

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 **quatre** 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 la calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire « type collège » est autorisé.

CONTEXTE DE LA SITUATION D'ÉVALUATION

Découverte par Claude Louis Berthollet à la fin du XVIII^{ème} siècle, l'eau de Javel, solution d'hypochlorite de sodium et de chlorure de sodium, révolutionna les techniques de blanchiment du linge, mais surtout, grâce à ses propriétés bactéricides, l'hygiène. Très vite populaire, elle était produite de façon industrielle dans une petite usine située dans le quartier Javel à Paris qui commercialise alors la « liqueur de Javel ».

Ses propriétés dépendent des concentrations en ions hypochlorite et chlorure. On la caractérise par son degré chlorométrique (°cl) ou son pourcentage de chlore actif (%ca).

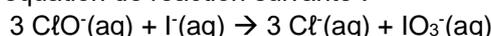


Le but de cette épreuve est de vérifier l'indication du pourcentage de chlore actif d'une eau de Javel commerciale.

INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT

Titration directe des ions hypochlorite

Les ions hypochlorites ClO^- présents dans l'eau de Javel peuvent être titrés par une solution contenant des ions iodure. Ces ions réagissent suivant l'équation de réaction suivante :



Cette transformation est fortement exothermique. Elle tend donc à augmenter progressivement la température du milieu réactionnel.

À l'équivalence du titrage, la relation vérifiée par les concentrations des espèces et les volumes mis en jeu est :

$$\frac{[\text{ClO}^-] \times V_{\text{titré}}}{3} = [\text{I}^-] \times V_{\text{eq}}$$

L'eau de Javel

Les propriétés de l'eau de Javel dépendent du pourcentage de chlore actif (% ca) de la solution, c'est-à-dire de la concentration en ions ClO^- et Cl^- dissous dans la solution.

Deux concentrations existent dans le commerce :

- L'eau de Javel « normale » à 2,6 % de chlore actif en bouteille ;
- L'eau de Javel « concentrée » à 4,8 % de chlore actif en berlingot plastique.

Le pourcentage de chlore actif peut être calculé à partir de la relation : $\%ca = \frac{[\text{ClO}^-] \cdot M(\text{Cl}_2)}{\rho_{\text{Javel}}} \times 100$

où : $[\text{ClO}^-]$: concentration en ions hypochlorite (en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)

$M(\text{Cl}_2)$: Masse molaire du dichlore (en $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

ρ_{Javel} : masse volumique de l'eau de Javel (en $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)

D'après societechimiquedefrance.fr

Données utiles

Masse molaire du chlore : $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Masse volumique de l'eau de Javel = $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$

TRAVAIL À EFFECTUER

1. Choix de la méthode de suivi du titrage (20 minutes)

Un programme Python permet de simuler le titrage conductimétrique de $V_1 = 10,0 \text{ mL}$ d'une solution d'hypochlorite de sodium de concentration $C_1 = 1,5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ par une solution d'iodure de potassium de concentration $C_2 = 1,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. On note $V_{2\text{eqv}}$, le volume équivalent.

Exprimer $V_{2\text{eqv}}$ en fonction de C_1 , C_2 et V_1 en s'appuyant sur les informations mises à disposition.

A l'équivalence du titrage la relation vérifiée par les concentrations des espèces et les volumes mis en jeu est :

$$\frac{[\text{ClO}^-] \times V_{\text{titré}}}{3} = [\text{I}^-] \times V_{\text{eq}}$$

$$\frac{[\text{ClO}^-] \times V_{\text{titré}}}{3 \times [\text{I}^-]} = V_{\text{eq}}$$

$$V_{\text{eq}} = \frac{[\text{ClO}^-] \times V_{\text{titré}}}{3 \times [\text{I}^-]}$$

$$V_{2\text{eqv}} = \frac{C_1 \times V_1}{3 \times C_2}$$

Compléter les lignes 7, 9, 11 et 13 du programme Python fourni pour simuler ce titrage conductimétrique. Exécuter le programme complété.

Ligne 7 : $C1 = 1.5$

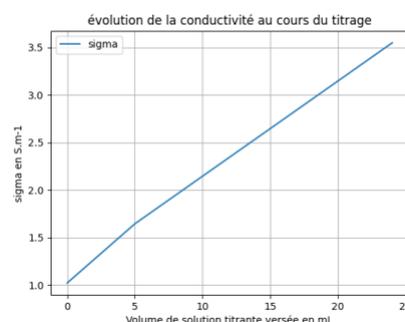
Ligne 9 : $V1 = 10$

Ligne 11 : $C2 = 1$

Ligne 13 : $V2eqv = C1 \cdot V1 / (3 \cdot C2)$

À partir de la courbe obtenue, justifier qu'il n'est pas possible de suivre par conductimétrie le titrage des ions hypochlorite (présents dans l'eau de Javel) par les ions iodure.

Lorsqu'on exécute le programme, on constate que la conductivité ne varie pas au cours du titrage. Ainsi, il n'est pas possible de suivre par conductimétrie le titrage des ions hypochlorite (présents dans l'eau de Javel) par les ions iodure.



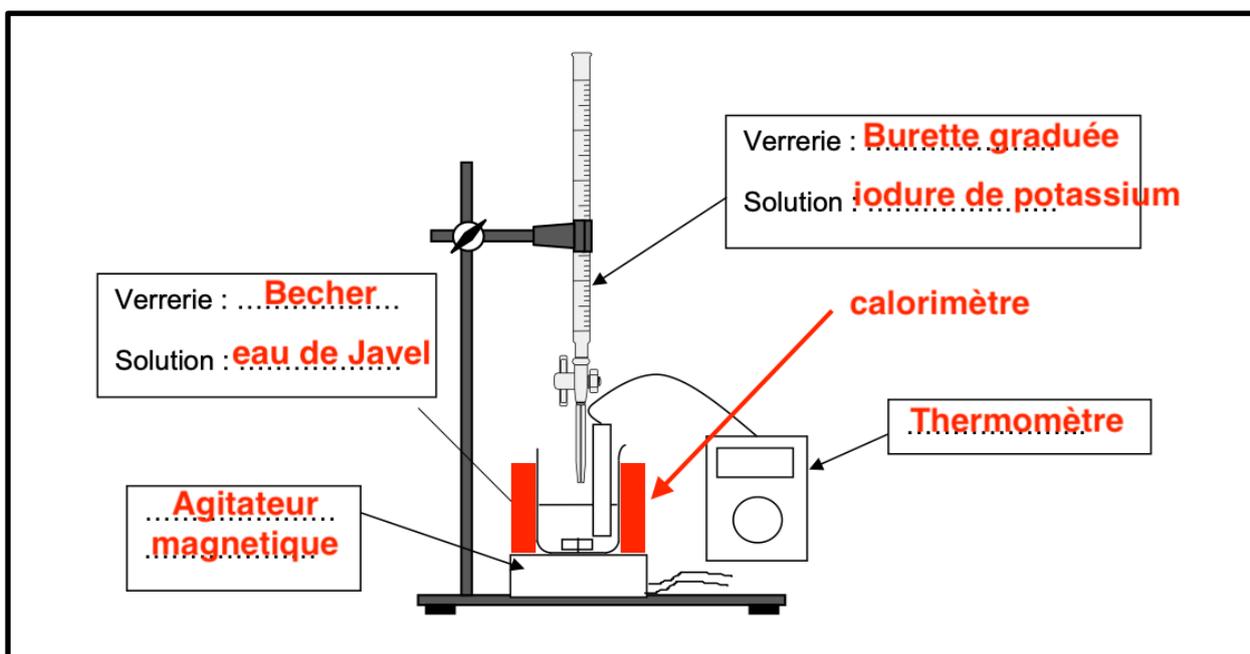
APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

La réaction étant exothermique, la température augmente au cours de la réaction. On suppose que le suivi de l'évolution de cette grandeur physique permet de repérer l'équivalence du titrage étudié.

Quels sont les éléments à ajouter à un montage de dosage pour suivre l'évolution de la température au cours du titrage ?

Au cours de ce titrage, la température du système augmente, on ajoute un thermomètre pour suivre l'évolution de la température.

Schématiser dans le cadre ci-dessous le montage expérimental qui permet de titrer les ions hypochlorite présents dans l'eau de Javel en suivant l'évolution de la grandeur identifiée en fonction du volume versé de solution titrante.



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

2. Mise en œuvre du titrage (30 minutes)

Mettre en œuvre le titrage de 50,0 mL d'eau de Javel dans 100 mL d'eau et remplir le tableau suivant avec les valeurs de la grandeur déterminée.

Volume de solution titrante (mL)	0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0
Température du système (°C)	Valeurs expérimentales												

Tracer l'évolution de la température en fonction du volume de solution titrante. Commenter et expliquer son allure.

Lorsqu'on fait l'expérience, la courbe montre deux parties : une première partie pour laquelle la température augmente et une seconde partie pour laquelle la température reste constante. L'augmentation de la température est due à la réaction qui est exothermique. Après l'équivalence, il n'y a plus de réaction, la température reste constante.

En déduire, le plus précisément possible la valeur du volume de solution titrante versée à l'équivalence :

$$V_{eq} = \dots \text{ Valeur expérimentale } 6,0 \text{ mL} \dots$$

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

3. Exploitation des résultats (10 minutes)

Déduire des résultats précédents le pourcentage de chlore actif (%ca) dans l'eau de Javel étudiée. Commenter le résultat obtenu.

$$\frac{[\text{ClO}^-] \times V_{\text{titré}}}{3} = [\text{I}^-] \times V_{eq}$$

$$[\text{ClO}^-] = \frac{3 \times [\text{I}^-] \times V_{eq}}{V_{\text{titré}}} = \frac{3 \times 1,0 \times 6,0}{50} = 0,36 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\%ca = \frac{[\text{ClO}^-] \cdot M(\text{Cl}_2)}{\rho_{\text{Javel}}} \times 100$$

$$\%ca = \frac{0,36 \times 2 \times 35,5}{1,03 \times 10^3 \text{ (valeur donnée le jour de l'examen)}} \times 100 = 2,5 \%$$

Le résultat obtenu correspond à l'indication de l'étiquette de l'eau de Javel « normale » à 2,6 % de chlore actif.

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