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

CHIMIE

ÉPREUVE C6 : RÉSOUDRE DES PROBLÈMES EN MOBILISANT LES CONCEPTS DE LA CHIMIE

SESSION 2026

Durée : 3 heures

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
CHIMIE	3

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 8 pages numérotées de 1/8 à 8/8.

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

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CONSIGNES GÉNÉRALES : LABORATOIRE UNIVERSITAIRE DE CHIMIE APPLIQUÉE, SITE DE LYON

Le laboratoire réalise des contrôles et des études de procédés portant sur des solutions aqueuses, la cinétique d'une transformation et un équilibre chimique. Les quatre exercices sont indépendants. Les résultats numériques seront donnés avec un nombre de chiffres significatifs cohérent avec les données. Toute réponse doit être justifiée par un raisonnement, une relation littérale ou une équation chimique adaptée.

Les masses molaires atomiques utiles sont : $M(\mathrm{H}) = 1{,}0\ \mathrm{g\,mol^{-1}}$, $M(\mathrm{C}) = 12{,}0\ \mathrm{g\,mol^{-1}}$, $M(\mathrm{N}) = 14{,}0\ \mathrm{g\,mol^{-1}}$, $M(\mathrm{O}) = 16{,}0\ \mathrm{g\,mol^{-1}}$. La constante des gaz parfaits vaut $R = 8{,}314\ \mathrm{J\,mol^{-1}\,K^{-1}}$. Pour les calculs de pH, on assimile les activités aux concentrations molaires.

Exercice 1 : Solution tampon en contrôle qualité (5 points)

Équilibres acido-basiques et calcul du pH

Un laboratoire prépare un tampon à partir d'acide éthanoïque $\mathrm{CH_3COOH}$ et d'éthanoate de sodium, totalement dissocié en solution. Le volume final de la solution est de $1{,}00\ \mathrm{L}$. Il contient $0{,}200\ \mathrm{mol}$ d'acide éthanoïque et $0{,}100\ \mathrm{mol}$ d'ions éthanoate $\mathrm{CH_3COO^-}$. À la température de travail, $pK_a = 4{,}76$. La relation de Henderson-Hasselbalch est $\mathrm{pH} = pK_a + \log_{10}\left(\frac{[\mathrm{CH_3COO^-}]}{[\mathrm{CH_3COOH}]}\right)$.

Pour toute addition de base, la transformation support est $\mathrm{CH_3COOH + OH^- \rightarrow CH_3COO^- + H_2O}$.

Composition initiale du tampon

Espèce	Quantité de matière (mol)	Concentration (mol·L⁻¹)
$\mathrm{CH_3COOH}$	0,200	0,200
$\mathrm{CH_3COO^-}$	0,100	0,100

Données de préparation pour un volume final de 1,00 L

1.1 (1 point) Écrire l'équation de la réaction entre l'acide éthanoïque et l'ion hydroxyde. Identifier l'acide et la base du couple acide-base mis en jeu.

1.2 (2 points) Calculer le pH initial du tampon. Donner l'expression numérique utilisée et le résultat à deux décimales.

1.3 (2 points) On ajoute $0{,}0200\ \mathrm{mol}$ d'ions hydroxyde, sans variation significative du volume. Compléter le tableau du DR 1 pour les quantités de matière après réaction, puis calculer le pH final. La réaction est supposée totale dans le sens écrit.

Exercice 2 : Suivi cinétique d'une réaction en solution (5 points)

Exploitation de mesures, loi cinétique et représentation graphique

La concentration d'un réactif A est suivie au cours du temps. Dans les conditions de l'expérience, la transformation suit une cinétique d'ordre 1 : $C_A(t) = C_{A,0}\exp(-kt)$, où t est exprimé en minutes et k en min^{-1}. La concentration initiale vaut $C_{A,0} = 0{,}100\ \mathrm{mol\,L^{-1}}$. Les mesures expérimentales sont données ci-dessous.

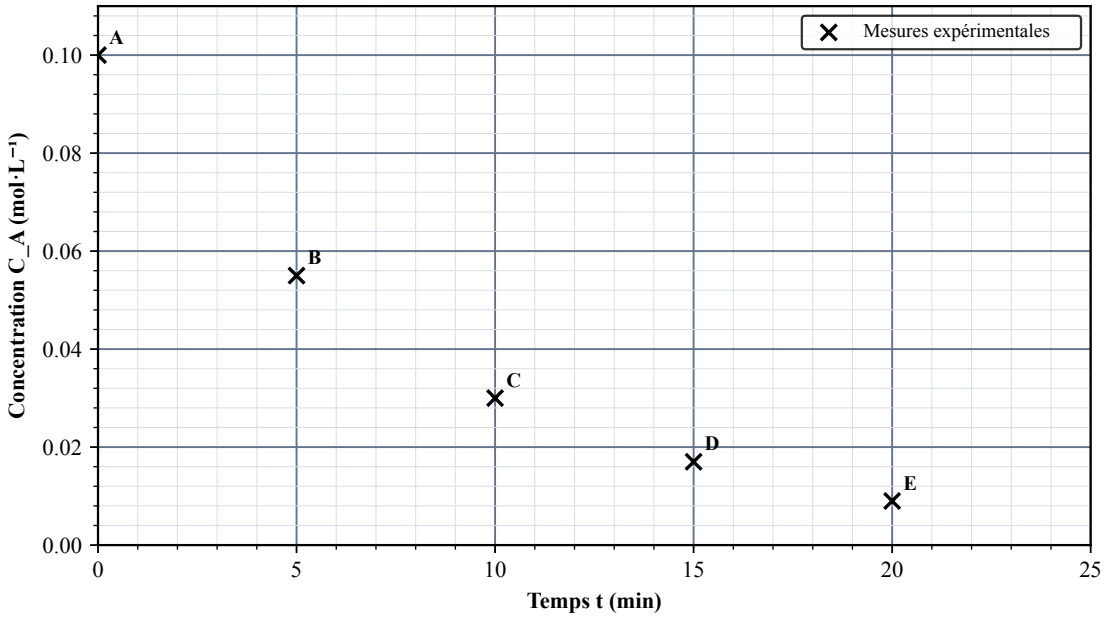
La demi-vie d'une réaction d'ordre 1 est reliée à la constante cinétique par $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$.

Mesures de concentration au cours du temps

Temps t (min)	0	5	10	15	20
Concentration C_A (mol·L⁻¹)	0,100	0,055	0,030	0,017	0,009

Résultats expérimentaux à température constante

Concentration du réactif A en fonction du temps



Nuage de points expérimental à exploiter et à représenter sur le DR 1

2.1 (1 point) Reporter les cinq points expérimentaux sur le repère du DR 1 et tracer une courbe lissée adaptée à l'évolution observée.

2.2 (2 points) À partir des mesures à $t = 0$ et $t = 10\ \mathrm{min}$, calculer la constante cinétique k. On utilisera $\ln\left(\frac{C_A(t)}{C_{A,0}}\right) = -kt$. Donner le résultat en min^{-1} à deux chiffres significatifs.

2.3 (1 point) Calculer la demi-vie de la réaction à partir de la valeur de k déterminée à la question 2.2.

2.4 (1 point) Estimer la concentration de A après $30\ \mathrm{min}$ avec le modèle cinétique fourni. Indiquer si cette valeur est cohérente avec les mesures du tableau.

Exercice 3 : Équilibre de dissociation du tétraoxyde de diazote (5 points)

Tableau d'avancement, constante d'équilibre et sens d'évolution

Dans une enceinte rigide de volume constant, le tétraoxyde de diazote se dissocie selon l'équation équilibrée $\mathrm{N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2\,NO_2(g)}$. À $298\ \mathrm{K}$, une enceinte contient initialement $\mathrm{N_2O_4}$ à la concentration $0{,}100\ \mathrm{mol\,L^{-1}}$ et ne contient pas de $\mathrm{NO_2}$. À l'équilibre, 20,0 % de la quantité initiale de $\mathrm{N_2O_4}$ s'est dissociée.

Pour cette réaction, $K_c = \frac{[\mathrm{NO_2}]^2}{[\mathrm{N_2O_4}]}$. Les concentrations sont exprimées en $\mathrm{mol\,L^{-1}}$.

Évolution des concentrations

État	$[\mathrm{N_2O_4}]$ (mol·L⁻¹)	$[\mathrm{NO_2}]$ (mol·L⁻¹)
Initial	0,100	0
Équilibre	.....	.....

État initial et état d'équilibre dans l'enceinte

3.1 (1 point) Établir le tableau d'avancement en concentrations, puis déterminer les concentrations de $\mathrm{N_2O_4}$ et de $\mathrm{NO_2}$ à l'équilibre.

3.2 (2 points) Calculer la constante d'équilibre K_c à $298\ \mathrm{K}$. Préciser son expression et donner sa valeur numérique avec les unités adaptées à l'expression fournie.

3.3 (2 points) À la même température, une seconde enceinte contient initialement $[\mathrm{N_2O_4}] = 0{,}080\ \mathrm{mol\,L^{-1}}$ et $[\mathrm{NO_2}] = 0{,}010\ \mathrm{mol\,L^{-1}}$. Calculer le quotient réactionnel Q_c, puis déterminer le sens d'évolution spontanée pour atteindre l'équilibre.

Exercice 4 : Prévision thermodynamique d'une dissociation gazeuse (5 points)

Énergie libre de réaction et critère d'évolution spontanée

On étudie la dissociation gazeuse $\mathrm{N_2O_4(g) \rightarrow 2\,NO_2(g)}$. Sur l'intervalle de température considéré, on admet que l'enthalpie standard et l'entropie standard de réaction sont indépendantes de la température et valent respectivement $\Delta_r H^\circ = 57{,}0\ \mathrm{kJ\,mol^{-1}}$ et $\Delta_r S^\circ = 175\ \mathrm{J\,mol^{-1}\,K^{-1}}$. On utilise $\Delta_r G^\circ(T) = \Delta_r H^\circ - T\Delta_r S^\circ$, en veillant à exprimer les deux termes dans des unités compatibles.

Le tableau de variations ci-dessous porte sur la fonction $g(T) = \Delta_r G^\circ(T)$, exprimée en $\mathrm{kJ\,mol^{-1}}$, pour des températures comprises entre $250\ \mathrm{K}$ et $400\ \mathrm{K}$.

Variations de l'énergie libre standard de réaction

Température T (K)	**250**		**325,7**		**400**
Signe de g'(T)		**-**	0	**-**	
ur et variations de g(T) (kJ·mol⁻¹)	**13,25**	↗	**0**	↘	**-13,0**

Modèle valable entre 250 K et 400 K

4.1 (1 point) Exprimer $g(T)$ en $\mathrm{kJ\,mol^{-1}}$ en fonction de T, puis déterminer le signe de sa dérivée. Vérifier la cohérence avec le tableau de variations.

4.2 (2 points) Déterminer la température T_0 pour laquelle $\Delta_r G^\circ(T_0) = 0$. Montrer les conversions d'unités nécessaires et donner le résultat au kelvin près.

4.3 (2 points) Calculer $\Delta_r G^\circ$ à $298\ \mathrm{K}$ puis à $350\ \mathrm{K}$. Pour chaque température, interpréter le signe obtenu selon le critère standard d'évolution spontanée.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : DONNÉES EXPÉRIMENTALES ET CONSTANTES UTILES

Les valeurs présentées dans ce dossier sont celles à utiliser pour les exercices du sujet. Pour l'exercice 2, le modèle de premier ordre est supposé valable sur toute la durée étudiée. Pour l'exercice 4, les valeurs de $\Delta_r H^\circ$ et de $\Delta_r S^\circ$ sont supposées constantes sur l'intervalle de température indiqué.

Récapitulatif des paramètres numériques

Grandeur	Valeur
Concentration initiale en A	$0{,}100\ \text{mol}\,\text{L}^{-1}$
Constante d'acidité de l'acide éthanoïque	$pK_a = 4{,}76$
Enthalpie standard de dissociation	$\Delta_r H^\circ = 57{,}0\ \text{kJ}\,\text{mol}^{-1}$
Entropie standard de dissociation	$\Delta_r S^\circ = 175\ \text{J}\,\text{mol}^{-1}\,\text{K}^{-1}$
Constante des gaz parfaits	$R = 8{,}314\ \text{J}\,\text{mol}^{-1}\,\text{K}^{-1}$

Données expérimentales et thermodynamiques

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : Exercices 1 et 2 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

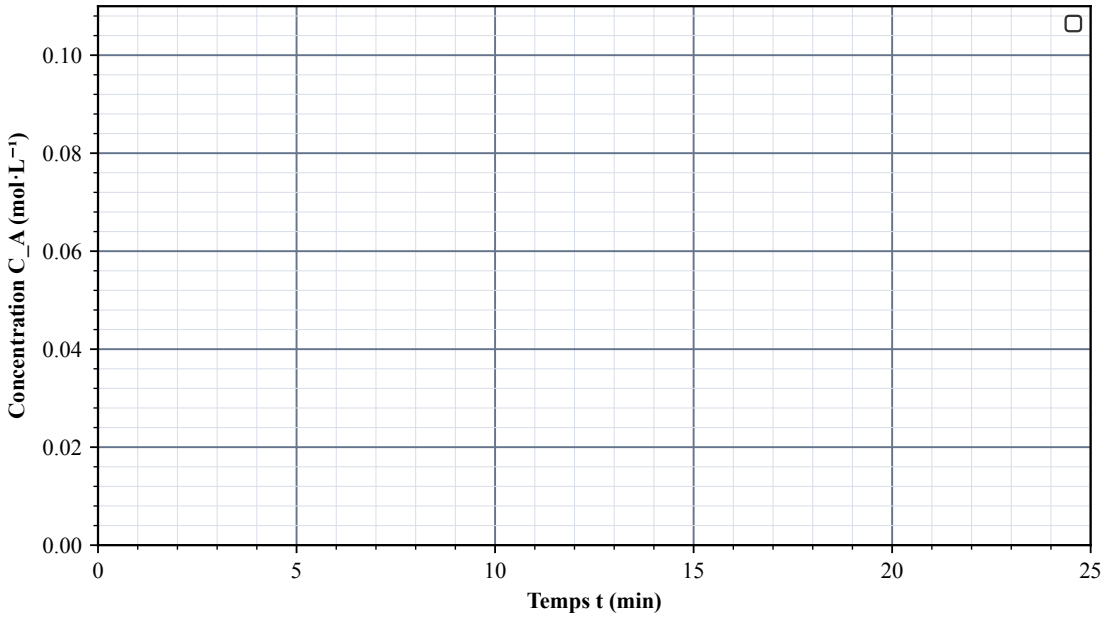
Compléter les cases repérées par « ... ». Pour l'exercice 2, reporter les mesures fournies dans le sujet, tracer les points expérimentaux puis dessiner une courbe lissée. Indiquer clairement les axes, les unités et une échelle adaptée.

Exercice 1 : Quantités de matière après ajout de base

Espèce	Quantité initiale (mol)	Variation (mol)	Quantité finale (mol)
CH_3COOH	0,200	.....	.....
OH^-	0,0200	.....	.....
CH_3COO^-	0,100	.....	.....

À compléter après la réaction avec les ions hydroxyde

Exercice 2 : Repère pour la représentation graphique



Reporter les données expérimentales du sujet et tracer la courbe d'évolution

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.