

Electrolyte solide



Les principes fondamentaux de l'électrotechnique précisent que les électrons (particules élémentaires chargées négativement) sont les porteurs de charge dans les conducteurs solides, alors que dans les liquides et les gaz, il s'agirait de ions (composants de la matière chargés négativement ou positivement). Les électrons ont une charge élémentaire négative et sont presque 2000 fois plus petits et légers que les protons, qui ont une charge élémentaire positive.

La représentation du principe est simple : les électrons se déplacent dans des conducteurs solides entre les noyaux atomiques, ce qui permet au courant électrique de circuler. Aussi, pour la conduction ionique, on peut se représenter un flux de courant dans les liquides et les gaz : Les ions n'étant pas très rapprochés dans les liquides, les anions peuvent donc être attirés par les anodes et les cations par les cathodes. La conduction par des ions dans l'électrolyte des accumulateurs ainsi que celle des électrodes des bougies d'allumage sont particulièrement bien connues.

Ions

Une liaison ionique bien connue est celle du sel de cuisine. Il se compose d'un ion sodium, qui a renoncé à son seul électron périphérique, et d'un ion chlore, qui en tant que non-métal a pris cet électron afin de compléter sa deuxième couche d'électrons. Les deux ions ont ainsi rempli leur couche électronique périphérique, mais se trouvent en déséquilibre électrique (Na^+ et Cl^-) qui s'attirent mutuellement. Lorsque le sel de cuisine est dissous dans l'eau, les ions se séparent. Si des électrodes chargées sont immergées dans le liquide, les ions sont attirés. Les cations de sodium chargés positivement sont attirés par l'électrode négative (cathode) et les anions de chlore chargés négativement par l'électrode positive (anode).

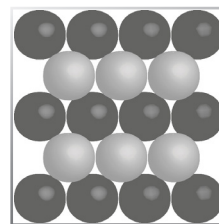
Electrolyte solide

Les conducteurs ioniques sous forme d'électrolytes solides sont des sels qui peuvent conduire l'électricité à l'état solide. Les sels sont des liaisons ioniques de métaux (cations) et de non-métaux (anions). Leur conductivité ne peut être comparée à celle des électrons dans les métaux, car les ions qui se déplacent sont plus grands et plus lourds que les électrons.

Structure

Les anions et les cations forment une structure en treillis bien spécifique. S'ils devaient former une structure sphérique exclusivement, aucun ion supplémentaire ne pourrait s'intercaler et transférer une charge. Il faut donc des espaces libres dans lesquels

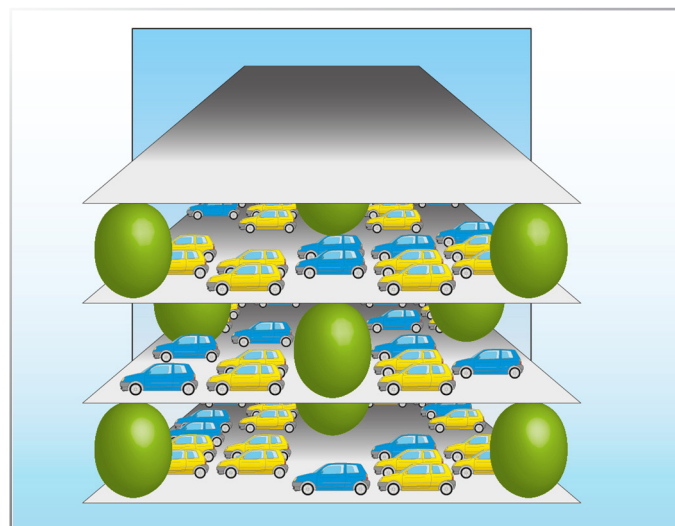
des ions supplémentaires peuvent être insérés ou stockés temporairement. Deux propriétés des composés ioniques permettent la conductivité ionique : En règle générale, les anions sont plus grands que les cations. De plus, ce ne sont pas des sphères rigides, mais plutôt des structures relativement élastiques. Il existe également des matières ioniques qui ne forment pas des proportions stœchiométriques. Cela signifie que certains cations sont manquants et peuvent de ce fait être remplis.



Représentation modélisée

La structure en grille représente un parking pour des voitures. Les colonnes porteuses représentent les grands anions (verts), les voitures jaunes sont des cations locaux. Les places de stationnement vides peuvent être occupées par des voitures bleues. Les voitures bleues sont les cations externes, qui peuvent se garer dans le parking, mais aussi le quitter rapidement. Plus des voitures bleues occupent le parking, plus la conductivité est importante.

Par exemple, l'électrolyte solide de la sonde lambda est constitué de dioxyde de zirconium et est stabilisé avec de l'yttrium. Ce matériau est capable de conduire les ions oxygène à partir d'environ 600 °C. Lors de mélanges maigres, les pressions partielles des deux côtés sont identiques, donc aucun courant d'ions oxygène ne circule dans l'électrolyte solide et la sonde lambda ne génère aucune tension. Les atomes d'oxygène sont ionisés catalytiquement par la céramique de la sonde et la couche poreuse de platine, ils absorbent les électrons négatifs de l'électrode de platine. L'électrode de platine devient ainsi positive. Le dioxyde de zirconium étant un très mauvais conducteur d'électrons, un excès d'électrons se forme donc du côté des gaz d'échappement de l'électrolyte par rapport au côté de l'air ambiant.



Ce principe de stockage est utilisé non seulement par les sondes de gaz d'échappement mais aussi par les piles à combustible et le fonctionnement des batteries Li-ion va aussi dans ce sens.

Electrolyte solide

Questions sur la conduction par des électrons et des ions

1. Quelles sont les particules élémentaires qui transportent le courant électrique dans les matériaux solides ?

2. Quels sont les constituants de la matière qui transportent le courant dans les substances liquides et gazeuses ?

3. Quelle est la différence entre une particule élémentaire et un élément constitutif de la matière ?

4. Qu'arrive-t-il à la plupart des liaisons ioniques lorsqu'elles sont en présence d'un liquide ?

5. Que se passe-t-il si deux électrodes de charges électriques différentes sont insérées dans un liquide contenant des ions ?

6. Quelle est la différence entre un liquide conducteur d'ions et un corps solide conducteur d'ions ?

7. Dans quels domaines utilise-t-on des électrolytes solides ?