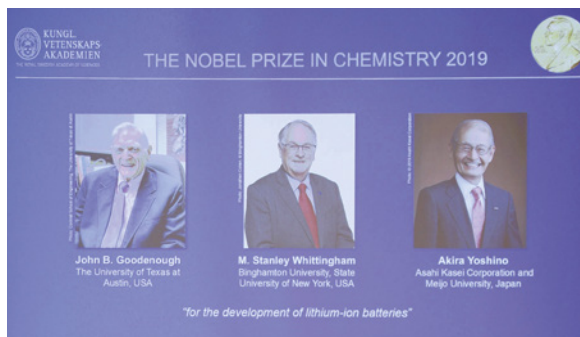


5 Lithium

Le 9 octobre 2019, le prix Nobel de chimie a été décerné à Akira Yoshino, Stanley Whittingham et John B. Goodenough pour leur travail sur la batterie lithium-ion. Celle-ci équipe actuellement la plupart de nos appareils mobiles comme les smartphones ou les ordinateurs portables. Le sujet s'intéresse à la production du lithium et au fonctionnement d'une pile reposant sur l'un des couples d'oxydoréduction associés.

Doc. 1 Prix Nobel de chimie 2019



Doc. 3 Quelques données sur le lithium

Le lithium est un métal gris existant principalement sous la forme de deux isotopes stables de symbole ${}^6\text{Li}$ et ${}^7\text{Li}$. Il s'agit d'un métal mou qui réagit violemment au contact de l'eau.

Les principaux producteurs de lithium se situent en Amérique du Sud (Argentine, Bolivie, Chili), en Australie et en Chine. C'est un constituant important des verres et céramiques ainsi que des batteries lithium-ion.

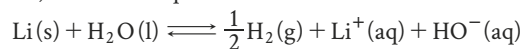
Doc. 2 Lithium à l'état solide



Le lithium n'existe pas à l'état naturel en raison de sa trop forte réactivité avec l'eau. On le conserve en général dans la paraffine.

Doc. 4 Réaction du lithium avec l'eau

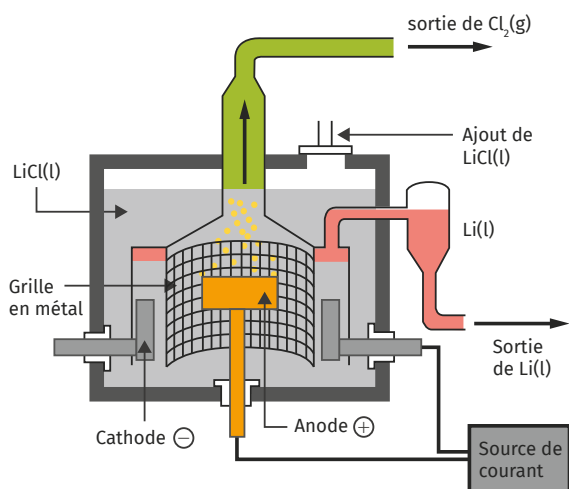
Le lithium solide $\text{Li}(s)$ décompose l'eau $\text{H}_2\text{O}(l)$ avec dégagement de dihydrogène $\text{H}_2(g)$ en milieu basique. Cette réaction est très violente et a pour constante d'équilibre $K = 3,0 \times 10^{37}$. L'équation de la réaction s'écrit :



Questions

1. À propos du lithium

- 1.1 Écrire la configuration électronique à l'état atomique du lithium.
- 1.2 En déduire le schéma de Lewis de l'atome de lithium.
- 1.3 Préciser dans quelle colonne de la classification périodique se situe cet élément chimique.
- 1.4 Justifier que la forme la plus stable pour le lithium soit l'ion lithium de formule Li^+ .
- 1.5 Retrouver les couples d'oxydoréduction mis en jeu dans la réaction du lithium solide $\text{Li}(s)$ avec l'eau $\text{H}_2\text{O}(l)$.
- 1.6 Préciser, en le justifiant, comment se situe la valeur du quotient de réaction $Q_{r,i}$ de début de réaction par rapport à K .

**Doc. 5** Électrolyse du chlorure de lithium**Doc. 6** Préparation de lithium

Le lithium sous forme métallique peut être obtenu par électrolyse de chlorure de lithium LiCl(l) fondu selon le procédé schématisé dans le **doc. 5**. Le chlorure de lithium est en permanence renouvelé dans la cellule d'électrolyse. L'anode et la cathode sont séparées par une grille métallique.

L'intensité du courant appliqué est d'environ 44 kA pour une tension de 7 V dans cette cellule. Ces conditions permettent de produire en 24 h environ 275 kg de lithium et 1 400 kg de dichlore.

Données

- **Couples d'oxydoréduction** : $\text{Li}^+(\text{l})/\text{Li}(\text{l})$ et $\text{Cl}_2(\text{g})/\text{Cl}^-(\text{l})$
- **Masses volumiques à 600 °C** : $\rho(\text{Li}) = 0,47 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ et $\rho(\text{LiCl}) = 1,48 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$
- **Constante de Faraday** : $F = 96\,500 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$

Questions**2.** Production du lithium métallique grâce à une électrolyse

2.1 Écrire les demi-équations d'oxydoréduction se produisant à l'anode et à la cathode. En déduire la réaction globale de l'électrolyse.

2.2 Préciser pourquoi le lithium liquide se place à la surface du chlorure de lithium liquide.

2.3 Si on suppose le rendement de l'électrolyse égal à 100 %, vérifier que la masse de lithium obtenu en 24 h par cette électrolyse est égale à 275 kg.

Doc. 7 Pile lithium-ion

Certaines piles lithium-ion de forme cylindrique ont une tension de 3,5 V pour une charge électrique maximale (ou capacité électrique) de 10,8 kC. Les couples d'oxydoréduction permettant leur fonctionnement sont $\text{Li}^+(\text{e})/\text{Li}(\text{s})$ et $\text{SOCl}_2(\text{s})/\text{S}(\text{s})$. Le lithium s'oxyde alors que le chlorure de thionyle $\text{SOCl}_2(\text{s})$ est réduit en formant du soufre $\text{S}(\text{s})$, du dioxyde de soufre $\text{SO}_2(\text{s})$ et des ions chlorure $\text{Cl}^-(\text{e})$.

La notation (e) désigne le fait que les espèces ioniques sont dissoutes dans une solution différente de l'eau, ne présentant pas la réactivité de cette dernière avec le lithium $\text{Li}(\text{s})$.

Données

- **Masses molaires atomiques** : $M(\text{Li}) = 6,9 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ et $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- **Constante de Faraday** : $F = 96\,500 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$

Doc. 8 Exemple de pile lithium-ion**Questions****3.** Fonctionnement d'une batterie lithium-ion

3.1 Écrire les demi-équations aux électrodes ainsi que l'équation de la réaction globale de fonctionnement de cette batterie lors de sa décharge.

3.2 Préciser, en le justifiant, le rôle joué par le lithium solide $\text{Li}(\text{s})$ dans cette batterie dans le cas de la décharge.

3.3 Pour une décharge complète de la batterie, calculer la quantité de lithium $n(\text{Li})$ consommé.