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

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

BIOTECHNOLOGIE EN RECHERCHE ET EN PRODUCTION

ÉPREUVE E4 : PHYSIQUE-CHIMIE

SESSION 2026

Durée : 2 heures

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
BIOTECHNOLOGIE EN RECHERCHE ET EN PRODUCTION	1

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 7 pages numérotées de 1/7 à 7/7.

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

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CONSIGNES GÉNÉRALES : LABORATOIRE BIORIVE, LYON (RHÔNE)

Le laboratoire BioRive réalise des analyses de solutions de production et contrôle des procédés de traitement enzymatique. Les trois exercices sont indépendants. Les réponses doivent être rédigées et justifiées ; les résultats numériques comportent une unité et un nombre de chiffres significatifs adapté aux données. Les graphiques demandés sont à réaliser sur le document réponse fourni.

Exercice 1 : Dosage spectrophotométrique d'un composé (7 points)

Absorption UV-visible, loi de Beer-Lambert et exploitation graphique

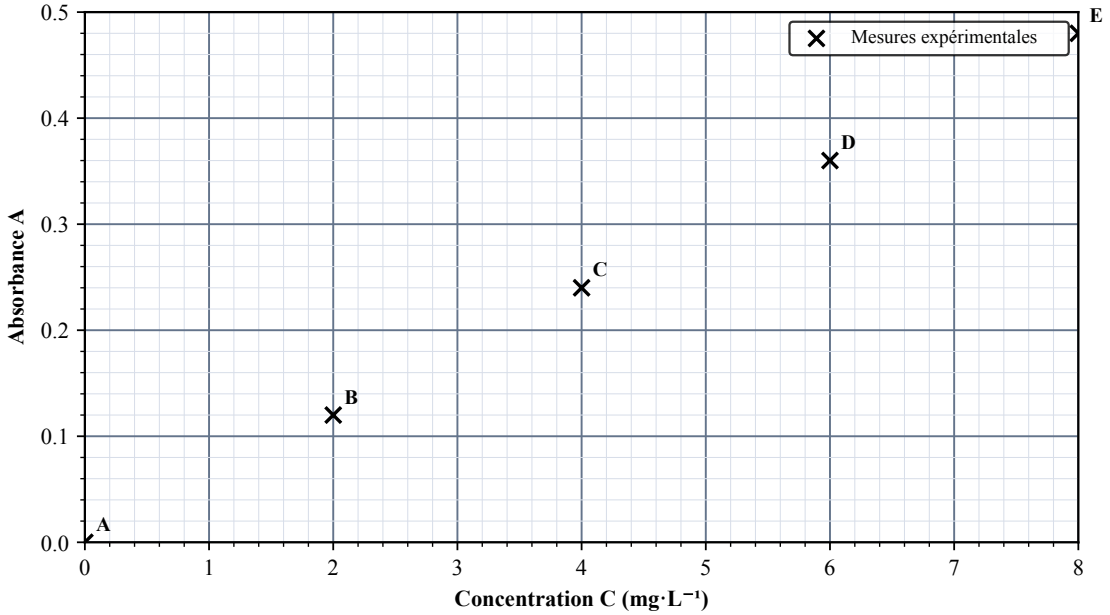
Une solution issue d'un procédé de production est analysée par spectrophotométrie à longueur d'onde fixée. Des solutions étalons sont préparées et leurs absorbances sont mesurées dans les mêmes conditions que l'échantillon. La cuve utilisée a une épaisseur constante. Dans le domaine étudié, on admet la loi de Beer-Lambert : $A = kC$, où A est l'absorbance, C la concentration massique en $\mathrm{mg\,L^{-1}}$, et k le coefficient de proportionnalité. L'échantillon a été dilué 10 fois avant la mesure ; son absorbance mesurée est $A_{\text{dilué}} = 0{,}300$. La concentration maximale admise dans l'échantillon initial est de $45\ \mathrm{mg\,L^{-1}}$.

Mesures des solutions étalons

Concentration C (mg·L⁻¹)	Absorbance A
0	0,000
2	0,120
4	0,240
6	0,360
8	0,480

Mesures réalisées à longueur d'onde et épaisseur de cuve constantes.

Nuage de points des solutions étalons



Les points correspondent aux mesures du tableau. Le document réponse comporte un repère vierge pour tracer la droite d'étalonnage.

1.1 (1 point) À partir du tableau, indiquer si les mesures sont compatibles avec une relation de proportionnalité entre l'absorbance et la concentration. Justifier à l'aide d'au moins deux couples de valeurs.

1.2 (2 points) Sur le repère du DR 1, placer les points expérimentaux et tracer la droite d'étalonnage passant au mieux par l'origine. Déterminer graphiquement le coefficient k, en précisant son unité.

1.3 (2 points) À l'aide de la droite d'étalonnage, déterminer la concentration massique de l'échantillon dilué. Présenter le calcul utilisé.

1.4 (2 points) Calculer la concentration massique de l'échantillon initial, puis conclure quant au respect de la concentration maximale admise de $45\ \text{mg}\,\text{L}^{-1}$.

Exercice 2 : Contrôle d'une solution acide par titrage (6 points)

Réaction acide-base, titrage et calcul de pH

Une solution d'acide chlorhydrique est contrôlée par titrage avec une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 0{,}0500\ \text{mol}\,\text{L}^{-1}$. Pour préparer l'échantillon, un volume $V_0 = 5{,}00\ \text{mL}$ de solution initiale est prélevé puis dilué à un volume final $V_f = 100{,}0\ \text{mL}$. Un prélèvement de $V_A = 20{,}0\ \text{mL}$ de cette solution diluée est titré. Le volume versé à l'équivalence est $V_E = 16{,}0\ \text{mL}$. On considère l'acide chlorhydrique totalement dissocié dans l'eau et la réaction de titrage comme totale. Les volumes sont exprimés dans des unités cohérentes lors des calculs. On rappelle que $\text{pH} = -\log_{10}([\text{H}_3\text{O}^+])$, avec la concentration en $\text{mol}\,\text{L}^{-1}$.

Données du titrage

Grandeur	Symbole	Valeur
Concentration du titrant	C_B	0,0500 mol·L⁻¹
Volume de solution initiale prélevé	V_0	5,00 mL
Volume final après dilution	V_f	100,0 mL
Volume de solution diluée titré	V_A	20,0 mL
Volume à l'équivalence	V_E	16,0 mL

Valeurs expérimentales relevées au laboratoire.

2.1 (1,5 point) Écrire l'équation ionique équilibrée de la réaction de titrage entre les ions oxonium et les ions hydroxyde.

2.2 (1 point) À l'équivalence, quelle relation relie la quantité de matière d'ions oxonium initialement présente dans le prélèvement titré à la quantité de matière d'ions hydroxyde versée ? Justifier à partir de l'équation de réaction.

2.3 (2 points) Calculer la concentration molaire de la solution diluée, puis celle de la solution initiale. Indiquer les relations de calcul utilisées.

2.4 (1,5 point) Calculer le pH de la solution diluée. Donner le résultat avec deux chiffres après la virgule.

Exercice 3 : Suivi de l'inactivation d'une enzyme (7 points)

Cinétique d'ordre 1, fonction exponentielle et temps caractéristique

Lors d'une étape de traitement thermique, l'activité résiduelle d'une enzyme est mesurée au cours du temps. L'activité initiale vaut $A_0 = 100\ \%$. Le modèle proposé est $A(t) = A_0 \exp(-kt)$, où t est exprimé en minutes et k en min^{-1}. On utilisera $\ln$ pour le logarithme népérien et $\ln(2) = 0{,}693$. La dérivée de $\exp(u(t))$ est $u'(t)\exp(u(t))$.

Mesures de l'activité enzymatique résiduelle

Temps t (min)	Activité A (%)
0	100
10	70,5
20	49,7
30	35,0
40	24,7

Activité exprimée en pourcentage de l'activité initiale.

Variations du modèle d'activité enzymatique

Temps t (min)	**0**	$+\infty$
Signe de A'(t)	−	
Variations de A(t) (%)	**100** ↘	**0**

Pour $t \geq 0$*, avec* $k > 0$.

3.1 (2 points) En utilisant la mesure à $t = 20\ \text{min}$ et le modèle, calculer une valeur de k. On pourra partir de $\ln\left(\frac{A(t)}{A_0}\right) = -kt$. Donner le résultat en min^{-1}, avec trois chiffres significatifs.

3.2 (2 points) À partir du modèle, exprimer $A'(t)$, puis déterminer son signe pour $t \geq 0$. En déduire le sens de variation de l'activité et interpréter la variation présentée dans le tableau.

3.3 (1 point) Déterminer le temps de demi-réaction $t_{1/2}$, défini par $A(t_{1/2}) = \frac{A_0}{2}$. Utiliser la relation $t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{k}$.

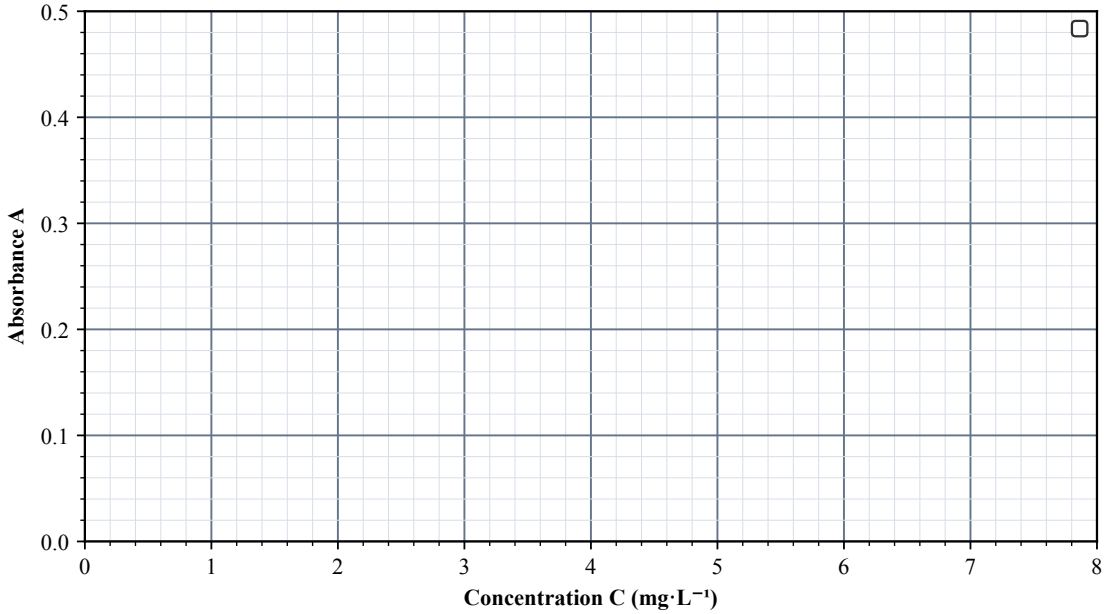
3.4 (2 points) Déterminer à partir de quel temps l'activité devient inférieure à $20\ \%$ de l'activité initiale. Résoudre l'inéquation $100\,\exp(-kt) < 20$ et donner le résultat en minutes, à la minute près.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Repère d'étalonnage de l'exercice 1 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

À rendre avec la copie. Reporter les points expérimentaux fournis dans le sujet, tracer la droite d'étalonnage et utiliser le graphique pour répondre aux questions 1.2 et 1.3.

Repère vierge pour la droite d'étalonnage



Échelles : 1 unité de concentration par graduation principale en abscisse et 0,05 unité d'absorbance par graduation principale en ordonnée.

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

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 2 : Calculs de cinétique de l'exercice 3 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

À rendre avec la copie. Compléter les résultats demandés et préciser les unités.

Résultats du suivi cinétique

Grandeur	Résultat
Constante cinétique k (min^{-1})	.....
Temps de demi-réaction $t_{1/2}$ (min)	.....
Temps à partir duquel A(t) < 20 % (min)	.....

Compléter les cases indiquées par des points de suspension.

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.