

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 liquide de refroidissement est essentiel aux moteurs thermiques. Il circule dans ces moteurs afin de refroidir les différentes pièces qui les constituent et éviter ainsi leur surchauffe. La plupart des liquides de refroidissement sont des mélanges eau - éthylène glycol.



Le but de cette épreuve est de déterminer la proportion d'éthylène glycol dans un liquide de refroidissement et d'expliquer pourquoi il est préféré à l'eau.

INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT

Liquide de refroidissement

La fonction principale du liquide de refroidissement est de collecter efficacement l'énergie thermique du moteur et de la dissiper à travers le radiateur dans l'environnement. Il contient un antigel dont le principal composant peut être l'éthylène glycol. Lorsqu'il est utilisé sous forme de corps pur, l'éthylène glycol gèle à environ $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$, tandis que le mélange éthylène glycol/eau peut rester liquide à des températures beaucoup plus basses. Un mélange de 40 % d'eau et de 60 % d'éthylène glycol, par exemple, peut rester liquide jusqu'à des températures d'environ $-37\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Capacité thermique massique d'un corps

La capacité thermique massique d'un corps mesure sa capacité à stocker de l'énergie lors d'une variation de température.

Méthode des mélanges

Une méthode très utilisée en calorimétrie est appelée « méthode des mélanges ». Le principe de cette méthode est le suivant : après introduction d'une masse déterminée du liquide de refroidissement dans le calorimètre, l'ensemble {calorimètre + liquide de refroidissement} atteint l'équilibre thermique à une température que l'on mesure. On peut alors introduire un objet (un morceau de métal par exemple) à une autre température (plus élevée) et relever la valeur de la température à l'équilibre thermique.

Un bilan d'énergie permet alors d'obtenir la valeur de la capacité thermique du liquide de refroidissement C_{liquide} (exprimée en $\text{J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot^{\circ}\text{C}^{-1}$) en fonction de la valeur de la capacité thermique massique de l'objet, de sa masse, de la masse du liquide de refroidissement, de la capacité thermique du calorimètre et des températures mesurées.

Données utiles

- Capacité thermique massique de l'eau : $c_{\text{eau}} = 4,18\text{ J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot^{\circ}\text{C}^{-1}$
- Capacité thermique massique de l'objet en métal : $c_{\text{métal}} =$ $\text{J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot^{\circ}\text{C}^{-1}$
- Capacité thermique du calorimètre : $C =$ $\text{J}\cdot^{\circ}\text{C}^{-1}$
- Températures de changement d'état :

	Température de fusion à la pression atmosphérique	Température de vaporisation à la pression atmosphérique
Eau	$0\text{ }^{\circ}\text{C}$	$100\text{ }^{\circ}\text{C}$
Éthylène glycol	$-13\text{ }^{\circ}\text{C}$	$197\text{ }^{\circ}\text{C}$

- Données de sécurité pour l'éthylène glycol :

H302 : Nocif en cas d'ingestion



TRAVAIL À EFFECTUER

Afin de déterminer la proportion d'éthylène glycol dans le liquide de refroidissement, il est nécessaire de déterminer la capacité thermique massique du liquide de refroidissement à l'aide d'un solide préalablement chauffé, dont la capacité thermique massique est connue.

Pour cela, mesurer la masse de l'objet métallique à disposition et noter sa valeur : $m_{\text{m\u00e9tal}} = \dots$ **mettre la valeur mesur\u00e9e avec la balance.**

Plonger cet objet m\u00e9tallique dans le bain thermostat\u00e9 r\u00e9gl\u00e9 \u00e0 80\u00b0C en le suspendant \u00e0 la potence. Son chauffage n\u00e9cessite du temps.

1. D\u00e9termination d'une capacit\u00e9 thermique massique. (40 minutes conseill\u00e9es)

Pour d\u00e9terminer la valeur de la capacit\u00e9 thermique massique du liquide de refroidissement, on va plonger l'objet m\u00e9tallique chauff\u00e9 pr\u00e9c\u00e9demment, et dont on conna\u00eet la capacit\u00e9 thermique $C_{\text{m\u00e9tal}}$, dans une certaine masse de liquide de refroidissement contenue dans le calorim\u00e8tre.

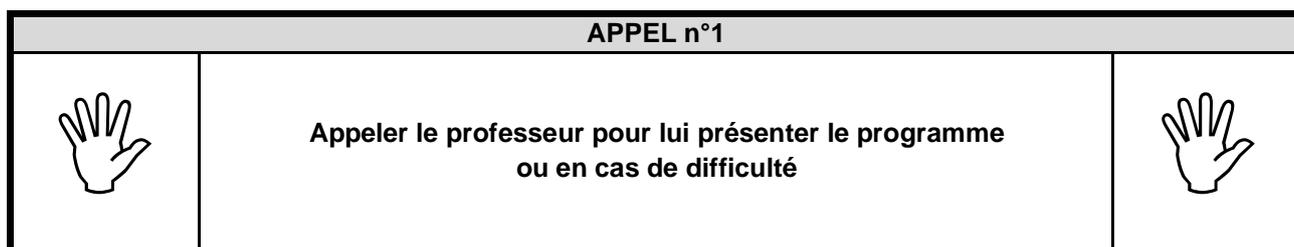
Par bilan \u00e9nerg\u00e9tique on obtient la relation :

$$C_{\text{liquide}} = \frac{m_{\text{m\u00e9tal}} \cdot C_{\text{m\u00e9tal}} \cdot (\theta_{\text{m\u00e9tal}} - \theta_{\text{eq}})}{m_{\text{liquide}} \cdot (\theta_{\text{eq}} - \theta_i)} - \frac{C}{m_{\text{liquide}}}$$

1.1. Le programme Python « liquide.py » ouvert sur l'ordinateur permet de calculer la valeur de la capacit\u00e9 thermique massique C_{liquide} du liquide de refroidissement \u00e0 partir des mesures exp\u00e9rimentales.

En utilisant les notations pr\u00e9sentes dans le programme, compl\u00e9ter la ligne 20 du programme permettant de calculer la valeur de C_{liquide} en utilisant la formule donn\u00e9e ci-dessus.

Ligne 20 : $C_{\text{liquide}} = (m_{\text{metal}} * C_{\text{metal}} * (T_{\text{metal}} - T_f)) / (m_{\text{liquide}} * (T_f - T_i)) - (C / m_{\text{liquide}})$



1.2. Mettre en \u00e9uvre le protocole suivant :

- Peser environ 350 grammes de liquide de refroidissement de capacit\u00e9 thermique massique C_{liquide} \u00e0 temp\u00e9rature ambiante. Noter ci-dessous la masse exacte pr\u00e9lev\u00e9e m_{liquide} .
- Verser le liquide de refroidissement pes\u00e9 dans le calorim\u00e8tre de capacit\u00e9 thermique C .
- Attendre l'\u00e9quilibre thermique et mesurer la temp\u00e9rature initiale θ_i du liquide de refroidissement.
- Mesurer la temp\u00e9rature du bain thermostat\u00e9, c'est-\u00e0-dire \u00e9galement celle de l'objet m\u00e9tallique $\theta_{\text{m\u00e9tal}}$.
- Introduire rapidement l'objet m\u00e9tallique dans le calorim\u00e8tre, fermer le calorim\u00e8tre, attendre l'\u00e9quilibre thermique et mesurer la temp\u00e9rature θ_{eq} de l'eau.

Noter les valeurs des grandeurs mesur\u00e9es obtenues : **Il faut faire l'exp\u00e9rience et relever les valeurs suivantes :**

$m_{\text{liquide}} = \dots$ **Valeur exp\u00e9rimentale mesur\u00e9e..** $\theta_{\text{m\u00e9tal}} = \dots$ **Valeur exp\u00e9rimentale mesur\u00e9e ..**

$\theta_i = \dots$ **Valeur exp\u00e9rimentale mesur\u00e9e ...** $\theta_{\text{eq}} = \dots$ **Valeur exp\u00e9rimentale mesur\u00e9e ..**

1.3. Ex\u00e9cuter le programme avec ces valeurs et noter la valeur et l'unit\u00e9 de C_{liquide} indiqu\u00e9es par le programme :

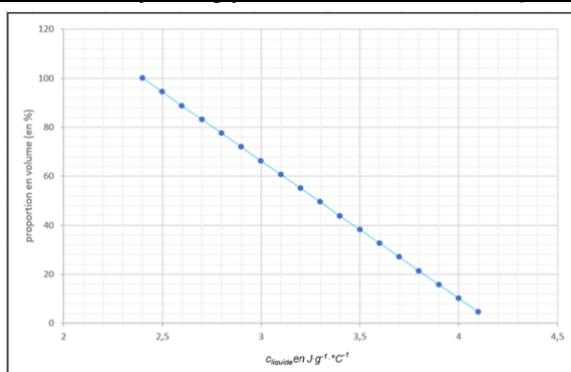
$C_{\text{liquide}} = \dots$ **Valeur indiqu\u00e9e par le programme $\text{J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$**

APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour lui présenter la valeur de c_{liquide} ou en cas de difficulté	

2. Proportion en éthylène glycol (20 minutes conseillées)

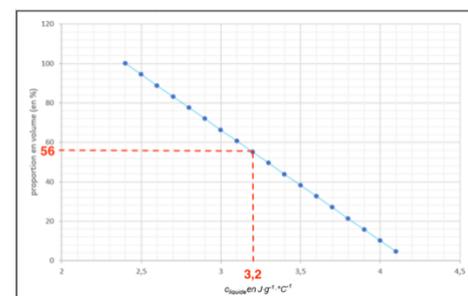
2.1. À l'aide du graphique ci-dessous, déterminer la proportion (en %) d'éthylène glycol dans le liquide de refroidissement et en déduire la proportion (en %) d'eau.

Proportion en volume de l'éthylène glycol en fonction de la capacité thermique massique du liquide de refroidissement



Pour la valeur trouvée de c_{liquide} il faut lire graphiquement la proportion (en %) d'éthylène glycol dans le liquide.

...Par exemple pour $c_{\text{liquide}} = 3,2 \text{ J.g}^{-1}.\text{°C}^{-1}$, la proportion (en %) d'éthylène glycol dans le liquide est de 56 %...



2.2. En comparant la capacité thermique massique du liquide de refroidissement et celle de l'eau, préciser lequel de ces deux liquides il faudrait privilégier pour assurer le refroidissement du moteur. Justifier la réponse.

La capacité thermique massique du liquide de refroidissement est inférieure à celle de l'eau. Ainsi, il faudrait privilégier l'eau pour assurer le refroidissement du moteur.

2.3. Expliquer alors l'intérêt de mélanger de l'eau et de l'éthylène glycol dans les liquides de refroidissement du commerce.

D'après le sujet, le mélange éthylène glycol/eau peut rester liquide jusqu'à des températures d'environ -37°C . Ainsi, le mélange ne se solidifiera pas et restera liquide en hiver. De plus, la température d'ébullition du mélange sera supérieure à 100°C et permettra de rester liquide pour les températures élevées d'utilisation dans le moteur.

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