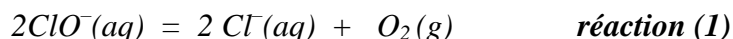


L'eau de Javel, produit courant et bon marché, est une solution aqueuse contenant entre autres des ions hypochlorite  $\text{ClO}^-(\text{aq})$  et des ions chlorure  $\text{Cl}^-(\text{aq})$ . Outre ses propriétés désinfectantes (c'est un bactéricide puissant), l'eau de javel est utilisée pour son pouvoir «blanchissant», lié à l'action oxydante de l'ion hypochlorite sur de nombreux colorants.

L'eau de Javel se décompose lentement selon une transformation totale modélisée par la réaction d'équation :



On se propose d'étudier la décomposition d'une eau de Javel.

Pour suivre l'évolution de cette transformation, on dilue une solution commerciale  $S_0$  afin d'obtenir un volume  $V = 250 \text{ mL}$  d'une solution  $S_1$  d'eau de Javel dix fois moins concentrée que  $S_0$ . On verse  $V_1 = 20,0 \text{ mL}$  de la solution  $S_1$  dans un ballon.

À l'instant de date  $t_0 = 0 \text{ s}$  où l'on déclenche le chronomètre, on ajoute, sans variation de volume, une pointe de spatule de chlorure de cobalt dans la solution et on bouche le ballon. L'ion cobalt  $\text{Co}^{2+}(\text{aq})$  est un catalyseur de la réaction (1).

Pour suivre l'évolution de la transformation qui se déroule, on mesure, avec un dispositif adapté, la pression  $p$  du gaz dans le ballon. On néglige la quantité de dioxygène dissoute dans l'eau par rapport à la quantité de dioxygène produite. La température  $T$  est maintenue constante et le volume  $V_0$  occupé par le gaz dans le ballon est constant :  $T = 296 \text{ K}$  et  $V_0 = 275 \text{ mL}$

$T(\text{min})$	0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	8,0	11,0	13,0	...	145	427	1308	1757	1896
$p(t) (10^2 \text{ Pa})$	1020	1038	1038	1055	1063	1068	1078	1084	1086	...	1103	1108	1111	1112	1112

La verrerie mise à disposition est en partie la suivante :

- fioles jaugées de 50 mL, 100 mL, 200 mL, 250 mL, 500 mL ;
- pipettes jaugées de 5 mL, 10 mL, 20 mL, 25 mL ;
- pipettes graduées de 5 mL, 10 mL, 20 mL, 25 mL ;
- éprouvettes graduées de 10 mL, 20 mL, 250 mL, 500 mL.

1. Quels matériels, pris dans la verrerie mise à disposition, doit-on utiliser pour préparer  $S_1$  ?

2. Avancement de la réaction

2.1. On note :

- $n_1$  la quantité initiale d'ions hypochlorite dans le volume  $V_1$  de solution dans le ballon ;
- $n_2$  la quantité initiale d'ions chlorure dans ce même volume de solution ;
- $n_3$  la quantité initiale de dioxygène présent dans le ballon.

Compléter la dernière ligne du tableau d'évolution du système chimique, **de l'annexe à rendre avec la copie** (aucune application numérique n'est demandée).

2.2. En supposant que le dioxygène  $\text{O}_2(\text{g})$  est un gaz parfait, on montre que l'expression de l'avancement  $x(t)$  de la réaction à l'instant de date  $t$  en fonction de  $p(t)$ ,  $p(t_0 = 0)$ ,  $T$  et  $V_0$  est :

$$x(t) = \frac{[p(t) - p(t_0 = 0)] \cdot V_0}{R \cdot T} \quad \text{avec } R = 8,314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}.$$

Calculer  $x(t_1)$  à l'instant de date  $t_1 = 11,0 \text{ min}$ .

3. Exploitation des résultats

À partir des valeurs calculées de l'avancement  $x$ , on trace la courbe **de l'annexe (à rendre avec la copie)** Elle représente l'évolution, au cours du temps, de l'avancement  $x$  de la réaction qui se déroule dans le ballon.

3.1. Définir à l'instant de date  $t$ , par une relation littérale, la vitesse  $v(t)$  de la réaction qui a lieu dans le ballon.

- 3.2. Comment évolue  $v(t)$  au cours du temps ? Justifier la réponse, sans calcul, en utilisant le graphique.
- 3.3. Citer le facteur cinétique responsable de l'évolution de la vitesse  $v(t)$  de la réaction au cours du temps.
- 3.4. Définir le temps de demi-réaction.
- 3.5. La valeur de l'avancement final déterminée expérimentalement est  $x_f = 1,04 \times 10^{-3}$  mol.  
 En utilisant cette valeur, déterminer graphiquement une valeur approchée du temps de demi-réaction. On fera apparaître clairement, sur la courbe de l'annexe (à rendre avec la copie), la méthode utilisée.

### Tableau d'évolution

Équation de la réaction		$2 \text{ClO}^- (\text{aq}) = 2 \text{Cl}^- (\text{aq}) + \text{O}_2 (\text{g})$		
État du système	Avancement (mol)	$n_{\text{ClO}^-}$ (mol)	$n_{\text{Cl}^-}$ (mol)	$n_{\text{O}_2}$ (mol)
État initial	0	$n_1$	$n_2$	$n_3$
Au cours de la transformation	$X$			

Évolution au cours du temps de l'avancement d'une réaction de décomposition de l'eau de Javel

