

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

Épreuve pratique de l'enseignement de spécialité physique-chimie
Évaluation des Compétences Expérimentales

Cette situation d'évaluation fait partie de la banque nationale.

ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

NOM :	Prénom :
Centre d'examen :	n° d'inscription :

Cette situation d'évaluation comporte **cinq** pages sur lesquelles le candidat doit consigner ses réponses. Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen.

Le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve.

En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l'examineur afin de lui permettre de continuer la tâche.

L'examineur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.

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

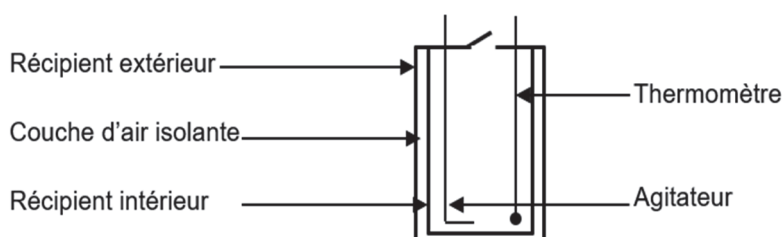
CONTEXTE DE LA SITUATION D'ÉVALUATION

Un calorimètre permet d'étudier les transferts thermiques dans un système que l'on considère comme thermiquement isolé du milieu extérieur. Lors d'une mesure calorimétrique une partie de la chaleur échangée est absorbée par le calorimètre lui-même. Avant toute manipulation, il est donc important de connaître sa capacité thermique.

Le but de cette épreuve est de déterminer expérimentalement la capacité thermique d'un calorimètre.

INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT**Description d'un calorimètre**

Le modèle de calorimètre classiquement utilisé dans un laboratoire de lycée (schéma ci-contre) est constitué de deux récipients, généralement en aluminium, de diamètres différents. La couche d'air emprisonnée entre ces deux récipients diminue fortement les transferts thermiques entre l'intérieur du récipient de plus petit diamètre et le milieu extérieur situé autour du récipient de plus grand diamètre. Dans le cadre de cette situation d'évaluation, le récipient de plus petit diamètre constitue le système.



Capacité thermique massique et capacité thermique

La capacité thermique massique, notée c , correspond à la quantité d'énergie qu'il faut fournir à une unité de masse d'un corps pour augmenter sa température d'un kelvin (K) ou d'un degré Celsius ($^{\circ}\text{C}$), lorsque la pression reste constante dans l'enceinte isolée qui le contient. La capacité thermique massique peut être exprimée en $\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ ou $\text{J} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$.

D'après : <https://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr/ressource/proprietes-eau.xml>

De cette définition il est possible de déduire la relation suivante entre le transfert thermique Q , la variation de température ΔT , la masse du corps m et la capacité thermique massique c :

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

La capacité thermique C d'un corps de masse m de capacité thermique massique c est donnée par la relation :

$$C = m \cdot c$$

Bilan thermique

Dans un calorimètre de capacité thermique C_{cal} , un bilan thermique du système isolé constitué de deux corps de masses m_1 et m_2 de capacités thermiques massiques respectives c_1 et c_2 , conduit à la relation :

$$m_1 \cdot c_1 \cdot (T_f - T_1) + m_2 \cdot c_2 \cdot (T_f - T_2) + C_{\text{cal}} \cdot (T_f - T_1) = 0$$

avec : T_1 la température initiale du système de masse m_1 et du calorimètre avec ses accessoires ;

T_2 la température initiale du système de masse m_2 ;

T_f la température finale du système $\{m_1 + m_2 + \text{calorimètre avec ses accessoires}\}$.

Remarque : la variation de température possède la même valeur pour des températures exprimées en degré Celsius ($^{\circ}\text{C}$) ou en kelvin (K).

Incertitude associée

Dans le cadre de cette situation d'évaluation, l'incertitude type associée à une différence ΔX mesurée par double lecture est donnée par la relation :

$$u(\Delta X) = \frac{1 \text{ graduation}}{\sqrt{6}}$$

L'incertitude type est exprimée dans la même unité que la grandeur mesurée.

Critère de compatibilité

Dans le cadre de cette situation d'évaluation, on considère que la mesure expérimentale d'une grandeur X_{exp} , associée à l'incertitude de mesure $u(X_{\text{exp}})$, est compatible avec la valeur de référence $X_{\text{référence}}$ de cette grandeur si la relation suivante est vérifiée :

$$\frac{|X_{\text{exp}} - X_{\text{référence}}|}{u(X_{\text{exp}})} < 2$$

Données utiles

Capacité thermique massique de l'eau : $c_{\text{eau}} = 4,18 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$.

Capacité thermique massique de l'aluminium : $c_{\text{aluminium}} = 0,895 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$.

Précision de la balance mise à disposition : g

Protocole expérimental

L'objectif de ce protocole est de mesurer l'évolution thermique d'un mélange d'eau chaude et froide afin de déterminer la capacité thermique du calorimètre.

- Vérifier que le bain-marie fonctionne et que la température de son eau n'excède pas 65 °C.
- À l'aide d'un bécher n°1 de 250 mL prélever une masse m_1 proche de 200 g d'eau à température ambiante. Cette eau sera par la suite dite « froide ». Noter la valeur de la masse m_1 .
- Verser l'eau froide dans le calorimètre, le refermer puis agiter légèrement pour homogénéiser la température initiale du système {eau froide + calorimètre}. Relever cette température T_1 et la noter.
- Prélever à l'aide d'un bécher n°2 de 250 mL une masse m_2 proche de 200 g d'eau chaude provenant du bain-marie. Noter la valeur de la masse m_2 .
- Après une légère agitation et en plaçant le thermomètre au centre du volume d'eau chaude contenu dans le bécher n°2, relever la température initiale T_2 de l'eau chaude et noter sa valeur.
- Verser rapidement mais avec précaution le volume d'eau chaude dans le calorimètre. Refermer le calorimètre avec son couvercle.
- Agiter doucement pour homogénéiser la température du mélange et suivre l'évolution de la température. Relever la température finale T_f du mélange et noter sa valeur.

TRAVAIL À EFFECTUER

1. Capacité thermique du récipient en aluminium (10 minutes conseillées)

Mesurer la masse m_{cal} de l'ensemble {récipient intérieur du calorimètre + agitateur}. Reporter ci-dessous la valeur obtenue, exprimée en gramme :

$m_{cal} = \dots\dots\dots$ g

Déterminer la valeur de la capacité thermique C_{cal} du récipient en aluminium.

.....

.....

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter le résultat ou en cas de difficulté	

2. Capacité thermique du calorimètre réel (25 minutes conseillées)

2.1. Indiquer à quel moment du protocole expérimental mis à disposition il faut relever la température finale T_f .

.....

.....

.....

.....

APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

2.2. Mettre en œuvre le protocole expérimental fourni et reporter les valeurs mesurées des différentes grandeurs dans le tableau ci-dessous.

Masse eau froide	$m_1 = \dots\dots\dots \text{ g}$
Température initiale eau froide + calorimètre	$T_1 = \dots\dots\dots ^\circ\text{C}$
Masse eau chaude	$m_2 = \dots\dots\dots \text{ g}$
Température initiale eau chaude	$T_2 = \dots\dots\dots ^\circ\text{C}$
Température finale mélange	$T_f = \dots\dots\dots ^\circ\text{C}$
Variation température eau froide	$T_f - T_1 = \dots\dots\dots ^\circ\text{C}$
Variation température eau chaude	$T_f - T_2 = \dots\dots\dots ^\circ\text{C}$

APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour lui présenter les réponses et les résultats obtenus ou en cas de difficulté	

2.3. Calculer l'incertitude type $u(\Delta T)$ associée à une différence de température ΔT mesurée lors de cette expérience.

.....

.....

.....

3. Simulation numérique de la mesure de capacité thermique (15 minutes conseillées)

On cherche maintenant à simuler numériquement la répétition de l'expérience qui vient d'être mise en œuvre. On souhaite réaliser 100 000 essais grâce au programme Python « **capacite_thermique.py** » fourni.

3.1. Compléter les lignes 7 à 14 du programme Python « **capacite_thermique.py** » avec le nombre de simulations attendues, les valeurs mesurées qui correspondent aux différentes grandeurs ainsi que l'incertitude type $u(\Delta T)$.

3.2. À l'aide du résultat du bilan thermique fourni, exprimer la capacité du calorimètre C_{cal} en fonction des grandeurs m_1 , m_2 , c_{eau} , T_f , T_2 et T_1 .

.....

.....

.....

.....

.....

- 3.3. Compléter la ligne 34 du programme Python « **capacite_thermique.py** » avec la formule littérale trouvée dans la question précédente. Exécuter le programme.
- 3.4. Présenter ci-dessous la valeur de la capacité thermique du calorimètre et son incertitude associée, obtenues par la simulation numérique.

.....

.....

.....

.....

APPEL n°3		
	Appeler le professeur pour lui présenter les résultats ou en cas de difficulté	

4. Exploitation des résultats (10 minutes conseillées)

- 4.1. Évaluer la compatibilité entre la capacité thermique du récipient en aluminium déterminée dans la première partie et celle du calorimètre obtenue à la question précédente à l'aide du critère fourni.

.....

.....

.....

.....

- 4.2. Proposer une amélioration du protocole et expliquer en quoi elle permettrait d'obtenir une mesure plus fiable ou plus précise.

.....

.....

.....

.....

APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

Défaire le montage et ranger la paillasse avant de quitter la salle.