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

ÉPREUVE C2 : EXPLOITER DES DONNÉES À DES FINS D'ANALYSE

SESSION 2026

Durée : 2 h 30

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
PHYSIQUE-CHIMIE	3,0 (INDICATIF)

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 10 pages numérotées de 1/10 à 10/10.

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

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CAHIER DES CHARGES : PLATEFORME DE CHIMIE PHYSIQUE, UNIVERSITÉ GRENOBLE ALPES, SAINT-MARTIN-D'HÈRES

La plateforme de chimie physique doit valider un caisson de maintien en température destiné à stabiliser un échantillon aqueux pendant une série de mesures. Vous intervenez comme assistant d'analyse au sein de l'équipe technique. À partir des documents techniques DT 1 à DT 3, vous devez exploiter les relevés de température et de titrage, vérifier le dimensionnement thermique de l'isolation, préparer un protocole opératoire et proposer des mesures de prévention.

Le cahier des charges impose une température de consigne de $60,0\ °C$, une tolérance de $\pm 1,0\ °C$ après stabilisation, une épaisseur d'isolation de $30\ mm$ et un coût de matière inférieur ou égal à $35,00\ €$ hors taxes. La masse volumique de la solution analysée est donnée dans le dossier. Les résultats numériques seront présentés avec les unités et un nombre de chiffres significatifs cohérent avec les données.

Le sujet comporte quatre parties indépendantes. Le barème total est de 20 points.

PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle et réglementaire (4 points)

Traduire le besoin en critères vérifiables et exploiter une série de mesures

Le caisson et son système de régulation sont décrits dans le DT 1. Les relevés de calibration du capteur sont fournis dans le DT 2. On note l'erreur de mesure $e = T_{ind} - T_{ref}$, où T_{ind} est la température indiquée par le capteur et T_{ref} la température de référence.

Critères du cahier des charges

Fonction attendue	Critère mesurable	Valeur exigée
Maintenir l'échantillon à la consigne	Température après stabilisation	60,0 °C ± 1,0 °C
Limiter les échanges thermiques	Épaisseur d'isolant	30 mm au minimum
Maîtriser le coût de fourniture	Coût des matériaux hors taxes	35,00 € au maximum

Données de conception communiquées par la plateforme.

1.1 (1 point) À partir du cahier des charges, énoncer la fonction principale du caisson et deux contraintes mesurables auxquelles il doit répondre.

1.2 (1,5 point) À l'aide des relevés du DT 2, calculer les erreurs e aux quatre points de calibration. Déterminer l'erreur moyenne et préciser si, au point de consigne de $60,0\ °C$, le relevé satisfait la tolérance du cahier des charges.

1.3 (1,5 point) À partir des références indiquées dans le DT 3, associer à chacune des opérations suivantes une exigence de maîtrise appropriée : traçabilité des mesures, manipulation de la solution titrante et vérification de la sécurité électrique du dispositif. Justifier chaque association en une phrase.

PARTIE 2 : Étude technologique, choix des matériaux et calculs (7 points)

Dimensionnement thermique, métré, rendement de découpe et coût matière

Le panneau isolant est constitué d'une plaque rectangulaire de dimensions extérieures $800\ \text{mm} \times 600\ \text{mm}$, d'épaisseur $30\ \text{mm}$, posée entre deux parements minces. Pour les calculs, assimiler le panneau à une paroi plane et négliger les résistances thermiques superficielles ainsi que les ponts thermiques. La conductivité thermique de l'isolant est donnée dans le DT 1. La surface d'isolant à commander doit inclure une marge de découpe de $8\ \%$.

Données utiles au dimensionnement et au métré

Paramètre	Valeur
Longueur du panneau	800 mm
Largeur du panneau	600 mm
Épaisseur de l'isolant	30 mm
Conductivité thermique de l'isolant	0,040 W·m⁻¹·K⁻¹
Prix de la plaque isolante	28,00 € HT par m²
Prix du parement	8,00 € HT par m²
Marge de découpe	8 % de la surface nette

Caractéristiques communiquées par le fournisseur, DT 1.

2.1 (2 points) Calculer la résistance thermique surfacique de l'isolant avec $R = e/\lambda$. Indiquer l'unité. Calculer ensuite le flux thermique surfacique transmis par conduction pour un écart de température de $40\ \text{K}$, en utilisant $\varphi = \lambda \Delta T / e$. Conclure sur la cohérence de l'épaisseur avec le cahier des charges.

2.2 (2 points) Calculer la surface nette d'isolant nécessaire pour un panneau. Ajouter la marge de découpe de $8\ \%$, puis déterminer la surface à commander. Reporter les résultats dans le DR 1.

2.3 (1,5 point) Calculer le coût total HT de l'isolant et du parement pour un panneau, en appliquant les prix au mètre carré à la surface nette puis à la surface majorée pour la découpe. Retenir la surface majorée pour les deux matériaux. Le coût respecte-t-il la limite de $35,00\ €$?

2.4 (1,5 point) Déterminer la quantité de matière perdue lors de la découpe, en mètres carrés et en pourcentage de la surface commandée. Indiquer une mesure de préparation permettant de limiter cette chute.

PARTIE 3 : Préparation de fabrication et protocole opératoire (5 points)

Exploiter une calibration et réaliser un dosage à partir de mesures

La calibration du capteur est effectuée en comparant son indication à une référence. Pour corriger une indication, on utilisera la relation affine déterminée à partir des points extrêmes du DT 2. Une solution commerciale d'acide éthanoïque est ensuite analysée par titrage. Les volumes et concentrations nécessaires au calcul sont fournis dans le DT 2.

Mesures de titrage à exploiter

Essai	Volume à l'équivalence de NaOH (mL)
1	8,32
2	8,35
3	8,34

Série de trois titrages concordants, données du DT 2.

3.1 (2 points) À partir des points extrêmes de calibration du DT 2, établir la relation affine $T_{\text{ind}} = aT_{\text{ref}} + b$. Calculer a et b, puis déterminer la température de référence correspondant à une indication de $60,0\ ^\circ\text{C}$. Présenter les étapes de calcul.

3.2 (1,5 point) Calculer le volume moyen à l'équivalence des trois essais. En utilisant la réaction de titrage et les données du DT 2, calculer la concentration molaire de l'acide éthanoïque dans la solution commerciale. Les coefficients stœchiométriques de la réaction sont de 1:1.

3.3 (1,5 point) Rédiger un protocole opératoire synthétique de préparation et de réalisation du titrage, dans l'ordre chronologique. Il doit comporter au moins six opérations pertinentes, la lecture du volume à l'équivalence et une règle de traitement des essais concordants.

PARTIE 4 : Prévention et sécurité (4 points)

Identifier les risques et définir des mesures de prévention adaptées

Les opérations comprennent la découpe d'un panneau, la manipulation d'une solution d'hydroxyde de sodium et l'utilisation d'un caisson chauffant alimenté électriquement. Les informations de sécurité et les références applicables sont précisées dans le DT 3.

Situations de travail à analyser

Situation	Danger ou risque à identifier	Prévention à proposer
Découpe du panneau isolant	À compléter	À compléter
Titrage par une solution de NaOH à 0,1000 mol·L^{-1}	À compléter	À compléter
Mise en service du caisson chauffant	À compléter	À compléter

Analyse des risques à effectuer à partir du DT 3.

4.1 (2 points) Compléter le tableau du DR 2 en identifiant, pour chacune des trois situations, un danger ou risque crédible et une mesure de prévention adaptée. Les réponses doivent distinguer les risques chimiques, mécaniques et électriques ou thermiques.

4.2 (2 points) Proposer une conduite à tenir en cas de projection de solution de NaOH sur la peau ou dans les yeux, puis préciser deux vérifications à effectuer avant la mise sous tension du caisson. S'appuyer sur les consignes du DT 3.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : CAISSON DE MAINTIEN EN TEMPÉRATURE : COUPE, DIMENSIONS ET CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX

Le panneau étudié est une paroi plane de dimensions extérieures $800\ \mathrm{mm} \times 600\ \mathrm{mm}$. Il comprend un parement extérieur, une couche isolante et un parement intérieur. L'épaisseur de l'isolant est de $30\ \mathrm{mm}$. Pour les calculs de cette épreuve, utiliser $R = e/\lambda$ et $\varphi = \lambda \Delta T / e$, avec e en mètres et λ en $\mathrm{W\,m^{-1}\,K^{-1}}$.

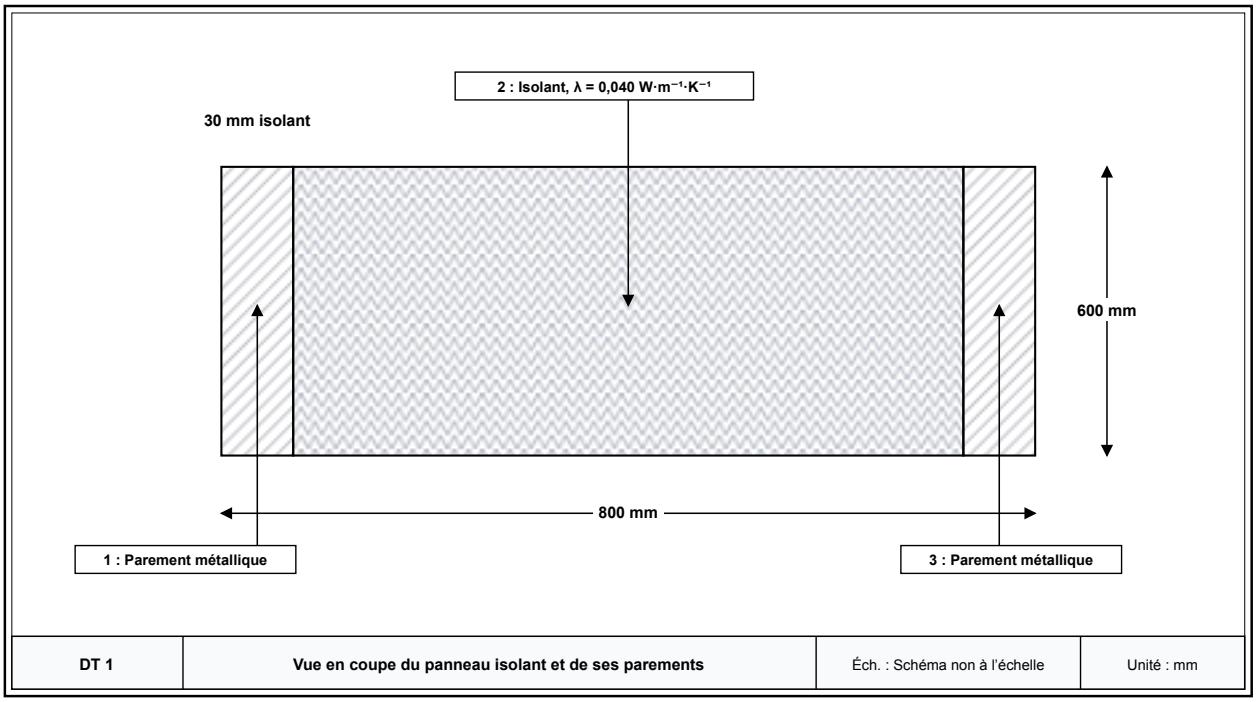


Schéma de principe non à l'échelle. Les cotes écrites font foi.

Caractéristiques techniques et références applicables

Élément	Caractéristique ou référence	Donnée retenue pour l'épreuve
Isolant	Conductivité thermique	0,040 $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$
Isolant	Épaisseur minimale spécifiée	30 mm
Parement	Surface couverte par panneau	Calculée à partir de 800 mm × 600 mm
Management des mesures	NF EN ISO/IEC 17025:2017	Traçabilité des résultats et maîtrise des équipements de mesure
Équipement électrique de laboratoire	NF EN 61010-1	Prise en compte des exigences générales de sécurité applicables aux équipements de laboratoire

Valeurs fournies pour l'étude du caisson.

DT 2 : DONNÉES DE CALIBRATION DU CAPTEUR ET D'ANALYSE DE LA SOLUTION

Les mesures de calibration ont été réalisées avec une référence vérifiée. Pour le calcul de la relation affine, utiliser le modèle $T_{\text{ind}} = aT_{\text{ref}} + b$ et les deux points extrêmes. Les relevés sont fournis avec une résolution de $0,1\ ^\circ\text{C}$.

Pour le titrage, la solution commerciale a été diluée en prélevant $10,00\ \text{mL}$ de solution initiale puis en complétant à $100,0\ \text{mL}$ dans une fiole jaugée. Un aliquot de $10,00\ \text{mL}$ de cette solution diluée est titré par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $0,1000\ \text{mol}\,\text{L}^{-1}$. L'équation de réaction est $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$. La masse molaire de l'acide éthanoïque est $60,05\ \text{g}\,\text{mol}^{-1}$.

Relevés de calibration du capteur

Température de référence (°C)	Température indiquée (°C)
20,0	20,4
40,0	40,2
60,0	60,1
80,0	79,8

Température indiquée et température de référence en degrés Celsius.

Données opératoires du dosage

Grandeur	Valeur
Concentration de NaOH	0,1000 mol·L^{-1}
Volume de l'aliquot titré	10,00 mL
Volume de solution commerciale prélevé pour dilution	10,00 mL
Volume final après dilution	100,0 mL
Volumes équivalents des essais	8,32 mL ; 8,35 mL ; 8,34 mL
Masse molaire de CH_3COOH	60,05 g·mol^{-1}

Volumes à l'équivalence et données de préparation.

DT 3 : CONSIGNES DE TRAVAIL, PRÉVENTION DES RISQUES ET RÉFÉRENCES

Les dispositions ci-dessous constituent les consignes applicables à la situation décrite. Elles complètent les procédures locales de la plateforme. Toute opération est réalisée selon les consignes de l'encadrant et les fiches de données de sécurité disponibles au poste.

Références et mesures de prévention à prendre en compte

Situation ou référence	Information fournie	Conséquence pour l'opérateur
NaOH à 0,1000 mol·L^{-1}	Solution irritante ; éviter les projections et le contact avec la peau ou les yeux.	Port de lunettes et de blouse ; gants adaptés lors de la préparation et du titrage.
Projection dans les yeux	Rincer immédiatement et abondamment à l'eau pendant au moins 15 minutes ; prévenir l'encadrant et suivre la procédure du site.	Ne pas retarder le rinçage ; faire évaluer la situation selon la procédure locale.
Projection sur la peau	Rincer immédiatement et abondamment à l'eau ; retirer les vêtements contaminés.	Prévenir l'encadrant et suivre la procédure du site.
Découpe d'un panneau isolant	Risque de coupure et de dispersion de particules.	Utiliser un outil adapté, stabiliser la pièce et porter les protections définies par l'évaluation des risques.
Caisson chauffant électrique	Risques de brûlure et de contact électrique en cas d'équipement endommagé ou de manipulation inadaptée.	Vérifier l'état visuel du câble, la stabilité de l'appareil et l'absence de contact avec des liquides avant mise sous tension.
Règlement CLP, règlement (CE) n° 1272/2008	Classification, étiquetage et emballage des substances et mélanges.	Lire l'étiquette et les informations de danger avant toute manipulation.
Code du travail, prévention des risques professionnels	Évaluer les risques et mettre en œuvre des mesures de prévention adaptées aux opérations.	Appliquer les consignes du site et signaler toute situation dangereuse.

Synthèse documentaire pour l'analyse des risques.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Feuille de métré, rendement de découpe et coût matière — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter directement les cases « ... ». Faire apparaître les unités et les étapes de calcul sur la copie.

Bilan de matière pour un panneau

Grandeur	Calcul ou relation	Résultat
Surface nette du panneau	Longueur × largeur	.....
Surface correspondant à la marge de découpe	Surface nette × 0,08	.....
Surface à commander	Surface nette × 1,08	.....
Coût de l'isolant	Surface à commander × 28,00 €·m^{-2}	.....
Coût du parement	Surface à commander × 8,00 €·m^{-2}	.....
Coût total HT	Coût isolant + coût parement	.....
Matière perdue à la découpe	Surface à commander - surface nette	.....

À compléter à partir des données du DT 1.

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

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 2 : Tableau d'analyse des risques — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter les cases « ... » en formulant un danger ou risque et une mesure de prévention adaptée à chaque situation.

Repérage des dangers et mesures de prévention

Situation de travail	Danger ou risque	Mesure de prévention
Découpe du panneau isolant	.....	.....
Titrage par une solution de NaOH à 0,1000 $mol \cdot L^{-1}$	.....	.....
Mise en service du caisson chauffant	.....	.....

À compléter à partir du DT 3.

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.