

Concours Blanc - CPGE1
Epreuve de Chimie

Il est demandé de présenter convenablement ses résultats, en les encadrant.

Exercice 1 : Cations de la troisième ligne

On étudie trois cations situés sur la troisième ligne de la classification périodique : le sodium Na, le magnésium Mg et l'aluminium Al.

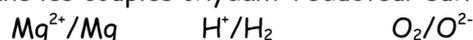
Le magnésium a pour symbole ${}_{12}^{24}\text{Mg}$.

1. Quelle est la composition de l'atome de magnésium ?
2. A partir de sa structure électronique, justifier que cet élément soit situé sur la troisième ligne de la classification périodique.
3. Justifier la formule de l'ion formé par le magnésium.

Le magnésium est un métal, qui peut être oxydé de manière spontanée :

- sous l'action de pluie acide, par les ions H^+
- en phase sèche (c'est-à-dire pas en solution aqueuse), lors d'une combustion, par la molécule O_2 .

On donne les couples oxydant-réducteur suivants :



4. Ecrire les 3 demi-équations d'oxydoréduction associées à ces 3 couples
5. En déduire les équations des 2 réactions d'oxydation du magnésium, par les ions H^+ ou par le dioxygène.
6. Quel rôle joue le magnésium dans ces réactions : oxydant ou réducteur ? Justifier.

Pour étudier les conductivités molaires ioniques de ces cations, on élabore trois solutions de concentration en soluté $c = 1,000 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$:

- une solution S_1 de chlorure de sodium
- une solution S_2 de chlorure de magnésium
- une solution S_3 de chlorure d'aluminium.

Les valeurs de la conductivité de chacune des solutions sont les suivantes :

solution	(S_1) $\text{Na}^+ + \text{Cl}^-$	(S_2) $\text{Mg}^{2+} + 2 \text{Cl}^-$	(S_3) $\text{Al}^{3+} + 3 \text{Cl}^-$
$\sigma \text{ (S.m}^{-1}\text{)}$	$1,260 \cdot 10^{-3}$	$2,59 \cdot 10^{-3}$	$3,68 \cdot 10^{-3}$

7. Pour chacune des solutions :
 - a) écrire l'équation de dissolution ayant permis d'obtenir la solution
 - b) exprimer en justifiant les concentrations des ions en fonction de c
 - c) exprimer la conductivité en fonction de la concentration c et des conductivités molaires ioniques des ions.
8. A partir de ces expressions, retrouver la valeur des conductivités de chacune des solutions.

Données : $\lambda(\text{Cl}^-) = 7,63 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$
 $\lambda(\text{Na}^+) = 5,01 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$
 $\lambda(\text{Mg}^{2+}) = 10,62 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$
 $\lambda(\text{Al}^{3+}) = 13,95 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$

Exercice 2 : Chimie et spéléologie

Dans le cadre d'un projet pluridisciplinaire sur le thème de la spéléologie, des élèves de terminale doivent faire l'exploration d'une grotte où ils risquent de rencontrer des nappes de dioxyde de carbone CO_2 . A teneur élevée, ce gaz peut entraîner des évanouissements et même la mort. Le dioxyde de carbone est formé par action des eaux de ruissellement acides sur le carbonate de calcium $CaCO_3$ présent dans les roches calcaires. Le professeur de chimie leur propose d'étudier cette réaction.

Données :

- Température du laboratoire au moment de l'expérience : $25^\circ C$
- Pression atmosphérique : $P_{atm} = 1,020 \cdot 10^5 Pa$
- Constante des gaz parfaits : $R = 8,314 SI$
- Masses molaires atomiques, en $g \cdot mol^{-1}$: $M(C) = 12 ; M(H) = 1 ; M(O) = 16 ; M(Ca) = 40$
- Densité d'un gaz par rapport à l'air : $d = \frac{M}{29}$, où M est la masse molaire du gaz
- Couple acide / base du dioxyde de carbone : $CO_2, H_2O / CO_3^{2-}$

Dans un ballon, on réalise la réaction entre le carbonate de calcium $CaCO_3(s)$ et l'acide chlorhydrique ($H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$). Le dioxyde de carbone formé est recueilli par déplacement d'eau, dans une éprouvette graduée.

Un élève verse dans le ballon, un volume $V_S = 50 mL$ d'acide chlorhydrique à $0,1 mol \cdot L^{-1}$. A la date $t = 0 s$, il introduit rapidement dans le ballon $1,0 g$ de carbonate de calcium $CaCO_3(s)$ tandis qu'un camarade déclenche un chronomètre. Les élèves relèvent les valeurs du volume V_{CO_2} de dioxyde de carbone dégagé en fonction du temps. Elles sont reportées dans le tableau ci-dessous. La pression du gaz est égale à la pression atmosphérique.

t (s)	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220
V_{CO_2} (mL)	0	15	25	32	36	40	42	45	47	49	50	52

t (s)	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440
V_{CO_2} (mL)	53	55	56	57	58	59	59	60	60	60	61

1. Ecrire les demi-équations de réaction acido-basique de la réaction entre les ions carbonate CO_3^{2-} et les ions oxonium H_3O^+ et retrouver l'équation de la réaction globale :



2. Calculer la densité par rapport à l'air du dioxyde de carbone $CO_{2(g)}$. Dans quelles parties de la grotte ce gaz est-il susceptible de s'accumuler ?
3. Déterminer les quantités de matière initiales de chacun des réactifs.
4. Dresser le tableau d'avancement de la réaction. En déduire la valeur x_{max} de l'avancement maximum. Quel est le réactif limitant ?
5. Calculer le volume maximum de gaz susceptible d'être recueilli dans les conditions de l'expérience. La transformation est-elle totale ?
6. Exprimer l'avancement x de la réaction à une date t en fonction de V_{CO_2} , T , P_{atm} et R . Calculer sa valeur numérique à la date $t = 60 s$.

7. Les élèves ont calculé les valeurs de l'avancement x et reporté les résultats sur le graphe ci-dessous.
- Donner l'expression de la vitesse volumique de réaction en fonction de l'avancement x et du volume V_s de solution. Comment varie la vitesse volumique au cours du temps ? Justifier à l'aide du graphe.
 - Déterminer, à l'aide du graphe, la vitesse volumique de réaction à $t = 0$ s.
 - Définir le temps de demi réaction $t_{1/2}$. Déterminer graphiquement sa valeur.
8. La température de la grotte qui doit être explorée par les élèves est inférieure à 25°C .
- Quel est l'effet de cet abaissement de température sur la vitesse volumique de réaction à la date $t = 0$ s ?
 - Tracer, sur l'annexe, l'allure de l'évolution de l'avancement en fonction du temps dans ce cas.

