

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

Le nettoyage et la désinfection des légumes sont des étapes essentielles pour limiter le risque d'intoxication alimentaire, notamment par des micro-organismes. Une des techniques de décontamination des légumes avant leur commercialisation est de les plonger quelques minutes dans un bain contenant de l'eau de Javel puis de les rincer abondamment à l'eau claire.

Des contrôles qualité sont régulièrement effectués dans les bains afin de vérifier leur efficacité et le respect des normes de sécurité, recommandées par l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (l'ANSES).

Le but de cette épreuve est de déterminer si un bain préparé pour décontaminer des légumes est conforme aux recommandations de l'ANSES.

INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT**L'eau de Javel**

L'eau de Javel est une solution aqueuse fréquemment utilisée comme désinfectant ou comme décolorant. Elle contient des ions hypochlorite ClO^- (aq), des ions chlorure Cl^- (aq) et des ions sodium Na^+ (aq).

Bain de décontamination de légumes

D'après les recommandations de l'ANSES, pour être efficace, le bain de décontamination doit contenir environ $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ de chlore actif (soit une concentration en masse en ion hypochlorite ClO^- (aq) de $36 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$).

Pour ne pas être dangereux pour la santé, la concentration ne doit pas dépasser la valeur maximale de $80 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (soit une concentration en masse en ion hypochlorite $\text{ClO}^-(\text{aq})$ de $58 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$).

Un bain de décontamination a été préparé en versant le contenu d'une bouteille d'un litre d'eau de Javel commerciale dans une cuve puis en ajoutant suffisamment d'eau pour obtenir un mélange de 400 litres.

Proposition de protocoles pour le titrage des ions hypochlorite d'une eau de Javel

Protocole n°1

- Dans un erlenmeyer, introduire :
 - un échantillon de volume $V = 10,0 \text{ mL}$ de solution d'eau de Javel commerciale préalablement diluée d'un facteur 10 ;
 - ajouter ensuite environ 5 mL d'acide chlorhydrique à $1,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
- Placer le mélange sous agitation pendant environ deux minutes.

La transformation qui se produit lors de cette étape est : $\text{Cl}^-(\text{aq}) + \text{ClO}^-(\text{aq}) + 2 \text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Cl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$

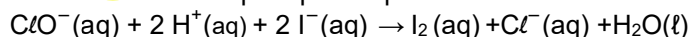
- Réaliser ensuite le titrage du dichlore $\text{Cl}_2(\text{aq})$ par la solution d'iodure de potassium de concentration $C = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ en ions iodure $\text{I}^-(\text{aq})$.

L'équation de réaction associée à cette étape est : $\text{Cl}_2(\text{aq}) + 2 \text{I}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{I}_2(\text{aq}) + 2 \text{Cl}^-(\text{aq})$

Protocole n°2

- Dans un erlenmeyer, introduire :
 - un échantillon de volume $V = 10,0 \text{ mL}$ de solution d'eau de Javel commerciale préalablement diluée d'un facteur 10 ;
 - environ 20 mL de la solution d'iodure de potassium de concentration $C = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ en ions iodure $\text{I}^-(\text{aq})$.
- Placer le mélange sous agitation pendant environ deux minutes.
- Ajouter ensuite environ 5 mL d'acide chlorhydrique à $1,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

La transformation qui se produit lors de cette étape a pour équation :



- Réaliser ensuite le titrage du diiode $\text{I}_2(\text{aq})$ formé par la solution de thiosulfate de sodium de concentration $C' = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ en ions thiosulfate $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$; ajouter deux gouttes d'empois d'amidon (ou iodex ou thiodène) après avoir versé, au cours de la réalisation du titrage, 5 mL de solution de thiosulfate de sodium.

L'équation de réaction associée à cette étape est : $\text{I}_2(\text{aq}) + 2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq}) + 2 \text{I}^-(\text{aq})$

Données

- Masses molaires : $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$;
- Couleur de quelques espèces en solution aqueuse :

Espèce	$\text{I}^-(\text{aq})$	$\text{I}_2(\text{aq})$	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$	$\text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq})$	$\text{ClO}^-(\text{aq})$	$\text{H}^+(\text{aq})$	$\text{Cl}^-(\text{aq})$
Couleur	incolore	brun à jaune	incolore	incolore	incolore	incolore	incolore

- Pour un titrage colorimétrique avec le diiode, il est préférable d'ajouter deux gouttes d'empois d'amidon (ou du iodex ou thiodène) à l'approche de l'équivalence ; le diiode I_2 prendra alors une teinte bleue.
- Pictogrammes de certaines espèces chimiques :

Diiode	Dichlore	Acide chlorhydrique	Eau de Javel
			 

TRAVAIL À

EFFECTUER

1. Choix d'un protocole de titrage (10 minutes conseillées)

Les deux propositions de titrage nécessitent une solution d'eau de Javel commerciale préalablement diluée d'un facteur dix. Proposer un protocole permettant de préparer 50,0 mL d'une telle solution à partir d'eau de Javel commerciale.

$$F = \frac{V_{\text{file}}}{V_{\text{mae}}} \Rightarrow V_{\text{mae}} = \frac{V_{\text{file}}}{F} = \frac{50,0}{10} = 5,0 \text{ mL}$$

- ① Prelever à l'aide d'une pipette jaugée, 5,0 mL de la solution d'eau de Javel commerciale.
- ② Introduire ce volume dans une fiole jaugée de 50,0 mL. Ajouter de l'eau distillée jusqu'au 3/4 et homogénéiser la solution.
- ③ Compléter avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge et homogénéiser à nouveau la solution.

En s'appuyant sur les informations mises à disposition, justifier le choix du protocole 2 pour effectuer le titrage des ions hypochlorite ClO^- (aq) dans la solution d'eau de Javel commerciale diluée.

Le protocole ① consiste à doser Cl_2 par les ions iodure.

Or d'après les pictogrammes, Cl_2 est toxique.

Le protocole ② consiste à doser le diiode par les ions thiosulfate $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$. Or d'après les pictogrammes, I_2 est nocif.

→ On choisira donc le protocole le moins dangereux, il s'agit du protocole 2.

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter le protocole de dilution de l'eau de Javel commerciale ou en cas de difficulté	

2. Mise en œuvre du titrage (30 minutes conseillées)

Mettre en œuvre le protocole permettant d'obtenir 50,0 mL de solution d'eau de Javel commerciale diluée d'un facteur 10.

(dilution)

En utilisant le matériel et les produits mis à disposition et à partir du protocole choisi, effectuer le titrage des ions hypochlorite ClO^- (aq) dans la solution d'eau de Javel commerciale diluée 10 fois, tout en prenant les mesures de sécurité adaptées.

APPEL n°2		
	Ne pas oublier l'ajout de l'empois d'amidon. Appeler le professeur pour lui présenter la valeur du volume de solution titrante versé à l'équivalence obtenu ou en cas de difficulté.	

3. Exploitation des résultats (20 minutes conseillées)

juste avant l'équivalence pour mieux percevoir cette équivalence. Noter V_E !

D'après les équations de réaction, on peut montrer que la concentration en quantité de matière en ions hypochlorite dans la solution d'eau de Javel diluée, notée c_2 , est donnée par la relation :

$$C_2 = \frac{C' \cdot V_E}{2 \cdot V}$$

avec C' la concentration en ions thiosulfate de la solution titrante, V_E le volume de solution titrante versé à l'équivalence et V le volume de solution d'eau de Javel diluée titrée.

Calculer C_2 puis la concentration C_{Javel} en quantité de matière en ions hypochlorite dans l'eau de Javel commerciale.

$$C_2 = \frac{0,10 \times \overset{V_E}{\dots} \times 10^{-3}}{2 \times 10,0 \times 10^{-3}} = \dots \text{ mol/L}$$

L'eau de Javel a été diluée 10 fois :

$$C_{commerciale} = 10 \times C_2 = 10 \times \dots \text{ mol/L}$$

Le bain préparé avec l'eau de Javel commercial sera-t-il efficace pour décontaminer des légumes ? Respecte-t-il les normes de sécurité ?

Il suffit de déterminer la concentration massique en ion hypochlorite

$$C_m = C_{comm} \times M(ClO^-)$$

$$C_m = \dots \times (35,5 + 16,0)$$

$$C_m = \dots \text{ g/L}$$

1,0L d'eau de Javel est versé dans 1 récipient tel que $V_f = 400L$

$$F = \frac{V_f}{V_{mél}} = 400 \quad ; \quad C_{m,bain} = \frac{C_m}{400} = \dots \text{ g/L}$$

APPEL FACULTATIF



Appeler le professeur en cas de difficulté



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

D'après l'ANSES, la concentration massique en ion hypochlorite du bain doit être comprise entre 36mg/L et 58mg/L

Il suffit de comparer à $C_{m,bain}$ à ces valeurs limites et conclure.