

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 collège » est autorisé.

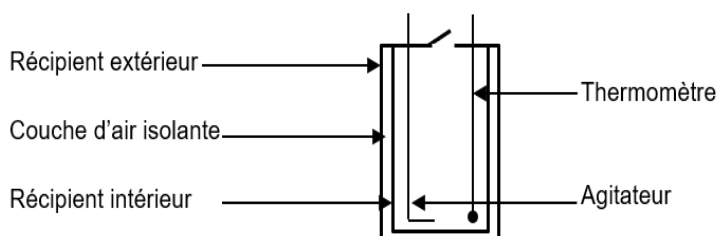
CONTEXTE DE LA SITUATION D'ÉVALUATION

Le but de cette épreuve est de déterminer expérimentalement si le récipient intérieur d'un calorimètre et ses accessoires peut être modélisé par un simple récipient en aluminium.

INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT

Description d'un calorimètre

Un calorimètre permet d'étudier les transferts thermiques dans un système que l'on considère thermiquement isolé du milieu extérieur. Il existe plusieurs types de calorimètres. Le modèle classiquement utilisé dans un laboratoire de lycée (schéma ci-contre) est constitué de deux récipients, généralement en aluminium et de diamètres différents. La couche d'air emprisonnée entre ces deux récipients diminue fortement les transferts thermiques entre l'intérieur du récipient, de petit diamètre, qui constitue le système, et le milieu extérieur situé à l'extérieur du récipient de plus grand diamètre.



Capacité thermique massique et capacité thermique

La capacité thermique massique c à pression constante est l'énergie qu'il faut fournir à un gramme du corps considéré pour élever sa température d'un kelvin (K) (ou d'un degré Celsius °C) tout en maintenant sa pression constante. La capacité thermique massique s'exprime en $\text{J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ou $\text{J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$

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

De cette définition il est possible de déduire la relation 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 de thermique massique c est donné par :

$$C = c \cdot m$$

Bilan thermique

Dans un calorimètre de capacité thermique C_{cal} , un bilan thermique du système isolé constitué par deux corps de masse m_1 et m_2 et de capacité thermique massique respectivement c_1 et c_2 permet d'aboutir 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 température initiale du système de masse m_1 et du calorimètre avec ses accessoires

T_2 température initiale du système de masse m_2

T_f température finale du système $\{m_1 + m_2 + \text{calorimètre}\}$

Remarque : la variation de température possède la même valeur pour des températures exprimées en degré Celsius (°C) ou en kelvin (K).

Incertitude associée à la mesure d'une grandeur par double lecture

Dans le cadre de cette étude, l'incertitude type associée à une grandeur X mesurée est :

$$u(X) = \frac{0,5 \text{ graduation}}{\sqrt{3}}$$

Critère de compatibilité

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

$$\left| \frac{X_{\text{mesurée}} - X_{\text{référence}}}{u(X_{\text{mesurée}})} \right| < 2$$

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 : $c_{\text{aluminium}} = 0,895 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$

TRAVAIL À EFFECTUER

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

Mesurer m_{cal} la masse du récipient intérieur du calorimètre et de l'agitateur. Reporter la valeur exprimée en gramme avec trois chiffres significatifs.

$$m_{cal} = \dots \text{ Valeur expérimentale } \dots$$

Calculer la valeur de la capacité thermique du récipient en aluminium :

$$C = c_{\text{aluminium}} \cdot m = 0,895 \cdot \text{Valeur expérimentale} = \dots \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$$

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

2. Capacité thermique du calorimètre réel (40 minutes conseillées)

2.1. Prendre connaissance et compléter le protocole expérimental suivant :

Vérifier que le bain marie fonctionne et que la température de l'eau n'excède pas 70 °C.

Prélever et mesurer avec précision à l'aide d'un bécher de 250 mL une masse m_1 proche de 200 g d'eau à la température ambiante. Cette eau est dite froide. Noter la valeur m_1 .

$$m_1 = \dots \text{ Valeur expérimentale } \dots$$

Verser m_1 dans le calorimètre agiter légèrement pour homogénéiser la température initiale de l'ensemble {eau froide + calorimètre}. Relever cette température que l'on notera T_1 .

$$T_1 = \dots \text{ Valeur expérimentale } \dots$$

Prélever et mesurer avec précision à l'aide d'un bécher de 250 mL une masse m_2 proche de 200 g d'eau chaude du bain marie. Noter la valeur m_2 .

$$m_2 = \dots \text{ Valeur expérimentale } \dots$$

Mesurer la température initiale de l'eau chaude après une légère agitation et en plaçant le thermomètre au milieu du volume d'eau. Relever cette température que l'on notera T_2 .

$$T_2 = \dots \text{ Valeur expérimentale } \dots$$

Verser rapidement, mais avec précaution, le volume d'eau chaude dans le calorimètre.

Agiter pour homogénéiser la température, suivre l'évolution de la température de ce mélange et noter la valeur T_f .

$$T_f = \dots \text{ Valeur expérimentale } \dots$$

2.2. Expliquer comment a été repérée la valeur T_f .

La valeur T_f a été mesuré une fois que la température reste constante pendant un certain temps malgré l'agitation.

2.3. Reporter les valeurs des différentes grandeurs dans le tableau ci-dessous :

Masse d'eau froide (en g)	$m_1 = \dots \text{ Valeur expérimentale } \dots$
Température initiale eau froide + calorimètre (en °C)	$T_1 = \dots \text{ Valeur expérimentale } \dots$

Masse d'eau chaude (en g)	$m_2 =$ Valeur expérimentale
Température initiale eau chaude (en °C)	$T_2 =$ Valeur expérimentale
Température finale du mélange (en °C)	$T_f =$ Valeur expérimentale
Variation température eau froide	$T_f - T_1 = \dots$ Valeur calculée
Variation température eau chaude	$T_f - T_2 =$ Valeur calculée

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

2.4. Calculer l'incertitude type associée à chaque mesure de température :

- $u(T_1)$ incertitude type associée à la mesure de la température de l'ensemble {eau froide + calorimètre} ;
- $u(T_2)$ incertitude type associée à la mesure de la température de l'eau chaude ;
- $u(T_f)$ incertitude type associée à la mesure de la température finale du système.

$$u(T_1) = u(T_2) = u(T_f) = \frac{0,5 \text{ graduation}}{\sqrt{3}} = \frac{0,5 \times 0,1}{\sqrt{3}} = 0,03 \text{ °C}$$

Reporter dans le programme python « **capacite_thermique.py** » les valeurs qui correspondent aux différentes grandeurs. Exécuter le programme. Présenter le résultat de la mesure ainsi que son incertitude associée :

A faire expérimentalement.

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

3. Exploitation des résultats (10 minutes conseillées)

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.

On compare les deux valeurs obtenues en faisant

$$\left| \frac{X_{\text{mesurée}} - X_{\text{référence}}}{u(X_{\text{mesurée}})} \right| = \left| \frac{C_{\text{mesurée}} - C_{\text{référence}}}{u(C_{\text{mesurée}})} \right| = \left| \frac{\text{Valeur donnée par le programme} - \text{valeur calculée à la question 1}}{\text{Valeur donnée par le programme}} \right|$$

Si le résultat est inférieur ou égale à 2, les deux valeurs sont compatibles.

Proposer une amélioration possible du protocole.

Une amélioration possible du protocole consiste à isoler thermiquement le calorimètre

APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

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