CHLORE ACTIF

Session 2025

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

Titrage direct des ions hypochlorite

Les ions hypochlorites $C\ell O^-$ 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 :

$$3\ C\ell O^-(aq) + I^-(aq) \rightarrow 3\ C\ell^-(aq) + IO_3^-(aq)$$

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 :

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

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 $C\ell O^-$ et $C\ell^-$ 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 : $\%ca = \frac{[ClO^-] \cdot M(Cl_2)}{\rho_{Javel}} \times 100$

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

$M(Cl_2)$: Masse molaire du dichlore (en $g \cdot mol^{-1}$)

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

D'après societechimiquedefrance.fr

Données utiles

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

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

TRAVAIL À EFFECTUER

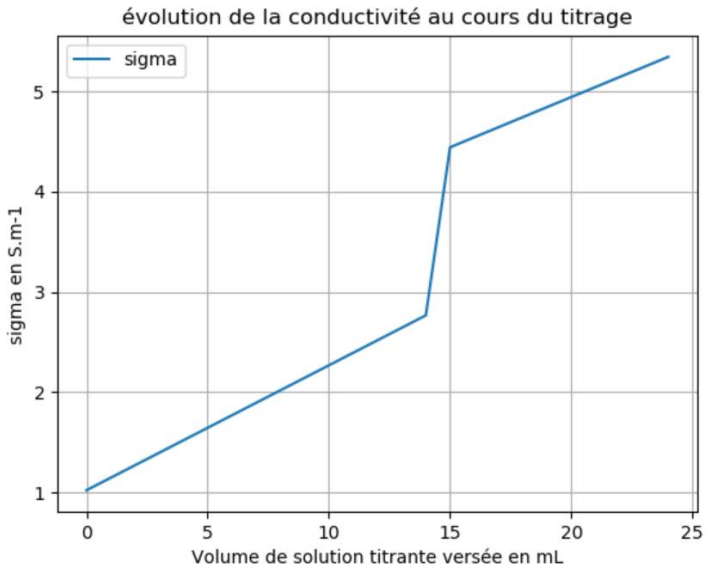
1. Choix de la méthode de suivi du titrage (20 minutes)

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

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

n(ClO-)/3= n(I-)
Donc,
C1*V1 /3=C2*V2,eq
Soit,
V2,eq=C1*V1/ C2*3

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



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.

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.

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 ?

……

……

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 classique (avec thermomètre comme appareil de mesure).

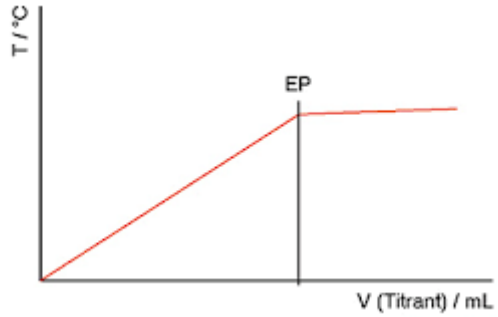
APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter le montage ou en cas de difficulté	

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 température 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 Vversé de solution titrante dépasse Veq, 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=… .

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

V_{eqv} =……

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-]*V /3=[I-]*Veqv

Donc,

[ClO-]= [I-]*Veqv*3/ V (faire l'application numérique)

Et

%ca= [ClO-]* 2*Mcl/ peau

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.