; 80]$, le modèle expérimental est

$$R(T) = 92 - 0{,}020(T - 60)^2.$$

Pour approcher la consigne optimale, le régulateur applique successivement la relation

$$T_{n+1} = T_n + 0{,}5(60 - T_n), \qquad T_0 = 40.$$

Repères pour le tableau de variations du rendement

T (°C)	**40**		**60**		**80**
Signe de R'(T)		**+**	0	**-**	
Variations de R	**84**	↗	**92**	↘	**84**

4.1 (1,5 point) Calculer $R'(T)$, puis compléter l'étude du signe de cette dérivée sur $[40; 80]$.

4.2 (1 point) Déterminer la température qui maximise le rendement sur l'intervalle étudié et calculer le rendement maximal. Interpréter le résultat pour le réglage du procédé.

4.3 (1 point) Calculer T_1, T_2 et T_3 à partir de la relation de récurrence et de la valeur initiale fournie.

4.4 (1,5 point) Montrer que la relation de récurrence peut s'écrire $T_{n+1} = 0{,}5T_n + 30$. Déterminer sa limite si la suite converge, puis vérifier que cette limite correspond à la consigne qui maximise le rendement.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : DONNÉES ET MODÈLES UTILES AUX ÉTUDES DE PROCÉDÉS

Les modèles et constantes nécessaires à la résolution sont fournis dans les énoncés. Pour un refroidissement de Newton, la température ambiante est une asymptote du modèle. Pour une cinétique d'ordre 1, le logarithme népérien du rapport $C(t)/C_0$ varie linéairement avec le temps. Pour un dosage acide-base total, les réactifs sont consommés selon les coefficients stœchiométriques de l'équation équilibrée.

Conversions utiles : $1\,\mathrm{mL} = 10^{-3}\,\mathrm{L}$. Les volumes doivent être convertis en litres dans les calculs de quantité de matière.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : Questions 2.2 et 3.1 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

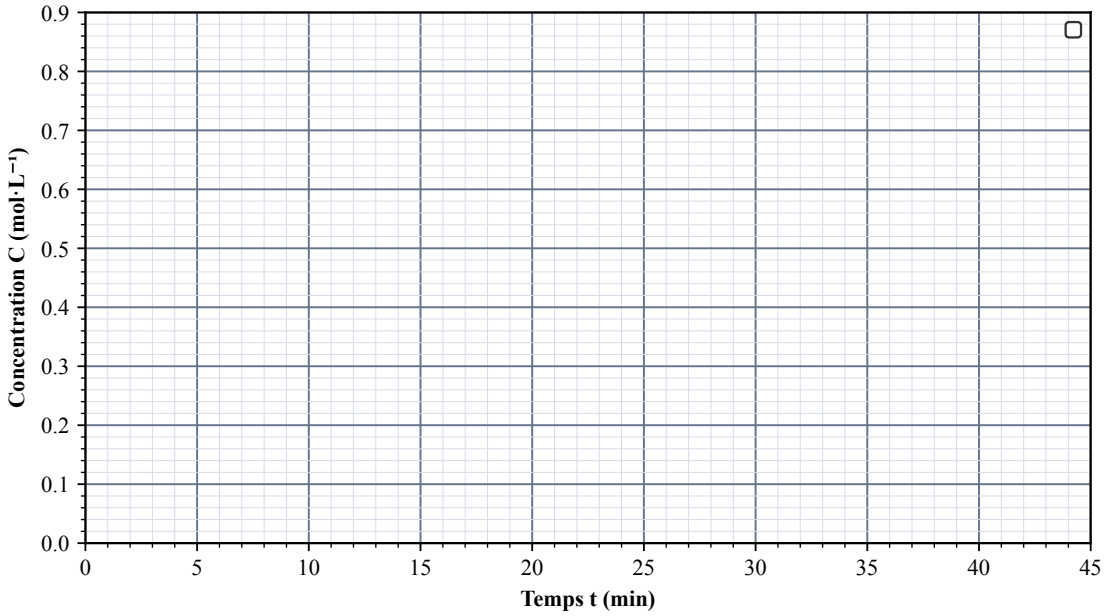
Compléter le tableau pour la question 2.2. Pour la question 3.1, placer les mesures cinétiques, puis tracer la courbe d'ajustement directement sur le repère. Rendre ce document avec la copie.

Bilan de matière du dosage

Grandeur	Expression ou donnée	Résultat
Quantité de matière de NaOH à l'équivalence	C_B × V_E	.....
Quantité de matière de HCl dans le prélèvement	Proportion stœchiométrique de l'équation	.....
Concentration de HCl dans l'effluent	n(HCl) / V_A	.....

Compléter les cellules marquées par des points.

Repère à compléter : concentration de peroxyde d'hydrogène



Reporter les mesures du tableau de l'exercice 3 et tracer la courbe d'ajustement.

Cadre réservé aux justifications, calculs complémentaires ou schémas du candidat :

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.