

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

Les boissons schématisées ci-contre sont décrites sur un site Internet d'équipement de randonnée comme « des boissons chaudes de grande qualité à tout moment, sans vaisselle, sans matériel de cuisson et sans apport extérieur de source de chaleur ! ».

Elles sont composées d'une canette en acier recyclable, d'une capsule auto-chauffante, contenant de l'oxyde de calcium, un réservoir d'eau et un piston. Après avoir pressé le fond de la tasse, le liquide entre en contact avec le solide. Il se produit alors une transformation chimique qui s'accompagne d'une élévation de température (on parle alors de réaction exothermique) et permet de chauffer la boisson.



Extrait de www.randoequipement.com

Le but de cette épreuve est de comprendre l'intérêt d'utiliser une base forte à l'état solide plutôt qu'en solution dans la capsule auto-chauffante.

INFORMATIONS MISES A DISPOSITION DU CANDIDAT

pH d'une solution diluée d'acide fort :

Le *pH* d'une solution diluée d'acide fort, de concentration *C* en quantité de matière en soluté apporté, s'exprime par la relation suivante, où *C* est en mol·L⁻¹ :

$$pH = - \log C$$

Hydroxyde de sodium :

L'hydroxyde de sodium est une base forte qui peut se présenter :

- sous la forme d'un solide NaOH(s) : pastilles à manipuler avec précaution ;
- en solution (Na⁺(aq) + HO⁻(aq)) : solution de soude.

L'hydroxyde de sodium, sous forme solide ou en solution, est irritant et corrosif pour la peau, les yeux, les voies respiratoires et digestives (voir pictogramme ci-contre).



Masse molaire : $M(\text{NaOH}) = 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Énergies libérées au cours de transformations :

- Énergie libérée $Q_{\text{réac}}$ lors de la réaction d'une mole de base forte avec un acide fort :

$$\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\ell) \quad Q_{\text{libérée}} = 57 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$
- La dissolution de certains composés ioniques entraîne une libération d'énergie notée Q_{diss} .

Variation d'énergie interne d'un système siège de transformations :

D'après le premier principe de la thermodynamique dans cette situation on a :

$$\Delta U = Q$$

Où ΔU est la variation de l'énergie interne du système siège de transformations et Q est la somme des énergies libérées par les transformations.

Si le système est incompressible et isolé (il n'échange pas d'énergie avec l'extérieur), alors sa variation de température est liée à sa variation d'énergie interne par la relation :

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

avec :

- m la masse de la solution en kilogrammes (kg), que l'on considérera égale à la masse du volume d'eau correspondant ;
- $c = 4,2 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ la capacité thermique massique de l'eau ;
- ΔT la variation de température mesurée, en Kelvin ou degré Celsius (K ou °C).

TRAVAIL À EFFECTUER

1. Identification d'un acide fort (20 minutes conseillées)

- Mesurer avec précision le *pH* de la solution A' de concentration C'_A inconnue.



$$pH_{A'} = \dots\dots\dots$$

- À l'aide du matériel mis à disposition, préparer une solution A'₁ en diluant d'un facteur 10 la solution A'.

Indiquer la verrerie à utiliser pour préparer la solution A'₁.

- Mesurer avec précision le pH de la solution A'_1 .



$$pH_{A'_1} =$$

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour qu'il vérifie les résultats expérimentaux ou en cas de difficulté	

- À partir des deux mesures de pH , justifier qu'il est possible de dire que l'acide utilisé pour préparer la solution A' est un acide fort.

2. Proposition d'un protocole (20 minutes conseillées)

2.1. Proposer un protocole expérimental permettant de constater que l'énergie libérée lors du mélange d'une quantité de matière $n_{b1} = 1,0 \times 10^{-2}$ mol d'une base forte et d'un volume $V_A = 50$ mL d'une solution d'acide fort de concentration $C_A = 1,0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ est plus importante lorsque la base utilisée est apportée à l'état solide que lorsqu'elle est apportée en solution.

APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour qu'il vérifie le protocole ou en cas de difficulté	

2.2.

Mettre en œuvre le protocole et noter les valeurs des variations de température mesurées, respectivement pour la base à l'état solide ($\Delta T_{1 \text{ mesurée}}$) et pour la base en solution ($\Delta T_{2 \text{ mesurée}}$) :

$$\Delta T_{1 \text{ mesurée}} = \dots\dots\dots$$

$$\Delta T_{2 \text{ mesurée}} = \dots\dots\dots$$

En déduire les énergies libérées au cours des transformations étudiées :

$$Q_1 = \dots\dots\dots$$

$$\dots\dots\dots$$

$$Q_2 = \dots\dots\dots$$

$$\dots\dots\dots$$

2.3. À l'aide, notamment des informations fournies, proposer une explication à la différence d'énergie libérée observée.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Masse d'hydroxyde de sodium à utiliser (20 minutes conseillées)

Quatre autres mélanges ont été réalisés avec des quantités de matière différentes de base forte à l'état solide et un volume $V_A = 50 \text{ mL}$ d'une solution d'acide fort de concentration $C_A = 1,0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Les résultats sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Numéro du mélange	1	2	3	4	5
Quantité de matière de base forte utilisée n_B (en mol)	$1,0 \times 10^{-2}$	$2,0 \times 10^{-2}$	$3,0 \times 10^{-2}$	$4,0 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-2}$
Quantité de matière d'acide fort utilisée n_A (en mol)	$5,0 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-2}$
Variation de température lors du mélange ΔT (en °C)		8,6	12,6	17,0	22,2

3.1. À l'aide d'un tableur-grapheur, tracer le graphique donnant la variation de température ΔT en fonction de la quantité de matière n_B de base forte utilisée.

3.2. En déduire la masse m d'hydroxyde de sodium qu'il faudrait utiliser pour obtenir une augmentation de température du mélange réactionnel de 15 °C.

.....



.....

3.3. Nommer le mode de transfert thermique qui conduit à une élévation de la température de la boisson. Conclure sur la résistance thermique de la surface qui sépare le mélange réactionnel de la boisson.

.....

.....

.....

APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

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