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 DES COMPÉTENCES RNCP38979BC07 : EFFECTUER DES CAMPAGNES EXPÉRIMENTALES PERTINENTES DANS LE DOMAINE DE LA PHYSIQUE ET DE LA CHIMIE ET LES ANALYSER

SESSION 2026

Durée : 2 heures

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
PHYSIQUE, CHIMIE	3, INDICATIF ET À CONFIRMER PAR L'ÉTABLISSEMENT

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. Le document réponse DR 1 est à rendre avec la copie.

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 ET CONSIGNES GÉNÉRALES : PLATEFORME PÉDAGOGIQUE DE MESURES PHYSICO-CHIMIQUES, UNIVERSITÉ DE VALMONT, VALMONT

Vous intervenez au sein d'une plateforme pédagogique de mesures physico-chimiques. Les trois études portent sur le refroidissement d'un échantillon aqueux, le contrôle de l'acidité d'un vinaigre et le dosage colorimétrique d'un composé en solution.

Le référentiel national identifie le libellé C7 comme un bloc de compétences RNCP38979BC07, et non comme une épreuve écrite nationale assortie d'une durée, d'un coefficient ou d'un code d'examen uniques. La durée de 2 heures et l'organisation ci-dessous constituent des paramètres de cette proposition d'évaluation ; l'établissement doit les confirmer au regard de ses modalités de contrôle des connaissances. Le coefficient 3 est indicatif.

Les exercices sont indépendants. Présentez les calculs, précisez les unités et justifiez les choix expérimentaux. Sauf indication contraire, les résultats numériques seront donnés avec un nombre de chiffres significatifs cohérent avec les mesures.

Exercice 1 : Étude expérimentale du refroidissement d'un échantillon (7 points)

Planifier une série de mesures, exploiter un modèle et discuter la qualité des résultats

Un échantillon aqueux est placé dans une enceinte dont la température ambiante est maintenue à $T_a = 20,0\ °\mathrm{C}$. Sa température initiale vaut $T_0 = 80,0\ °\mathrm{C}$. On étudie le modèle de refroidissement $T(t) = T_a + (T_0 - T_a)\exp(-kt)$, où t est exprimé en minutes et k en min^{-1}. Les mesures reportées ci-dessous ont été réalisées avec une sonde dont l'incertitude annoncée est de $\pm 0,5\ °\mathrm{C}$.

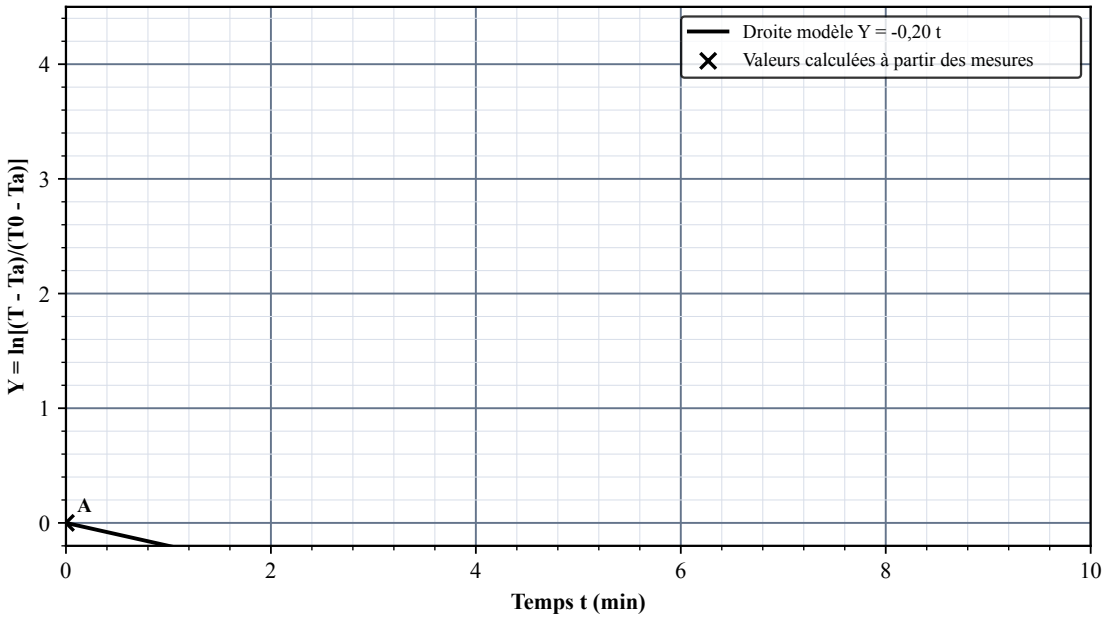
En posant $Y(t) = \ln\left(\frac{T(t)-T_a}{T_0-T_a}\right)$, le modèle prévoit une relation affine entre Y et t.

Mesures de température pendant le refroidissement

Temps t (min)	Température T (°C)
0	80,0
2	60,2
4	47,0
6	38,1
8	32,1

Mesures réalisées dans les mêmes conditions expérimentales.

Linéarisation des mesures de refroidissement



Le nuage de points est fourni pour faciliter l'analyse graphique. Les valeurs de Y sont arrondies au millième.

Évolution qualitative de la température selon le modèle

Temps t (min)	**0**	**5**	**10**
Signe de T'(t)	**-**	**0**	**-**
Température T(t) (°C)	**80,0** ↘	**42,1**	↘ **28,1**

Valeurs calculées avec k = 0,20 min⁻¹.

1.1 (1,5 point) À partir du modèle fourni, établir l'expression de $Y(t)$, puis montrer que sa représentation en fonction de t est une droite dont le coefficient directeur est lié à k.

1.2 (2 points) À l'aide du nuage de points et de la droite modèle, estimer le coefficient directeur de l'ajustement, puis en déduire la valeur de k. Préciser l'unité de k.

1.3 (2 points) Déterminer la température prévue par le modèle après 5 minutes. Calculer la dérivée $T'(t)$ et justifier, pour $t \geq 0$, le sens de variation de la température.

1.4 (1,5 point) Proposer deux améliorations concrètes du protocole pour renforcer la fiabilité de l'estimation de k. Pour chacune, indiquer quel défaut expérimental elle permet de limiter ou d'évaluer.

Exercice 2 : Contrôle de l'acidité d'un vinaigre par titrage (7 points)

Mettre en œuvre et analyser un titrage acido-basique

Un laboratoire contrôle un vinaigre commercial contenant principalement de l'acide éthanoïque. Un prélèvement de $10,00\ \text{mL}$ de vinaigre est dilué à $100,0\ \text{mL}$. Un aliquot de $10,00\ \text{mL}$ de cette solution diluée est titré par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_b = 0,1000\ \text{mol}\,\text{L}^{-1}$. Le volume à l'équivalence, déterminé à partir du suivi pH-métrique, est $V_E = 13,20\ \text{mL}$.

La réaction support du titrage est $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$. On donne $M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60,05\ \text{g}\,\text{mol}^{-1}$ et $pK_a(\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-) = 4,76$. On considère la réaction totale et les volumes additifs.

Extrait du suivi pH-métrique

Volume de NaOH ajouté (mL)	pH mesuré
0,0	2,9
5,0	4,2
10,0	4,9
12,0	5,5
13,0	6,2
13,2	8,7
13,4	10,8
15,0	11,8

Valeurs relevées pendant le titrage ; le volume équivalent est déterminé à partir du saut de pH.

2.1 (1,5 point) Écrire l'équation de la réaction de titrage en vérifiant la conservation des atomes et des charges. Indiquer l'espèce titrée et l'espèce titrante.

2.2 (1,5 point) À partir du suivi pH-métrique, expliquer comment le volume à l'équivalence peut être repéré. Indiquer pourquoi le point d'équivalence ne correspond pas nécessairement à $\text{pH} = 7$ pour ce titrage.

2.3 (2 points) Calculer la concentration molaire de l'acide éthanoïque dans la solution diluée, puis dans le vinaigre initial. Écrire les relations stœchiométriques utilisées et tenir compte du facteur de dilution.

2.4 (2 points) Calculer la concentration massique en acide éthanoïque du vinaigre, en $\text{g}\,\text{L}^{-1}$, puis la masse d'acide contenue dans $100\ \text{mL}$ de vinaigre. Le laboratoire annonce une teneur nominale de $8,0\ \text{g}$ pour $100\ \text{mL}$; conclure en comparant les résultats, sans prétendre effectuer une validation statistique à partir d'un seul titrage.

Exercice 3 : Dosage spectrophotométrique d'un composé coloré (6 points)

Construire une calibration, estimer une concentration et évaluer les limites de la mesure

Une solution inconnue contenant un composé coloré est analysée au spectrophotomètre à $\lambda = 520\ \text{nm}$, dans une cuve de longueur optique $l = 1,00\ \text{cm}$. Le blanc est réalisé avec le solvant seul. Les solutions étalons ont été préparées à partir d'une solution mère de concentration connue. Dans le domaine étudié, la loi de Beer-Lambert s'écrit $A = \varepsilon l c$, où A est l'absorbance et c la concentration molaire.

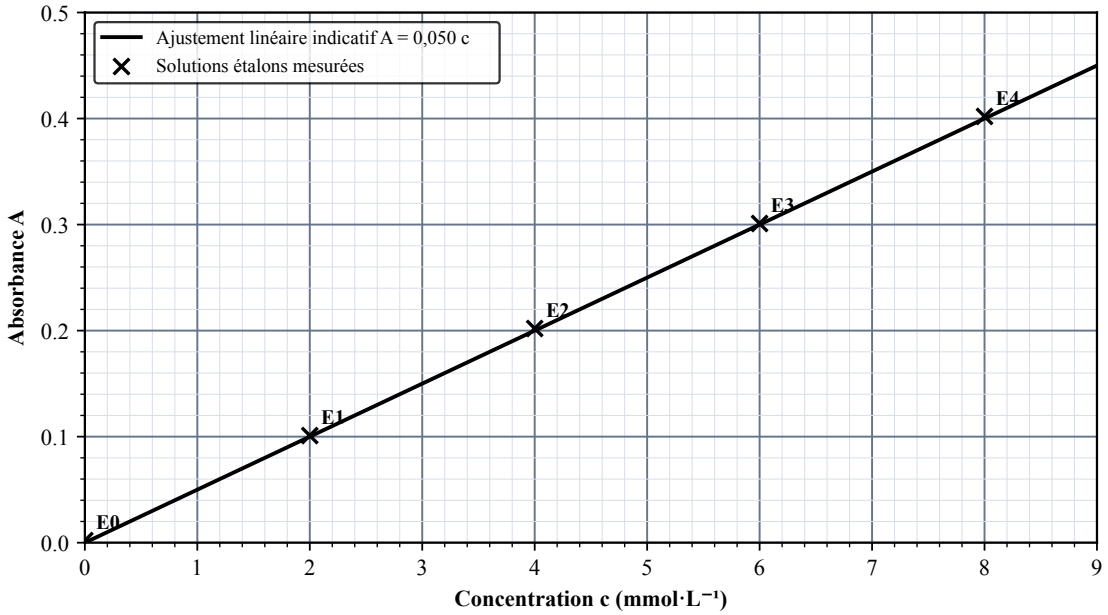
Chaque absorbance indiquée est la moyenne de trois lectures successives. L'incertitude-type associée à une absorbance moyenne est $u(A) = 0,006$. La solution inconnue a été diluée dix fois avant lecture ; son absorbance moyenne mesurée vaut $A_u = 0,365$.

Données de calibration et mesure de l'inconnue

Concentration c (mmol·L⁻¹)	Absorbance A
0,00	0,002
2,00	0,101
4,00	0,202
6,00	0,301
8,00	0,402
Inconnue diluée	0,365

La dernière ligne correspond à l'échantillon inconnu dilué dix fois ; elle ne constitue pas un étalon.

Repère de calibration absorbance-concentration



Le graphique est à utiliser avec les données numériques ; l'ajustement affiché est indicatif.

3.1 (1,5 point) À partir du tableau ou du graphique, estimer le coefficient directeur de la droite d'étalonnage et vérifier si les mesures sont compatibles avec une relation de proportionnalité entre A et c dans le domaine étudié.

3.2 (1,5 point) Déterminer la concentration molaire de la solution inconnue diluée à partir de $A_u = 0,365$, puis la concentration de l'échantillon avant dilution. Donner le résultat en $\mathrm{mmol\,L^{-1}}$.

3.3 (1,5 point) Estimer l'incertitude-type sur la concentration de la solution inconnue diluée en propageant uniquement $u(A)$, et en considérant le coefficient directeur de calibration comme exact. Écrire la relation utilisée et donner le résultat avec son unité.

3.4 (1,5 point) Proposer une vérification expérimentale de la validité de la calibration et une précaution de manipulation ou de mesure susceptible de réduire une source d'erreur systématique. Justifier brièvement chaque proposition.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie, questions 1.2, 2.3 et 3.2 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter directement le tableau. Pour la question 1.2, reporter les résultats utiles à l'estimation graphique de la constante de refroidissement. Pour les questions 2.3 et 3.2, détailler les étapes de calcul et indiquer les unités.

Tableau de résultats à compléter

Question	Grandeur recherchée	Relation ou méthode	Résultat avec unité
1.2	Coefficient directeur de Y(t)	.....	.....
1.2	Constante k	.....	.....
2.3	Concentration dans la solution diluée	.....	.....
2.3	Concentration dans le vinaigre initial	.....	.....
3.2	Concentration de l'inconnue diluée	.....	.....
3.2	Concentration avant dilution	.....	.....

Les résultats inscrits sur ce document doivent également être justifiés dans la copie.

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.