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

MÉTIERS DE LA MESURE

ÉPREUVE E4 : PHYSIQUE-CHIMIE

SESSION 2026

Durée : 3 heures

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
MÉTIERS DE LA MESURE	4

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 DE MÉTROLOGIE MESURE & PROCÉDÉS, LYON

Le laboratoire Mesure & Procédés réalise des contrôles de capteurs et d'instruments destinés à des installations industrielles. Les exercices suivants portent sur la réponse d'un capteur de température, la caractérisation électrique d'un composant, le dosage d'un produit acide et l'interprétation d'un contrôle qualité.

Les exercices sont indépendants. Les résultats seront accompagnés de leur unité et d'un nombre de chiffres significatifs adapté aux données. Toute démarche de calcul devra être explicitée.

Exercice 1 : Réponse d'un capteur de température (5 points)

Modélisation, dérivation et exploitation d'une réponse temporelle

Un capteur initialement à 20 °C est placé à l'instant $t = 0$ dans une enceinte maintenue à 80 °C. Sa température T, exprimée en °C, est modélisée pour $t \geq 0$ par :

$$T(t) = 80 - 60\exp\left(-\frac{t}{3}\right)$$

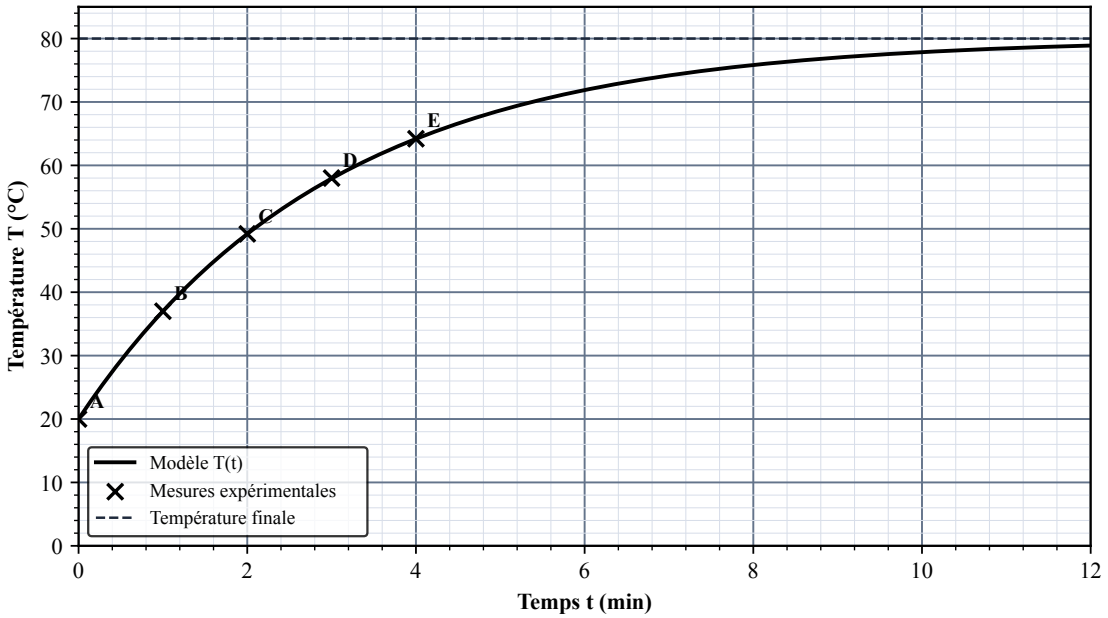
Dans cette expression, t est exprimé en minutes. Les mesures expérimentales sont reportées dans le tableau et sur le graphique. La valeur finale attendue est 80 °C.

Mesures expérimentales du capteur

Temps t (min)	Température mesurée (°C)
0	20,0
1	37,0
2	49,2
3	58,0
4	64,2

Température mesurée après immersion dans l'enceinte à 80 °C

Évolution de la température du capteur



La courbe représente le modèle ; les points représentent les mesures expérimentales.

Sens de variation de la température modélisée sur [0 ; 12]

Temps t (min)	**0**	**12**
Signe de T'(t)	**+**	
Variations de T	**20** ↗	**78,9**

1.1 (1 point) Calculer la température donnée par le modèle à l'instant $t = 3$ min. Comparer le résultat à la mesure expérimentale correspondante.

1.2 (1 point) Déterminer l'expression de $T'(t)$, puis justifier le sens de variation de T pour $t \geq 0$.

1.3 (1 point) Compléter le tableau du document réponse DR 1 avec les valeurs de $T(t)$ aux instants indiqués. Arrondir les températures au dixième de degré.

1.4 (2 points) Le temps de réponse à 95 % est atteint lorsque le capteur a réalisé 95 % de l'écart entre sa température initiale et sa température finale. Déterminer la température correspondant à ce critère, puis calculer le temps nécessaire pour l'atteindre. Donner le résultat en minutes, arrondi au dixième.

Exercice 2 : Caractérisation électrique d'un composant (5 points)

Exploitation d'un tableau de mesures, tracé graphique et incertitudes

Un technicien étudie un composant résistif. Il relève la tension U à ses bornes pour différentes intensités I. Les incertitudes-types des appareils sont $u(U) = 0,02\ \text{V}$ et $u(I) = 0,01\ \text{A}$. On pourra utiliser la relation de l'incertitude relative pour un quotient :

$$\frac{u(R)}{R} = \frac{u(U)}{U} + \frac{u(I)}{I}$$

Pour un composant ohmique, la loi utilisée est $U = RI$, où R est exprimée en ohms.

Mesures de tension et d'intensité

I (A)	U (V)
0,20	1,98
0,40	4,01
0,60	5,99
0,80	8,02
1,00	9,98

Relevés effectués à température ambiante

2.1 (2 points) Reporter les points expérimentaux dans le repère du document réponse DR 1, puis tracer la droite d'ajustement passant au mieux par l'origine. À l'aide de deux points suffisamment éloignés lus sur cette droite, déterminer son coefficient directeur et préciser son unité.

2.2 (1 point) En utilisant le coefficient directeur obtenu, déterminer la résistance R du composant. Conclure sur son caractère ohmique à partir de l'allure du graphique.

2.3 (1 point) Calculer la puissance électrique dissipée par le composant lorsque $I = 0,80\ \text{A}$ et $U = 8,02\ \text{V}$. Utiliser $P = UI$.

2.4 (1 point) À partir de la mesure $U = 8,02\ \text{V}$ et $I = 0,80\ \text{A}$, calculer $R = U/I$, puis son incertitude-type $u(R)$ à l'aide de la relation fournie. Donner le résultat sous la forme $R \pm u(R)$, avec une incertitude arrondie à deux chiffres significatifs.

Exercice 3 : Dosage d'un vinaigre dilué (5 points)

Réaction acido-basique, dosage et mesure du pH

Un laboratoire contrôle un vinaigre commercial. L'échantillon a été dilué dix fois. Un prélèvement de $V_a = 10,00\ \text{mL}$ de la solution diluée est titré par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_b = 0,1000\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Le volume versé à l'équivalence est $V_E = 12,40\ \text{mL}$.

La réaction de dosage met en jeu l'acide éthanoïque et les ions hydroxyde. À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques. La masse molaire de l'acide éthanoïque est $M = 60,05\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$. Le pH mesuré sur la solution diluée est 2,90.

Données du dosage

Grandeur	Valeur
Volume prélevé Va	10,00 mL
Concentration de la solution titrante Cb	0,1000 mol·L⁻¹
Volume à l'équivalence VE	12,40 mL
Facteur de dilution	10
Masse molaire de l'acide éthanoïque	60,05 g·mol⁻¹
pH mesuré de la solution diluée	2,90

Valeurs relevées lors du contrôle de l'échantillon

3.1 (0,75 point) Écrire l'équation de la réaction de dosage entre l'acide éthanoïque CH_3COOH et les ions hydroxyde HO^-. Vérifier que l'équation est équilibrée.

3.2 (1,5 point) À l'aide de la condition d'équivalence, calculer la concentration molaire de l'acide éthanoïque dans la solution diluée. Les volumes peuvent être utilisés dans la même unité dans le rapport.

3.3 (1 point) Déterminer la concentration molaire de l'acide éthanoïque dans le vinaigre commercial avant dilution.

3.4 (1 point) Calculer la concentration massique en acide éthanoïque du vinaigre commercial, en $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$. Présenter le calcul avec la masse molaire fournie.

3.5 (0,75 point) En utilisant $\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}_3\text{O}^+]$, calculer la concentration en ions oxonium de la solution diluée correspondant au pH mesuré. Donner le résultat en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ avec deux chiffres significatifs.

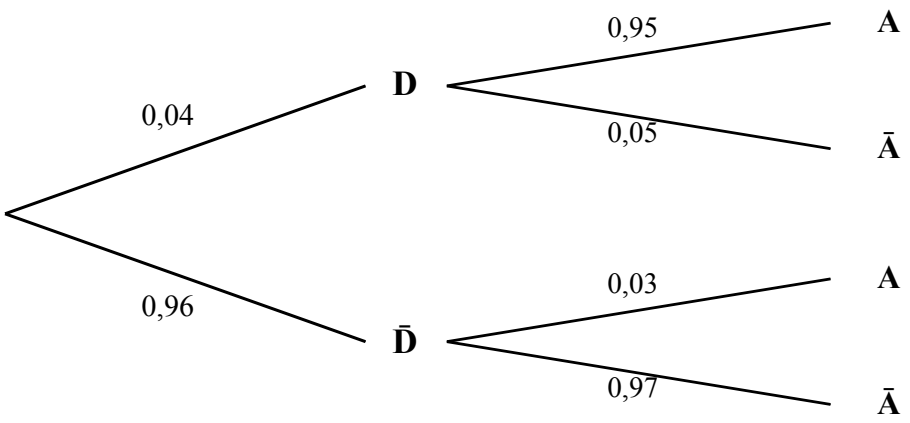
Exercice 4 : Interprétation d'un contrôle qualité (5 points)

Probabilités conditionnelles et décision métrologique

Un atelier contrôle des capteurs avant leur expédition. La proportion de capteurs défectueux est de 4 %. Le système de contrôle déclenche une alerte dans 95 % des cas où le capteur est défectueux. Lorsqu'un capteur est conforme, le système déclenche à tort une alerte dans 3 % des cas.

On note D l'événement « le capteur est défectueux » et A l'événement « le système déclenche une alerte ». Les probabilités conditionnelles nécessaires sont indiquées dans l'arbre.

Arbre pondéré du contrôle des capteurs



4.1 (1,5 point) Calculer la probabilité qu'un capteur choisi au hasard déclenche une alerte, c'est-à-dire $P(A)$. Détailler l'utilisation de la formule des probabilités totales.

4.2 (2 points) Un capteur a déclenché une alerte. Calculer la probabilité qu'il soit effectivement défectueux, soit $P(D \mid A)$. Donner le résultat sous forme décimale arrondie au millième, puis en pourcentage arrondi au dixième.

4.3 (1,5 point) Un capteur n'a déclenché aucune alerte. Calculer la probabilité qu'il soit conforme, soit $P(\overline{D} \mid \overline{A})$. Interpréter le résultat dans le contexte du contrôle.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Tableau de calcul et repère graphique à rendre avec la copie **À RENDRE AVEC LA COPIE**

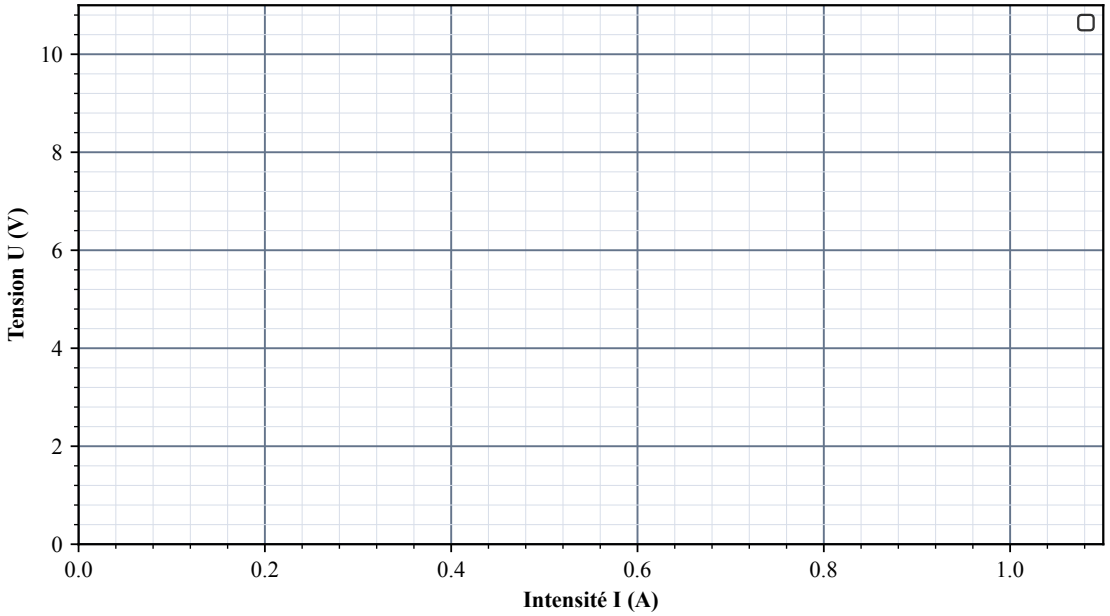
Compléter le tableau de la question 1.3. Pour la question 2.1, reporter les mesures du tableau de l'exercice 2 dans le repère, puis tracer la droite d'ajustement demandée. Indiquer les unités sur les axes et laisser apparaître les constructions utilisées pour déterminer le coefficient directeur.

Valeurs calculées de la température du capteur

Temps t (min)	Température calculée T(t) (°C)
0	.....
1	.....
2	.....
3	.....
4	.....

Compléter les cases indiquées à partir du modèle fourni dans l'exercice 1.

Repère pour le tracé de la caractéristique électrique



Repère à compléter par le candidat pour la question 2.1.

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.