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 consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du BP Charpentier, veuillez visiter :
bpcharpentier.fr/annales-sujets-et-corriges

BREVET PROFESSIONNEL

CHARPENTIER BOIS

SESSION 2026

ÉPREUVE E4 : ÉTUDE MATHÉMATIQUE ET SCIENTIFIQUE (U.40), ACTIVITÉS DE PHYSIQUE-CHIMIE

Coefficient : 2 pour l'unité E4 (U.40) Durée : 3 heures

Les appareils, produits, équipements de protection et documents expressément indiqués dans chaque situation sont mis à disposition. Aucun document personnel n'est autorisé.

Composition de l'épreuve	Support
Exercice 1 : Suivi expérimental du séchage d'une éprouvette de bois (5 points)	Dossier Questionnement
Exercice 2 : Vérification d'un circuit de chauffage basse tension (5 points)	Dossier Questionnement
Exercice 3 : Dosage d'une solution acide utilisée pour l'entretien du matériel (5 points)	Dossier Questionnement
Exercice 4 : Contrôle du pH après dilution (5 points)	Dossier Questionnement
DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES (DT 1)	Fourni avec le sujet
DOCUMENTS RÉPONSES (DR 1) : À RENDRE AVEC LA COPIE	Fin de sujet

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire, « type collège », est autorisé.

Ce sujet comporte 9 pages numérotées de 1/9 à 9/9.
Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

LES DOCUMENTS RÉPONSES SITUÉS EN FIN DE DOSSIER SONT À COMPLÉTER ET À RENDRE OBLIGATOIREMENT AVEC LA COPIE.

DOSSIER SUJET

CONSIGNES GÉNÉRALES DE L'ÉVALUATION : ATELIER DES CHARPENTES DU VERCORS, VILLARD-DE-LANS

L'unité E4 (U.40) porte sur l'étude mathématique et scientifique. La présente évaluation de physique-chimie prend appui sur des situations liées à un atelier de charpente : suivi du séchage d'une éprouvette de bois, contrôle d'un circuit de chauffage basse tension et analyses de solutions utilisées pour l'entretien du matériel.

L'évaluation est organisée en deux situations d'une durée maximale d'une heure chacune. Chaque situation est notée sur 10 points. Les quatre activités ci-dessous totalisent 20 points. Le candidat suit les consignes de sécurité, relève les mesures demandées, présente ses calculs avec les unités et justifie ses conclusions. Les relations utiles sont données dans le sujet et le dossier technique.

Exercice 1 : Suivi expérimental du séchage d'une éprouvette de bois (5 points)

Situation 1 : Exploitation de mesures, représentation graphique et modèle exponentiel

Une éprouvette de bois est placée dans une enceinte de séchage. La masse d'eau encore contenue dans l'éprouvette est notée $m(t)$, en grammes, après t minutes. Le modèle proposé est $m(t) = 12e^{-0{,}025t}$. La constante e est la base des logarithmes népériens. Pour déterminer le temps nécessaire pour atteindre une masse d'eau donnée, on peut utiliser $\ln(e^x) = x$.

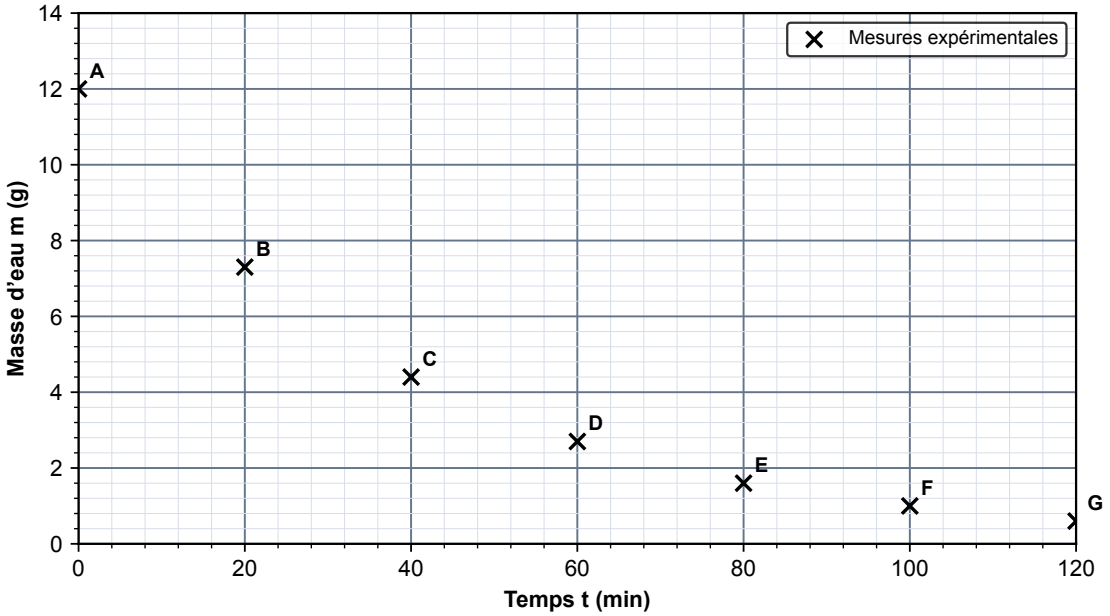
Les mesures sont fournies dans le tableau ci-dessous. Les valeurs expérimentales sont arrondies au dixième de gramme.

Mesures de la masse d'eau restante

Temps t (min)	0	20	40	60	80	100	120
Masse d'eau m (g)	12,0	7,3	4,4	2,7	1,6	1,0	0,6

Relevés réalisés pendant le séchage d'une éprouvette.

Repère pour la représentation de m en fonction de t



Placer les mesures expérimentales puis tracer une courbe d'ajustement.

1.1 (1 point) Sur le document réponse DR 1, placer les points correspondant aux mesures du tableau et tracer une courbe d'ajustement adaptée. Indiquer si la masse d'eau diminue de façon régulière ou selon une évolution non linéaire.

1.2 (1 point) À l'aide du modèle, calculer la masse d'eau prévue après 60 minutes. Donner le résultat au dixième de gramme.

1.3 (2 points) Déterminer, à l'aide du modèle, le temps auquel la masse d'eau atteint 2,0 g. Écrire l'équation utilisée, donner le résultat en minutes arrondi à la minute et indiquer la méthode de calcul avec le logarithme népérien.

1.4 (1 point) La dérivée du modèle est $m'(t) = -0,30e^{-0,025t}$. À partir de son signe, indiquer le sens de variation de m pour $t \geq 0$, puis interpréter cette variation dans le contexte du séchage.

Exercice 2 : Vérification d'un circuit de chauffage basse tension (5 points)

Situation 1 : Grandeurs électriques, énergie et sécurité

Un banc d'essai basse tension alimente une résistance chauffante destinée à un dispositif de séchage. Le générateur délivre une tension constante de $24\ \mathrm{V}$. La résistance mesurée, circuit hors tension, vaut $12\ \Omega$. Le banc est utilisé pendant 50 minutes. Le tarif de l'énergie électrique à retenir pour l'estimation est de $0,25\ €$ par kWh.

Relations fournies : $U = RI$, $P = UI$, $E = Pt$. Pour calculer l'énergie en kWh, exprimer la puissance en kW et la durée en heures.

Données du banc d'essai

Grandeur	Symbole	Valeur
Tension	U	24 V
Résistance	R	12 Ω
Durée de fonctionnement	t	50 min
Tarif de l'énergie	c	0,25 €/kWh

Les mesures de résistance se font uniquement lorsque le circuit est hors tension.

2.1 (1 point) Indiquer à quel moment la résistance doit être mesurée et citer une précaution à respecter avant toute intervention sur le circuit.

2.2 (1,5 point) Calculer l'intensité du courant dans la résistance, puis la puissance électrique du banc. Présenter les résultats avec leurs unités.

2.3 (1,5 point) Calculer l'énergie consommée pendant 50 minutes en kWh. Montrer la conversion de la durée en heures.

2.4 (1 point) Estimer le coût de cette utilisation au tarif indiqué. Expliquer en une phrase si le résultat est cohérent avec une durée de fonctionnement inférieure à une heure.

Exercice 3 : Dosage d'une solution acide utilisée pour l'entretien du matériel (5 points)

Situation 2 : Réaction acido-basique et exploitation d'un dosage

Un prélèvement de $10,0\ \mathrm{mL}$ d'une solution contenant de l'acide éthanoïque est dosé par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $0,100\ \mathrm{mol\,L^{-1}}$. Le volume versé à l'équivalence est $12,0\ \mathrm{mL}$. À l'équivalence, les quantités de matière des réactifs sont dans les proportions de l'équation de réaction.

Équation de réaction : $\mathrm{CH_3COOH(aq) + OH^-(aq) \rightarrow CH_3COO^-(aq) + H_2O(l)}$. Relation de dosage : $C_a V_a = C_b V_b$, où les volumes peuvent être exprimés dans la même unité.

Données du dosage

Donnée	Symbole	Valeur
Concentration de la solution titrante	Cb	0,100 mol/L
Volume de solution acide prélevé	Va	10,0 mL
Volume versé à l'équivalence	Vb	12,0 mL

Les volumes sont lus à l'équivalence.

3.1 (1 point) À partir de l'équation fournie, préciser les proportions entre l'acide éthanoïque et les ions hydroxyde à l'équivalence.

3.2 (2 points) Calculer la concentration C_a de la solution acide. Présenter la relation, le remplacement par les valeurs numériques et le résultat avec son unité.

3.3 (1 point) Une seconde mesure donne une concentration de $0,118\ \mathrm{mol\,L^{-1}}$. Calculer l'écart absolu entre les deux résultats et indiquer si cet écart est inférieur à $0,010\ \mathrm{mol\,L^{-1}}$.

3.4 (1 point) La solution titrante est une solution d'hydroxyde de sodium. Citer une précaution adaptée lors de sa manipulation et indiquer pourquoi le port de lunettes de protection est nécessaire.

Exercice 4 : Contrôle du pH après dilution (5 points)

Situation 2 : Mesure du pH, logarithme et interprétation

Avant de nettoyer un outil, le responsable contrôle le pH d'une solution acide diluée. Le pH est mesuré avec un pH-mètre étalonné. Pour relier le pH à la concentration en ions oxonium, on utilise $\mathrm{pH} = -\log_{10}[\mathrm{H_3O^+}]$, avec $[\mathrm{H_3O^+}]$ exprimée en $\mathrm{mol\,L^{-1}}$. La solution initiale a un pH mesuré de 2,5. Une dilution au dixième est préparée en prélevant $10,0\ \mathrm{mL}$ de solution initiale et en complétant à $100,0\ \mathrm{mL}$ avec de l'eau distillée. La mesure de la solution diluée donne un pH de 3,5.

La relation de dilution est $C_1V_1 = C_2V_2$. Pour une solution acide diluée dans les conditions de cette mesure, la concentration en ions oxonium est divisée par 10 et le pH augmente d'une unité.

Évolution de la concentration et du pH lors d'une dilution au dixième

État de la solution	**Initiale**	**Diluée au di**
n de la concentration en ions oxonium	**diminue**	
pH mesuré	**2,5** →	**3,5**

Valeurs relevées avec le pH-mètre pour les deux solutions.

Mesures de pH

Solution	Volume de solution initiale	Volume final	pH mesuré
Initiale	10,0 mL	10,0 mL	2,5
Diluée	10,0 mL	100,0 mL	3,5

Mesures effectuées à température ambiante.

4.1 (1 point) Calculer le facteur de dilution à partir des volumes indiqués.

4.2 (1 point) À l'aide de la relation fournie, calculer le pH attendu après une dilution au dixième. Comparer ce résultat au pH mesuré.

4.3 (1,5 point) À partir de $\mathrm{pH} = -\log_{10}[\mathrm{H_3O^+}]$, déterminer la concentration en ions oxonium correspondant au pH 2,5. Donner le résultat en notation scientifique.

4.4 (1,5 point) Indiquer si la solution est acide, neutre ou basique. Justifier la réponse à partir de la valeur du pH et préciser si les mesures sont cohérentes avec une dilution au dixième.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : DONNÉES ET RELATIONS UTILES POUR LES ACTIVITÉS

Séchage : modèle proposé $m(t) = 12e^{-0{,}025t}$, avec m en grammes et t en minutes. Sa dérivée est $m'(t) = -0,30e^{-0{,}025t}$. Pour résoudre $12e^{-0{,}025t} = 2$, utiliser le logarithme népérien.

Électricité : $U = RI$, $P = UI$, $E = Pt$. Une durée en minutes se convertit en heures en la divisant par 60. $1\ \text{kW} = 1000\ \text{W}$.

Dosage : réaction $\text{CH}_3\text{COOH(aq)} + \text{OH}^-\text{(aq)} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^-\text{(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)}$. À l'équivalence, $C_a V_a = C_b V_b$.

pH et dilution : $\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}_3\text{O}^+]$ et $C_1 V_1 = C_2 V_2$. Lors d'une dilution au dixième, la concentration de la solution diluée est dix fois plus faible que celle de la solution initiale. Le pH d'une solution neutre est 7 à température ambiante.

Sécurité : couper l'alimentation avant toute intervention sur un circuit. Porter des lunettes et une blouse lors de la manipulation de solutions acides ou basiques. Respecter les consignes figurant sur les flacons et les équipements.

Conversions usuelles

Grandeur	Équivalence
Durée	1 h = 60 min
Puissance	1 kW = 1 000 W
Volume	1 L = 1 000 mL

Données à utiliser pour les calculs.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : Exercice 1, questions 1.1 à 1.3 | **À RENDRE AVEC LA COPIE**

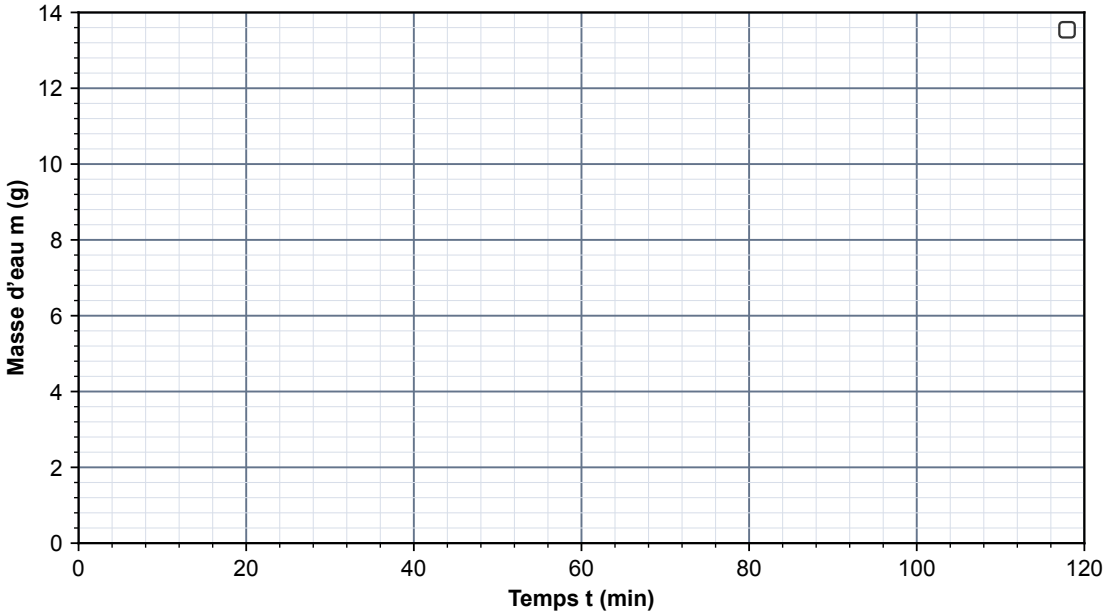
Compléter le tableau de calcul si nécessaire. Reporter les mesures de l'exercice 1 sur le repère et tracer la courbe d'ajustement. Indiquer les unités sur les axes et rendre le document avec la copie.

Calcul de la masse d'eau prévue après 60 minutes

Grandeur	Calcul ou valeur
Expression utilisée	.....
Masse d'eau après 60 min	... g
Temps pour atteindre 2,0 g	... min

Compléter les cases marquées par des points.

Graphique à compléter : masse d'eau en fonction du temps



Reporter les mesures fournies dans l'exercice 1 et tracer une courbe d'ajustement.

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.