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

ÉVALUATION DE LA COMPÉTENCE C7 : MENER DES EXPÉRIMENTATIONS DANS LE DOMAINE DE LA PHYSIQUE, EFFECTUER DES MESURES ET INTERPRÉTER LES RÉSULTATS

SESSION 2026

Durée : 2 heures

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
PHYSIQUE	3,0 INDICATIF, SELON LES MODALITÉS DE CONTRÔLE DES CONNAISSANCES ET DES COMPÉTENCES DE 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.

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 PROFESSIONNELLE ET CONSIGNES GÉNÉRALES : PLATEFORME UNIVERSITAIRE DE MESURES PHYSIQUES, CAMPUS DE GRENOBLE

Vous intervenez sur une plateforme universitaire de mesures physiques qui caractérise des capteurs destinés au suivi de procédés industriels. Les travaux portent sur la réponse temporelle d'une sonde de température, l'étalonnage d'un capteur de force, une mesure calorimétrique et l'étude d'un circuit RC.

Les quatre exercices sont indépendants. Toute réponse numérique doit comporter une unité et un nombre de chiffres significatifs cohérent avec les données. Les calculs, choix de modèles et conclusions doivent être justifiés. Les incertitudes instrumentales données dans le dossier sont à considérer comme des incertitudes limites, sauf indication contraire.

La durée et la pondération indiquées sont retenues pour cette organisation d'évaluation. Dans le cadre de la licence, les modalités de contrôle des connaissances et des compétences applicables sont celles définies par l'établissement.

Exercice 1 : Réponse temporelle d'une sonde de température (5 points)

Conduire une mesure dynamique, exploiter un modèle exponentiel et interpréter une courbe

Une sonde initialement à la température ambiante est plongée à l'instant $t = 0$ dans un bain maintenu à $60,0\ °\mathrm{C}$. La température indiquée par la sonde est modélisée par $T(t) = T_\infty - (T_\infty - T_0)\exp(-t/\tau)$, où $T_0 = 20,0\ °\mathrm{C}$, $T_\infty = 60,0\ °\mathrm{C}$, t est exprimé en secondes et τ est la constante de temps.

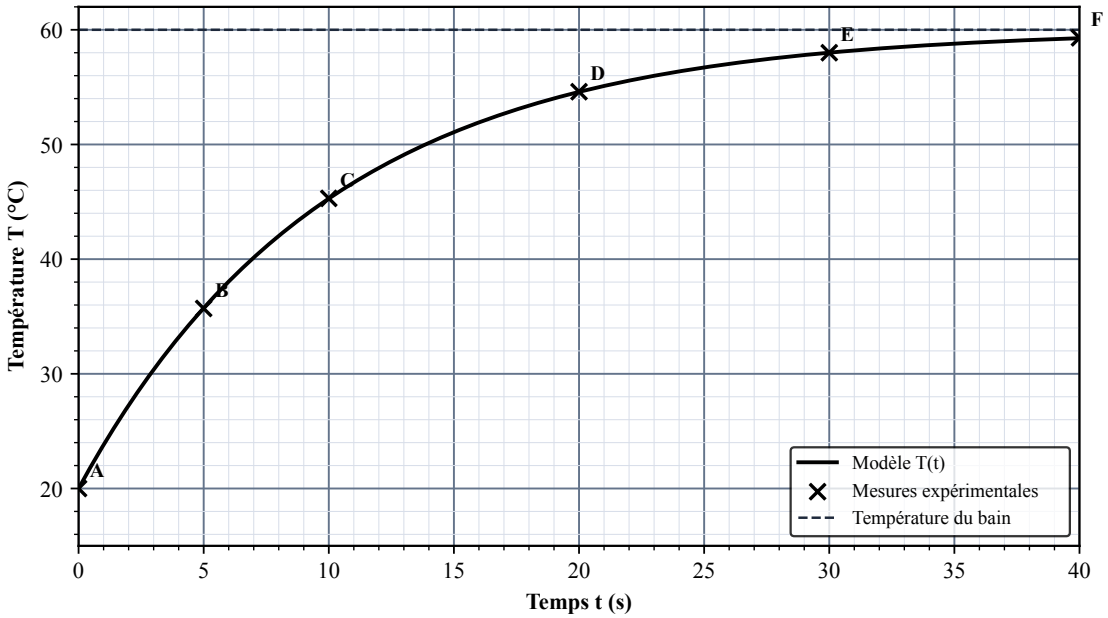
Les mesures sont relevées après stabilisation du bain. La résolution du thermomètre de référence est de $0,1\ °\mathrm{C}$ et la résolution du chronomètre est de $0,1\ \mathrm{s}$.

Mesures de la réponse de la sonde

Temps t (s)	Température T (°C)
0	20,0
5	35,7
10	45,3
20	54,6
30	58,0
40	59,3

Température mesurée en fonction du temps après immersion.

Réponse temporelle de la sonde



Nuage de points expérimental et courbe du modèle avec $\tau = 10,0$ s.

Sens de variation du modèle de température

t (s)	**0**	$+\infty$
Signe de T'(t)	**+**	
Variations de T(t) (°C)	**20,0** ↗	**60,0**

1.1 (1 point) À partir du modèle fourni, écrire l'expression numérique de $T(t)$. Calculer $T(10\ \text{s})$ et comparer le résultat à la mesure correspondante.

1.2 (1 point) Déterminer l'expression de la dérivée $T'(t)$. En déduire le sens de variation de la température de la sonde et compléter le tableau de variations du document réponse DR 1.

1.3 (1 point) Déterminer graphiquement le temps nécessaire pour que la sonde atteigne environ $95\ \%$ de l'écart entre T_0 et T_∞. Préciser la température correspondante et expliquer la lecture effectuée.

1.4 (1 point) À partir de la relation $T(\tau) = T_\infty - (T_\infty - T_0)\exp(-1)$, calculer la température attendue à $t = \tau$. Vérifier que la mesure à 10 s est compatible avec une constante de temps de $10,0$ s.

1.5 (1 point) Indiquer deux précautions expérimentales permettant de fiabiliser cette mesure dynamique. Pour chacune, préciser le biais ou la source de dispersion qu'elle permet de limiter.

Exercice 2 : Étalonnage d'un capteur de force (5 points)

Étalonner un instrument, exploiter une relation affine et estimer une incertitude

Un capteur de force délivre une tension U lorsqu'une masse étalon m est suspendue à son crochet. Pour cet exercice, les masses sont exprimées en kilogrammes. On modélise la réponse par une relation affine $U = am + b$. La pesanteur locale vaut $g = 9,81\ \mathrm{m\,s^{-2}}$.

La tension est mesurée avec un voltmètre de résolution $0,01\ \mathrm{V}$. On néglige l'incertitude des masses étalons devant celle de la mesure électrique. Le capteur est chargé sans choc et le crochet est vérifié avant la série de mesures.

Points d'étalonnage du capteur

Masse m (kg)	Tension U (V)
0,00	0,02
0,10	0,51
0,20	1,01
0,30	1,49
0,40	2,01

Mesures réalisées à température ambiante.

2.1 (1 point) Tracer le nuage de points $U = f(m)$ sur le document réponse DR 1. Décrire la tendance observée et indiquer si un modèle affine paraît pertinent.

2.2 (1 point) En utilisant les points extrêmes de la série, calculer une estimation de la pente a et de l'ordonnée à l'origine b de la droite d'étalonnage. Donner leurs unités.

2.3 (1 point) Un objet produit une tension de $1,26\ \mathrm{V}$. À l'aide de la droite obtenue à la question 2.2, déterminer sa masse puis son poids. Présenter les étapes de calcul.

2.4 (1 point) En ne considérant que la résolution du voltmètre, prendre une incertitude limite de $\pm 0,01\ \mathrm{V}$ sur la tension de l'objet. Estimer l'incertitude correspondante sur la masse à partir de la pente a, puis exprimer le résultat sous la forme $m \pm \Delta m$.

2.5 (1 point) La droite passe-t-elle exactement par tous les points expérimentaux ? Donner une cause instrumentale ou expérimentale plausible des écarts et proposer une vérification permettant de détecter une dérive du capteur.

Exercice 3 : Mesure calorimétrique de la capacité thermique massique (5 points)

Établir un bilan énergétique, exploiter des mesures répétées et discuter la validité d'un résultat

Un échantillon métallique de masse $m_m = 50,0\ \text{g}$, porté à $95,0\ ^\circ\text{C}$, est introduit rapidement dans $m_e = 150,0\ \text{g}$ d'eau initialement à $20,0\ ^\circ\text{C}$. Le calorimètre est supposé parfaitement isolé pendant le mélange et sa capacité thermique est négligée. La température d'équilibre est mesurée à trois reprises après homogénéisation.

La capacité thermique massique de l'eau vaut $c_e = 4180\ \text{J}\,\text{kg}^{-1}\,\text{K}^{-1}$. Le bilan énergétique s'écrit $m_m c_m (T_{m,i} - T_f) = m_e c_e (T_f - T_{e,i})$, où c_m est la capacité thermique massique recherchée. Les températures sont exprimées en degrés Celsius, les différences de température en kelvins.

Mesures de la température d'équilibre

Essai	Température finale T_f (°C)
1	23,6
2	23,8
3	23,7

Trois lectures réalisées après agitation douce du mélange.

3.1 (1 point) Calculer la moyenne des trois températures finales et indiquer pourquoi l'agitation douce du mélange est nécessaire avant la lecture.

3.2 (1 point) À partir du bilan énergétique donné, isoler algébriquement c_m. Vérifier que les signes retenus correspondent à une perte d'énergie du métal et à un gain d'énergie de l'eau.

3.3 (1 point) Convertir les masses en kilogrammes puis calculer la valeur expérimentale de c_m, en $\text{J}\,\text{kg}^{-1}\,\text{K}^{-1}$, en utilisant la température moyenne de la question 3.1.

3.4 (1 point) Une valeur de référence pour le métal étudié est $c_{\text{ref}} = 650\ \text{J}\,\text{kg}^{-1}\,\text{K}^{-1}$. Calculer l'écart relatif entre la valeur expérimentale et cette référence, puis conclure sur la compatibilité des résultats au regard des hypothèses du modèle.

3.5 (1 point) Citer deux échanges ou effets négligés dans le modèle qui pourraient modifier la valeur expérimentale. Pour chacun, indiquer qualitativement le sens possible de l'effet sur le résultat calculé.

Exercice 4 : Détermination de la constante de temps d'un circuit RC (5 points)

Préparer et exploiter une mesure électrique, linéariser un modèle et interpréter les résultats

Un condensateur de capacité $C = 100\ \mu\text{F}$, préalablement chargé, se décharge dans une résistance inconnue R. La tension à ses bornes suit le modèle $U(t) = U_0 \exp(-t/\tau)$, avec $U_0 = 5,00\ \text{V}$ et $\tau = RC$. Le voltmètre a une résolution de $0,01\ \text{V}$ et le chronomètre une résolution de $0,01\ \text{s}$.

La linéarisation du modèle donne $\ln(U(t)/U_0) = -t/\tau$. Les mesures sont réalisées sans modifier le branchement pendant la décharge. La capacité indiquée est considérée exacte pour le calcul de la résistance dans cet exercice.

Tension mesurée pendant la décharge

Temps t (s)	Tension U (V)
0,00	5,00
0,20	3,03
0,40	1,84
0,60	1,12
0,80	0,68

Valeurs relevées après la fermeture du circuit.

4.1 (1 point) Décrire un protocole de mesure permettant d'obtenir les couples (t, U) du tableau en limitant les perturbations du circuit. Préciser ce qui doit être vérifié avant la décharge.

4.2 (1 point) À partir des mesures aux instants $0,00\ \text{s}$ et $0,80\ \text{s}$, calculer une estimation de τ en utilisant la relation logarithmique fournie. Donner le détail du calcul.

4.3 (1 point) Calculer la résistance R en ohms puis en kilo-ohms. Rappeler la relation entre la constante de temps, la résistance et la capacité.

4.4 (1 point) À l'aide du modèle et de la valeur de τ obtenue, calculer la tension attendue à $t = \tau$. Comparer cette valeur à la mesure la plus proche dans le tableau et commenter l'accord.

4.5 (1 point) Expliquer pourquoi la représentation de $\ln(U/U_0)$ en fonction de t doit être approximativement une droite. Indiquer ce que représente sa pente et citer une limite de l'estimation de τ obtenue avec seulement deux points.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : CARACTÉRISTIQUES DES INSTRUMENTS ET CONSTANTES UTILISÉES

Les caractéristiques instrumentales ci-dessous s'appliquent aux quatre exercices. La résolution est le plus petit incrément affiché. Pour les questions demandant une incertitude limite, aucune autre composante d'incertitude n'est à ajouter, sauf demande explicite.

Relations utiles : $1\ \text{g} = 10^{-3}\ \text{kg}$, $1\ \mu\text{F} = 10^{-6}\ \text{F}$, $P = mg$, $\tau = RC$. Pour une droite de réponse $U = am + b$, la propagation de l'incertitude de tension seule s'écrit $\Delta m = \Delta U / |a|$.

Résolutions et constantes

Grandeur ou instrument	Valeur ou résolution
Thermomètre de référence	0,1 °C
Chronomètre de la mesure thermique	0,1 s
Voltmètre du capteur de force	0,01 V
Voltmètre du circuit RC	0,01 V
Chronomètre du circuit RC	0,01 s
Accélération de la pesanteur g	9,81 $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$
Capacité thermique massique de l'eau	4180 $\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

Données à utiliser pour l'exploitation des mesures.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : Questions 1.2 et 2.1 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

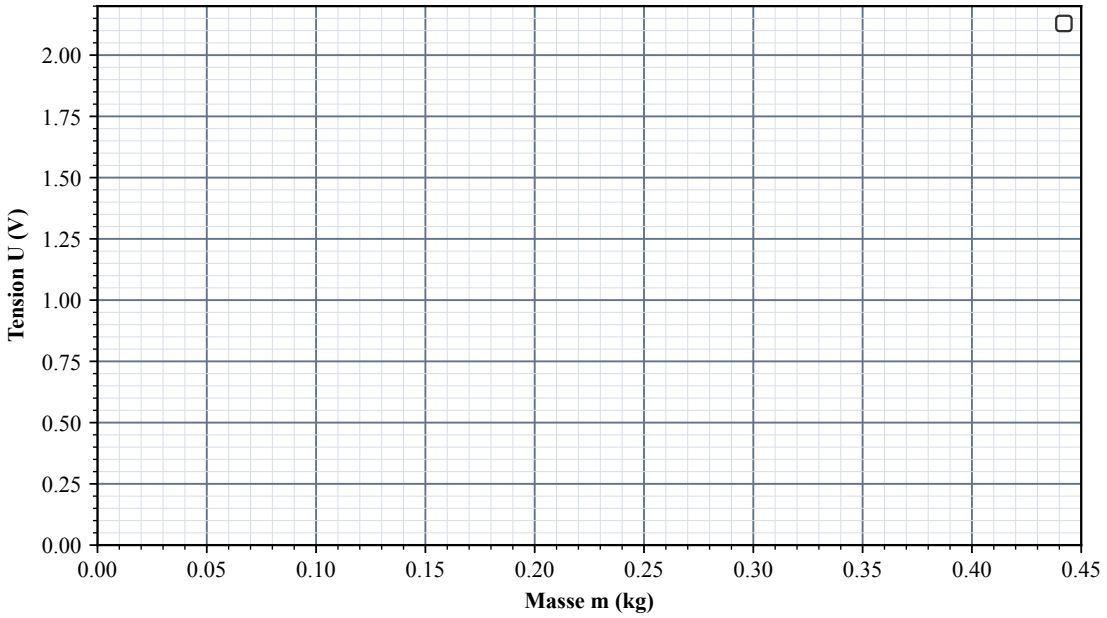
Compléter le tableau de variations pour la question 1.2. Pour la question 2.1, reporter les mesures du capteur de force sur le repère millimétré et tracer la droite d'étalonnage estimée. Indiquer les unités sur les axes. Ce document est à rendre avec la copie.

Tableau de variations de la température modélisée

Intervalle de temps	Signe de T'(t)	Variation de T(t)
0 à +∞	.....	.....

Compléter les cases indiquées par des points de suspension.

Repère millimétré pour l'étalonnage du capteur



À compléter : placer les points expérimentaux, puis tracer la droite d'étalonnage.

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.