

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 collègue » 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, par 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 ».

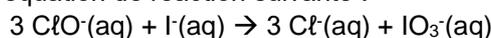
Ses propriétés dépendent des concentrations en ions hypochlorite et chlorure. On la caractérise par son degré chlorométrique (°cl) ou son pourcentage de chlore actif (%ca).



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 :

- 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

Donnée utile :

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 $V_{2\text{eq}}$, le volume équivalent.

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

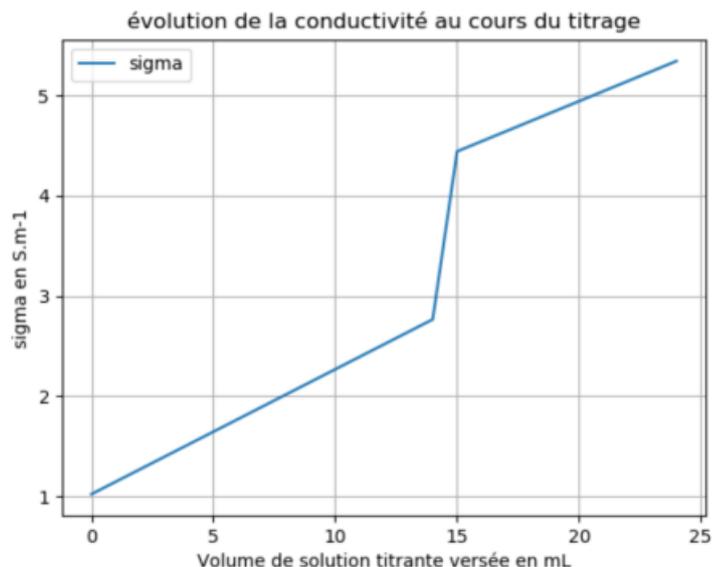
$$n(\text{ClO}^-)/3 = n(\text{I}^-)$$

$$\text{Donc, } C_1 \cdot V_1 / 3 = C_2 \cdot V_2, \text{ eq}$$

$$\text{Soit, } V_2, \text{ eq} = C_1 \cdot V_1 / C_2 \cdot 3$$

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

On est sensés obtenir un graphique de l'évolution de la conductivité au cours du titrage. Comme celui-ci :



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.

Graphiquement, on peut voir qu'il y a trois pentes. Or, avec un titrage conductimétrique il faut deux pentes afin de déterminer le volume à l'équivalence du titrage en question. Il est donc impossible de suivre par conductimétrie le titrage des ions hypochlorite.

Identifier une grandeur physique variant au cours de ce titrage.

Cette transformation est fortement exothermique. Ainsi, la température est une grandeur physique qui varie au cours de ce titrage

APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

On suppose que le suivi de l'évolution de cette grandeur physique permet de repérer l'équivalence du titrage étudié. 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.

Schéma du titrage classique

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

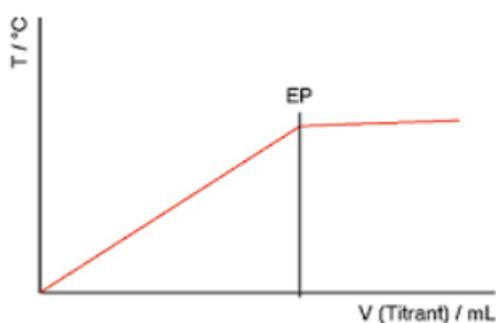
2. Mise en œuvre du titrage (30 minutes)

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
.....	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?

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

Elle aura cette allure



La température ne cesse d'évoluer tant que les réactifs réagissent entre eux. Lorsque $V_{versé}$ de solution titrante dépasse V_{eq} , un des réactifs a été totalement consommé. La réaction ayant touché à sa fin, la température n'évolue plus, d'où le seuil à $T = \dots$

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

$$V_{eq} = ?$$

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.

$$[ClO^-] \cdot V / 3 = [I^-] \cdot V_{eq}$$

Donc, $[ClO^-] = [I^-] \cdot V_{eq} \cdot 3 / V$ (faire l'application numérique)

Et %ca = $[ClO^-] \cdot 2 \cdot M_{Cl} / \rho_{eau}$

Si 2,6%, eau de javel normale en bouteille.

Si 4,8%, eau de Javel concentrée en berlingot plastique

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