RADIATEUR À INERTIE SÈCHE

Session 2026

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'examinateur afin de lui permettre de continuer la tâche.
L'examinateur 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

Aux radiateurs électriques traditionnels, composés d'une simple résistance, on préfère aujourd'hui des radiateurs électriques à inertie sèche, pour un meilleur confort thermique.
Ces derniers utilisent un matériau solide qui a la capacité d'emmagasiner de l'énergie puis de la restituer lentement, même après l'arrêt de la résistance électrique. Les critères menant à un choix pertinent pour le matériau utilisé sont nombreux. On s'intéressera ici à l'un d'entre eux : la diffusivité thermique.

Le but de cette épreuve est de déterminer la diffusivité thermique de l'acier puis de choisir le matériau le plus adapté pour constituer le corps de chauffe d'un radiateur à inertie sèche, en se limitant à la prise en compte de sa diffusivité thermique.

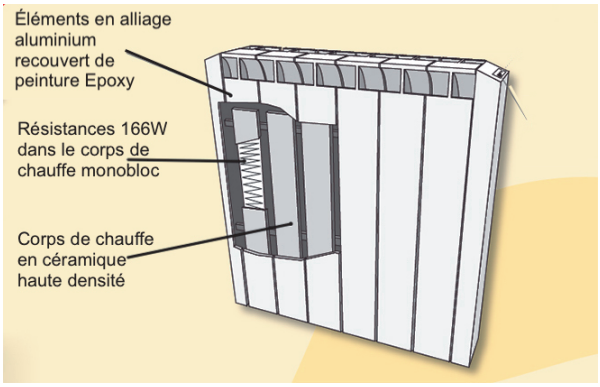
INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT

Principe d'un radiateur à inertie sèche

Ce type de radiateur est constitué :

- d'une résistance électrique qui chauffe par effet Joule ;
- d'un corps de chauffe constitué d'un matériau solide.

Lorsque la résistance électrique chauffe, le corps de chauffe accumule de l'énergie. Le matériau conserve cette énergie thermique puis elle est transférée progressivement dans la pièce par rayonnement et convection naturelle.



Source : https://www.chauffage-sobreco.com/Fabrication-radiateur-a-inertie.html

Diffusivité thermique

La diffusivité thermique caractérise la propagation de la chaleur dans le matériau. Elle se note α, en $m^2 \cdot s^{-1}$, et s'exprime par la relation :

$$\alpha = \frac{\lambda}{\rho \times c}$$

avec

- λ la conductivité thermique du matériau en $W \cdot m^{-1} \cdot °C^{-1}$;
- ρ la masse volumique du matériau en $kg \cdot m^{-3}$;
- c la capacité thermique massique du matériau en $J \cdot kg^{-1} \cdot °C^{-1}$;

Afin que le corps de chauffe d'un radiateur à inertie sèche maintienne le plus longtemps possible la température de la surface rayonnante, on cherchera à utiliser un matériau de faible diffusivité thermique.

Protocole de détermination expérimentale de la capacité thermique massique d'un matériau

- Peser le solide constitué du matériau à étudier et noter sa masse m_{solide}.
- Immerger le solide dans l'eau chaude fournie pendant 5 minutes de manière que la température du solide notée $\theta_{solide\ chaud}$ atteigne la température de l'eau chaude. Mesurer puis noter la valeur $\theta_{solide\ chaud}$.
- Pendant ce temps, introduire à l'intérieur d'un calorimètre une masse d'eau froide mesurée précisément, m_{eau}, de l'ordre de 250 g. Mesurer puis noter la température $\theta_{eau\ froide}$ lorsque l'équilibre thermique est atteint.
- Sortir le solide de l'eau chaude puis le plonger rapidement dans l'eau contenue dans le calorimètre.
- Mesurer la température d'équilibre du système {eau, solide} contenu dans le calorimètre, $\theta_{équilibre}$. La noter.

La capacité thermique massique se calcule à l'aide de la relation suivante :

$$c_{solide} = \frac{-m_{eau} \times c_{eau} \times (\theta_{équilibre} - \theta_{eau\ froide}) - C_{calorimètre} \times (\theta_{équilibre} - \theta_{eau\ froide})}{m_{solide} \times (\theta_{équilibre} - \theta_{solide\ chaud})}$$

avec :

- les masses exprimées en kg ;
- les températures en °C ;
- les capacités thermiques massiques en $J \cdot kg^{-1} \cdot °C^{-1}$ et la capacité thermique du calorimètre en $J \cdot °C^{-1}$.

Données

- Capacité thermique massique de l'eau : $c_{eau} = 4185\ J \cdot kg^{-1} \cdot °C^{-1}$
- Capacité thermique du calorimètre $C_{calorimètre}$, notée sur le calorimètre
- Conversion : $1\ mL = 1 \times 10^{-6}\ m^3$

TRAVAIL À EFFECTUER

1. Masse volumique de l'acier (20 minutes conseillées)

1.1. À l'aide du matériel disponible, proposer un protocole expérimental permettant de déterminer la masse volumique de l'acier constituant le solide à disposition.

……

……

……

……

……

……

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter votre protocole	

1.2. Mettre en œuvre la démarche expérimentale puis noter les valeurs expérimentales obtenues et déterminer la valeur de la masse volumique de l'acier.

……

……

……

……

……

APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour lui présenter le résultat expérimental et obtenir l'eau chaude nécessaire dans la partie 2 ou en cas de difficulté	

2. Capacité thermique massique de l'acier (25 minutes conseillées)

2.1. Mettre en œuvre le protocole expérimental permettant de déterminer la capacité thermique massique de l'acier à l'aide du solide en acier fourni.

2.2. Noter ci-dessous les résultats des mesures.

- m_{eau} = ……. kg

- $\theta_{eau\ froide}$ = ……. °C
- $\theta_{solide\ chaud}$ = ……. °C
- m_{solide} = ……. kg
- $\theta_{équilibre}$ = ……. °C

APPEL n°3		
	Appeler le professeur pour lui présenter vos mesures	

2.3. Calculer la valeur de la capacité thermique de l'acier.

……

……

……

c_{acier} = ……

3. Choix du matériau (15 minutes conseillées)

3.1. Compléter le tableau ci-dessous avec les résultats expérimentaux obtenus aux questions 1.2 et 2.3 puis calculer la diffusivité thermique de chaque matériau.

	Céramique	Fonte	Aluminium	Acier
Capacité thermique massique c	900 $J \cdot kg^{-1} \cdot °C^{-1}$	460 $J \cdot kg^{-1} \cdot °C^{-1}$	900 $J \cdot kg^{-1} \cdot °C^{-1}$	
Masse volumique ρ	3000 $kg \cdot m^{-3}$	7200 $kg \cdot m^{-3}$	2700 $kg \cdot m^{-3}$	
Conductivité thermique λ	3 $W \cdot m^{-1} \cdot °C^{-1}$	65 $W \cdot m^{-1} \cdot °C^{-1}$	225 $W \cdot m^{-1} \cdot °C^{-1}$	65 $W \cdot m^{-1} \cdot °C^{-1}$
Diffusivité thermique				

3.2. Choisir le matériau le plus adapté du point de vue de la diffusivité thermique pour constituer le corps de chauffe d'un radiateur électrique à inertie sèche. Justifier.

……

……

……

……

……

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