



**1<sup>re</sup>**

**Entraînement**

*au* **BAC**

**Spécialité**

# Physique Chimie

**Tout pour réussir**

Les sujets types

Les corrigés détaillés

Les conseils du professeur



L'eau de Javel est un mélange équimolaire de chlorure de sodium ( $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ ) et d'hypochlorite de sodium ( $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{ClO}^-(\text{aq})$ ). L'eau de Javel a des propriétés désinfectantes et décolorantes.

Un berlingot indique une concentration : « 9,6 % de chlore actif ». Ce pourcentage représente la masse de dichlore formé à partir de 100 g d'eau de Javel quand cette dernière subit la transformation suivante :



On souhaite vérifier l'indication inscrite sur le berlingot. L'eau de Javel étant concentrée dans le berlingot, on effectue une dilution par 20 pour obtenir une solution  $S'$  d'eau de Javel.

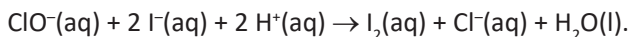
## 1 Préparation de la solution diluée d'eau de Javel

- 1.1. Quel volume d'eau de Javel du berlingot faut-il prélever pour obtenir 40 mL d'une solution  $S'$  ?
- 1.2. Décrire les étapes de la dilution et la verrerie utilisée.

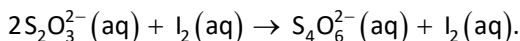
## 2 Titrage de la solution diluée d'eau de Javel $S'$

On effectue un dosage indirect, *qualifié de titrage par déplacement*. Deux transformations sont à envisager :

**1<sup>re</sup> transformation** : on ajoute un excès d'ions iodure  $\text{I}^-$  à un volume  $V = 20,0$  mL. Les ions hypochlorite  $\text{ClO}^-$  réagissent avec les ions iodure  $\text{I}^-$  :



**2<sup>e</sup> transformation** (réaction de titrage) : les ions thiosulfate  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  vont réagir avec le diiode formé lors de la 1<sup>re</sup> transformation selon la réaction :



Dans un bécher, on verse un volume  $V = 10,0$  mL de solution  $S'$  et un excès d'ions iodure. La solution est titrée avec une solution contenant des ions thiosulfate de concentration  $c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0,20 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

- 2.1. Décrire le protocole expérimental (schéma, verrerie utilisée, emplacement des réactifs).
- 2.2. Le volume  $V_{\text{éq}}$  versé à l'équivalence est 6,8 mL. En déduire la quantité de matière du diiode  $n(\text{I}_2)$ .  
La quantité d'ions hypochlorite  $n(\text{ClO}^-)$  dans la solution  $S'$  est égale à la quantité  $n(\text{I}_2)$  dosée.
- 2.3. a. Quelle est la concentration  $c(\text{ClO}^-)$  des ions hypochlorite dans cette solution  $S'$  ?  
b. En tenant compte de la dilution, trouver la concentration des ions hypochlorite dans le berlingot.

### 3 Calcul de la concentration du berlingot

- 3.1. En s'aidant de la première équation, déterminer la quantité de dichlore produit par un litre d'eau de Javel.
- 3.2. La masse volumique de l'eau de Javel est  $\mu = 1,03 \times 10^3 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ . Quel est le pourcentage de chlore actif de l'eau de Javel dans le berlingot ?
- 3.3. Comparer le résultat à l'indication du berlingot.

#### Données

- $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .
- $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .
- $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .
- Couples rédox :  $\text{ClO}^-(\text{aq})/\text{Cl}^-(\text{aq})$ ,  $\text{I}_2(\text{aq})/\text{I}^-(\text{aq})$ ,  $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq})/\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$ .

## Partie B Tout schuss !

10 points

Vendredi 3 avril 2015 à l'occasion du Speed Masters de Vars, Simone Origone, l'Italien, a réussi un exploit en battant le Record du Monde de ski de vitesse. Il garde sa place de skieur le plus rapide du Monde avec une vitesse de 252,632 km/h contre 252,454 km/h (Record 2014). Bien que les conditions n'étaient pas optimales, le vent s'étant invité dans les débats, l'italien a pu prendre le départ après plus d'une heure d'attente.

#### Données

- Masse du skieur et équipement  $m = 110 \text{ kg}$ .
- Intensité de la pesanteur :  $g = 9,81 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$ .
- $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} = 3,6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ .
- La piste de Chabrières fait 370 m de dénivelé.
- Distance parcourue entre le point de départ A et le point d'arrivée B : 450 m.

## 1 Mouvement sans frottements

On néglige les frottements de l'air et de la neige.

On prend le bas de la piste comme origine de l'énergie potentielle.

- 1.1. Faire le bilan des forces exercées sur le skieur. On pourra s'aider d'un schéma.
- 1.2. Calculer le travail de ces forces entre les positions A de départ et B d'arrivée. Préciser s'il s'agit d'un travail moteur, résistant ou nul.
- 1.3.
  - a. En exploitant la conservation de l'énergie mécanique, calculer la vitesse du skieur à l'arrivée au point B.
  - b. Calculer en  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  la vitesse réellement atteinte par le skieur.
  - c. Comment peut-on expliquer cette différence ?

## 2 Mouvement avec frottements

On tient compte de l'ensemble des forces de frottements qui s'exercent sur le skieur. On le symbolise par une force  $\vec{f}$  dont la direction est celle de la pente, le sens opposé au mouvement du skieur et la valeur qui est supposée constante.

- 2.1. Faire un schéma représentant les forces qui s'exercent sur le skieur.
- 2.2.
  - a. Donner l'expression de l'énergie mécanique du skieur.
  - b. Comment évolue-t-elle au cours de la descente ?
- 2.3. En exploitant la variation de l'énergie mécanique, donner l'expression de la valeur de la force  $f$  et la calculer.
- 2.4. Comment pourrait-on encore améliorer les performances ?

### ► Partie A. L'eau de Javel

p. 23

- Un **titrage** est une technique de dosage permettant de déterminer la concentration d'une solution grâce à une **réaction unique** entre deux réactifs.
- Pour effectuer un titrage, il faut que la réaction qui a lieu soit **totale** et **rapide**. On distingue la solution dont on veut déterminer la concentration, le **réactif titré** de la solution de concentration en quantité de matière connue, le **réactif titrant**.
- Lors du titrage :
  - le réactif titré se trouve dans un récipient comme un erlenmeyer ou un bécher ;
  - le réactif titrant se trouve dans une burette.

### ► Partie B Tout schuss !

p. 24

Le travail des forces est introduit comme moyen d'évaluer les transferts d'énergie en jeu et le théorème de l'énergie cinétique comme bilan d'énergie, fournissant un autre lien entre forces et variation de la vitesse. Les concepts d'énergie potentielle et d'énergie mécanique permettent ensuite de discuter de l'éventuelle conservation de l'énergie mécanique, en particulier pour étudier des phénomènes dissipatifs.

**Partie A** | **L'eau de Javel**

---

**1 Préparation de la solution diluée d'eau de Javel**

**1.1.** Pour effectuer une dilution par 20, on utilise :

- une pipette jaugée de 5 mL ;
- une fiole jaugée de 100 mL.

Étapes de la dilution :

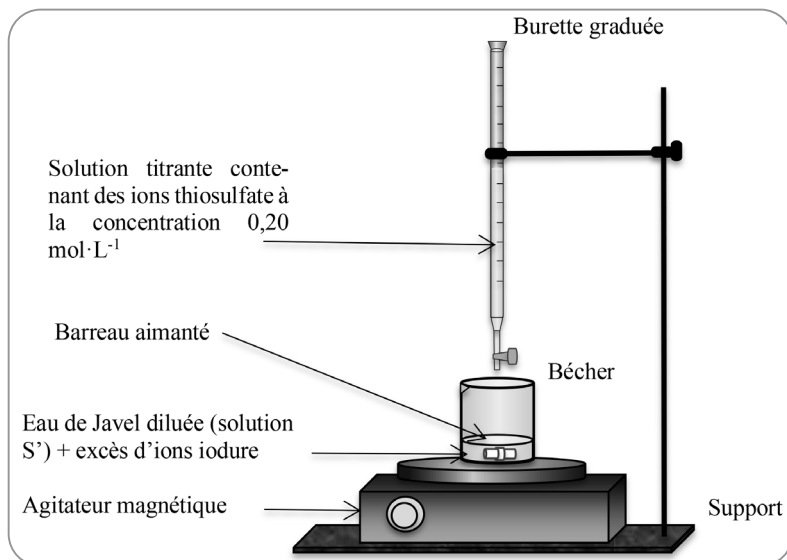
**1.2.** On prélève, avec une pipette jaugée, 5 mL de la solution concentrée contenue dans le berlingot.

- a. On verse ces 5 mL dans une fiole jaugée de 100 mL.
- b. On complète avec de l'eau distillée jusqu'au  $\frac{2}{3}$  de la contenance.
- c. On agite pour homogénéiser la solution.
- d. On complète jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée.
- e. On agite pour homogénéiser la solution.

On prélève ensuite les 40 mL de la solution avec une pipette jaugée de 20 mL.

## 2 Titrage de la solution diluée d'eau de Javel S'

2.1.



Titrage de l'eau de Javel

2.2. Le volume  $V_{\text{éq}}$  versé à l'équivalence est  $6,8 \text{ mL}$ . À l'équivalence, d'après l'équation de titrage et en tenant compte des coefficients stœchiométriques :

$$n(\text{I}_2) = \frac{n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})}{2}$$

$$n(\text{I}_2) = \frac{c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) \times V_{\text{éq}}}{2} = \frac{0,20 \times 6,8 \times 10^{-3}}{2} = 6,8 \times 10^{-4} \text{ mol.}$$

D'après la 1<sup>re</sup> transformation, la quantité de matière des ions hypochlorite disparus est égale à la quantité de matière du diiode formé, c'est-à-dire :

$$n(\text{ClO}^-) = 6,8 \times 10^{-4} \text{ mol dans } 10 \text{ mL de la solution S'.$$

2.3. a. La concentration des ions hypochlorite est donc égale à :

$$c(\text{ClO}^-) = \frac{n(\text{ClO}^-)}{V} = \frac{6,8 \times 10^{-4}}{10 \times 10^{-3}} = 0,068 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}.$$

b. En tenant compte de la dilution par 20, la concentration en ions hypochlorite dans le berlingot est égale à  $c(\text{ClO}^-) = 0,068 \times 20 = 1,4 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

## 3 Calcul de la concentration du berlingot

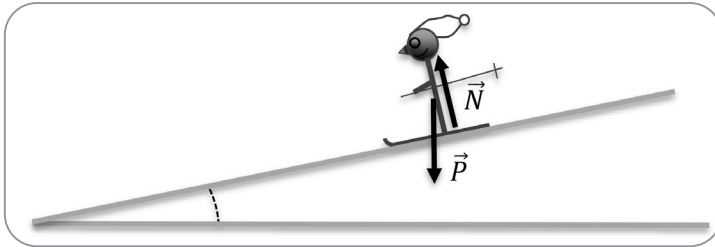
3.1. D'après l'équation, la quantité de matière de  $\text{Cl}_2(\text{aq})$  formé est égale à la quantité de  $\text{ClO}^-(\text{aq})$  disparu. Dans un litre d'eau de Javel,  $n(\text{Cl}_2) = 1,36 \text{ mol}$ .

- 3.2. La masse de dichlore  $m(\text{Cl}_2)$  dans un litre d'eau de Javel est égale à :  
 $m(\text{Cl}_2) = n(\text{Cl}_2) \times M(\text{Cl}_2) = 1,36 \times 71 = 9,7 \times 10^1 \text{ g}$ . La masse d'un litre d'eau de Javel est égale à  $1,03 \times 10^3 \text{ g}$ . On trouve un pourcentage de chlore actif égal à  $9,7 \times 10^1 / 1,03 \times 10^3 = 9,4 \%$ .
- 3.3. Cette valeur de 9,4 % est proche de la valeur indiquée sur le berlingot (9,6 %).

## Partie B Tout schuss !

### 1 Mouvement sans frottements

- 1.1. Si on néglige les frottements, deux forces s'exercent sur le skieur :
- son poids  $\vec{P}$  ;
  - la réaction normale de la piste  $\vec{N}$  .



Skieur – bilan des forces sans frottements

- 1.2. Le travail du poids du skieur entre un point A d'altitude  $z_A$  et un point B d'altitude  $z_B$  est  $W(\vec{P}) = \vec{P} \cdot \overrightarrow{AB} = m \cdot g \cdot (z_A - z_B)$ . L'altitude  $z_A$  étant plus haute que l'altitude  $z_B$ ,  $W(\vec{P}) > 0$ . Le travail du poids est donc moteur.

La réaction  $\vec{R}$  étant perpendiculaire à la piste à tout moment, le travail de cette force est nul.

- 1.3. a. On considère que l'énergie mécanique se conserve. Ainsi,  $E_m(A) = E_m(B)$ . C'est-à-dire  $0,5 \cdot m \cdot v_A^2 + m \cdot g \cdot z_A = 0,5 \cdot m \cdot v_B^2 + m \cdot g \cdot z_B$ .

Le skieur étant à l'arrêt,  $v_A = 0$ . Ainsi,  $v_B = \sqrt{2 \times g \times (z_A - z_B)}$  .

Numériquement,  $v_B = \sqrt{2 \times 9,81 \times (2715 - 2345)} = 85,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  .

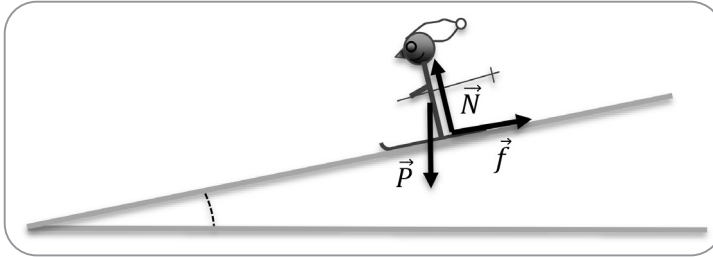
- b. Le skieur a atteint la vitesse de  $252,632 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} = 70,17556 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .
- c. La vitesse atteinte par le skieur est plus petite que la vitesse théorique calculée sans tenir compte des frottements. Une partie de l'énergie mécanique a été perdue sous forme de chaleur à cause des frottements de la piste et des frottements de l'air.



## 2 Mouvement avec frottements

2.1. Trois forces s'exercent sur le skieur :

- son poids  $\vec{P}$  ;
- la réaction normale de la piste  $\vec{N}$  ;
- les forces de frottements  $\vec{f}$  .



Skieur – Bilan des forces avec frottements

2.2. a. L'énergie mécanique  $E_m$  du skieur est égale à :

$$E_m = E_c + E_{pp} = 0,5 \times m \times v^2 + m \times g \times h.$$

- b. Cette énergie mécanique diminue au cours de la descente à cause des forces de frottements.

2.3. La variation de l'énergie mécanique est égale au travail des forces de frottements  $f$ .

Au point A, l'énergie mécanique est égale à :

$$E_m(A) = E_c(A) + E_{pp}(A)$$

$$E_m(A) = 0,5 \cdot m \cdot v_A^2 + m \cdot g \cdot z_A = 0 + 110 \times 9,81 \times 370$$

$$E_m(A) = 4,00 \times 10^5 \text{ J.}$$

Au point B,

$$E_m(B) = E_c(B) + E_{pp}(B)$$

$$E_m(B) = 0,5 \cdot m \cdot v_B^2 + m \cdot g \cdot z_B = 0,5 \times 110 \times (252,632/3,6)^2 + 0$$

$$E_m(B) = 2,71 \times 10^5 \text{ J.}$$

On constate que  $E_m(B) < E_m(A)$  : l'énergie mécanique diminue bien au cours de la descente.

$$\text{On a } \Delta E_m = E_m(B) - E_m(A) = -f \times l$$

$$\text{Ainsi } f = -\Delta E_m / l = 1,28 \times 10^5 / 450 = 286 \text{ N.}$$

2.4. On peut améliorer les performances en modifiant la posture pour diminuer les frottements de l'air ou en diminuant les frottements sous les skis.