

Propriétés électriques des solide ioniques et introduction aux propriétés optiques

- Resistivité et temperature dans les metaux
- Resistivité des alliages metalliques
- Solides ioniques et lacune
- Diffusivité et énergie d'activation
- Oxydes et polymères conducteurs
- Introduction aux propriétés dielectriques

Exercice (10 minutes)

- a) Calculer la conductivité ($\frac{1}{\Omega \cdot m}$) du cuivre à température ambiante en sachant sa densité d'électrons ($N = 8.47 \cdot 10^{22} \text{ cm}^{-3}$) et le temps moyen de collision ($\tau = 2.47 \cdot 10^{-14} \text{ s}$).
- b) La résistivité de l'aluminium à température ambiante est de $2.625 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$ et son coefficient de coefficient linéaire en température de la résistivité de 0.0043 K^{-1} . À quelle température sa résistivité devient-elle égale à la résistivité du cuivre trouvée précédemment ?

	Symbol		Unité
Charge électron	e	$1.602 \cdot 10^{-19}$	C
Masse électron	m	$9.11 \cdot 10^{-31}$	kg

a) Calculer la conductivité ($\frac{1}{\text{Ohm} \cdot \text{m}}$) du cuivre à température ambiante en sachant sa densité d'électrons ($N = 8.47 \cdot 10^{22} \text{cm}^{-3}$) et le temps moyen de collision ($\tau = 2.47 \cdot 10^{-14} \text{s}$).

$$J = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2} = \frac{\text{Ohm} \cdot \text{C}^2}{\text{s}}$$

$$\sigma = \frac{N \cdot e^2 \cdot \tau}{m} \quad \sigma [=] \frac{\text{cm}^{-3} \cdot \text{C}^2 \cdot \text{s}}{\text{kg}} [=] \frac{10^6 \cdot \text{C}^2 \cdot \text{s}}{\text{m}^3 \cdot \text{kg}} [=] \frac{10^6 \cdot \text{C}^2}{\text{m} \cdot \text{s}} \cdot \frac{\text{s}}{\text{Ohm} \cdot \text{C}^2} [=] \frac{10^6}{\text{Ohm} \cdot \text{m}}$$

$$\sigma_{Cu}^{298K} = \frac{8.47 \cdot 10^{22} \cdot (1.602 \cdot 10^{-19})^2 \cdot 2.47 \cdot 10^{-14}}{9.11 \cdot 10^{-31}} \cdot \frac{10^6}{\text{Ohm} \cdot \text{m}}$$

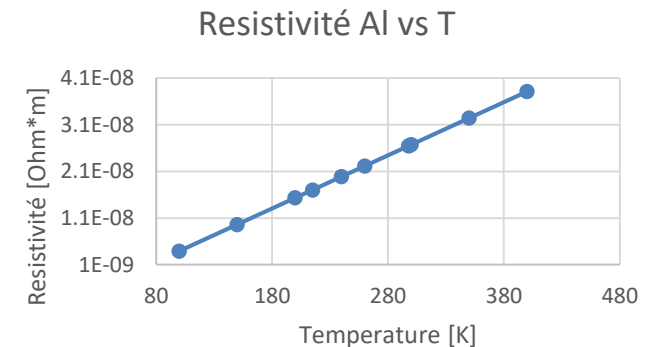
$$\sigma_{Cu}^{298K} = 5.89 \cdot 10^7 \frac{1}{\text{Ohm} \cdot \text{m}}$$

	Symbol		Unité
Charge électron	e	$1.602 \cdot 10^{-19}$	C
Masse électron	m	$9.11 \cdot 10^{-31}$	kg

b) La résistivité de l'aluminium à température ambiante est de $2.65 \cdot 10^{-8} \text{ Ohm} \cdot \text{m}$ et son coefficient de coefficient linéaire en température de la résistivité de 0.0043 K^{-1} . À quelle température sa résistivité devient-elle égale à la résistivité du cuivre trouvée précédemment ?

$$\rho_2 = \rho_1 \cdot [1 + \alpha(T_2 - T_1)] \quad \rho_{Al}^{T_2} = \rho_{Al}^{298K} \cdot [1 - \alpha(T_2 - 298)] = \rho_{Cu}^{298K}$$

$$T_2 = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\alpha \rho_1} + T_1 \quad T_2 = \frac{1.7 \cdot 10^{-8} - 2.65 \cdot 10^{-8}}{0.0043 \cdot 2.65 \cdot 10^{-8}} + 298 = 215 \text{ K}$$



Exemple: batterie

Principe de fonctionnement:
Réaction d'oxydoréduction

- réduction de l'oxyde de fer : $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6 e^- \rightarrow 2 \text{Fe} + 3 \text{O}^{2-}$
- oxydation de l'aluminium : $2 \text{Al} + 3 \text{O}^{2-} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 6 e^-$

Quelques potentiels redox standard à 25°C

	Réducteur	Oxydant	E° (V)
Or	Au	Au^{3+}	1,50
Eau	H_2O	O_2	1,23
Mercure	Hg	Hg^{2+}	0,85
Argent	Ag	Ag^+	0,80
Ion fer II	Fe^{2+}	Fe^{3+}	0,77
Cuivre	Cu	Cu^{2+}	0,34
Dihydrogène	H_2	H^+	0
Plomb	Pb	Pb^{2+}	-0,13
Etain	Sn	Sn^{2+}	-0,14
Nickel	Ni	Ni^{2+}	-0,23
Cobalt	Co	Co^{2+}	-0,29
Cadmium	Cd	Cd^{2+}	-0,40
Fer	Fe	Fe^{2+}	-0,44
Zinc	Zn	Zn^{2+}	-0,76
Aluminium	Al	Al^{3+}	-1,67
Magnésium	Mg	Mg^{2+}	-2,37
Sodium	Na	Na^+	-2,71
Potassium	K	K^+	-2,92
Lithium	Li	Li^+	-3,02

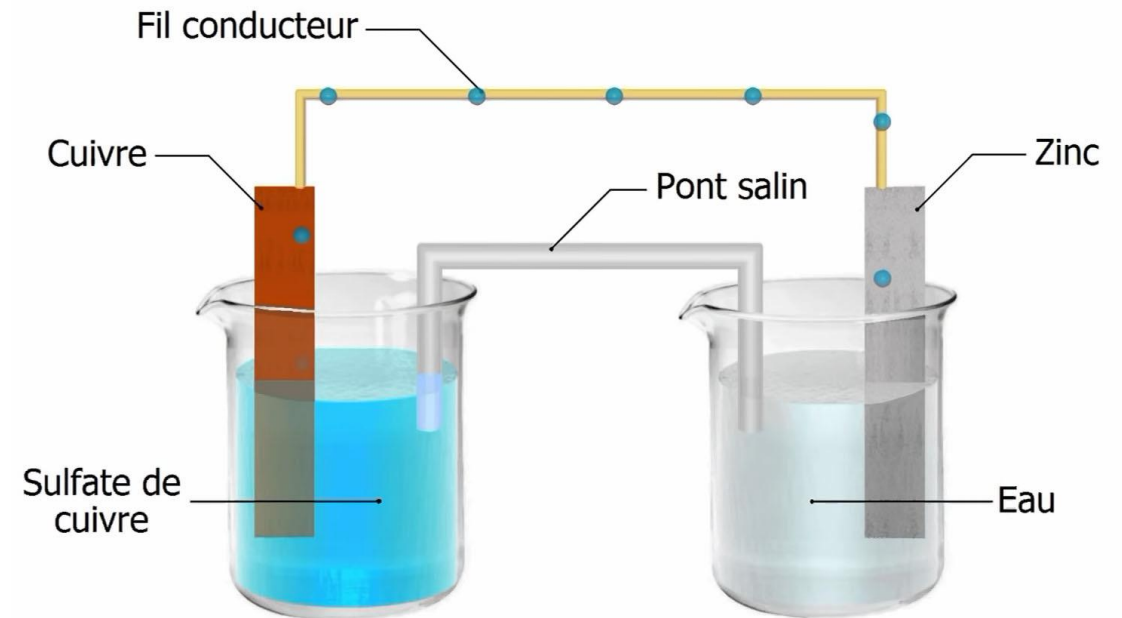
Du moins réducteur

au plus oxydant

au plus réducteur

Du moins oxydant

Schématique d'une batterie



Question (5 min):
Dans quelle partie on trouve une conduction ionique?

Exemple: batterie

Principe de fonctionnement:
Réaction d'oxydoréduction

- réduction de l'oxyde de fer : $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6 e^- \rightarrow 2 \text{Fe} + 3 \text{O}^{2-}$
- oxydation de l'aluminium : $2 \text{Al} + 3 \text{O}^{2-} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 6 e^-$

Quelques potentiels redox standard à 25°C

	Réducteur	Oxydant	E° (V)
Or	Au	Au^{3+}	1,50
Eau	H_2O	O_2	1,23
Mercure	Hg	Hg^{2+}	0,85
Argent	Ag	Ag^+	0,80
Ion fer II	Fe^{2+}	Fe^{3+}	0,77
Cuivre	Cu	Cu^{2+}	0,34
Dihydrogène	H_2	H^+	0
Plomb	Pb	Pb^{2+}	-0,13
Etain	Sn	Sn^{2+}	-0,14
Nickel	Ni	Ni^{2+}	-0,23
Cobalt	Co	Co^{2+}	-0,29
Cadmium	Cd	Cd^{2+}	-0,40
Fer	Fe	Fe^{2+}	-0,44
Zinc	Zn	Zn^{2+}	-0,76
Aluminium	Al	Al^{3+}	-1,67
Magnésium	Mg	Mg^{2+}	-2,37
Sodium	Na	Na^+	-2,71
Potassium	K	K^+	-2,92
Lithium	Li	Li^+	-3,02

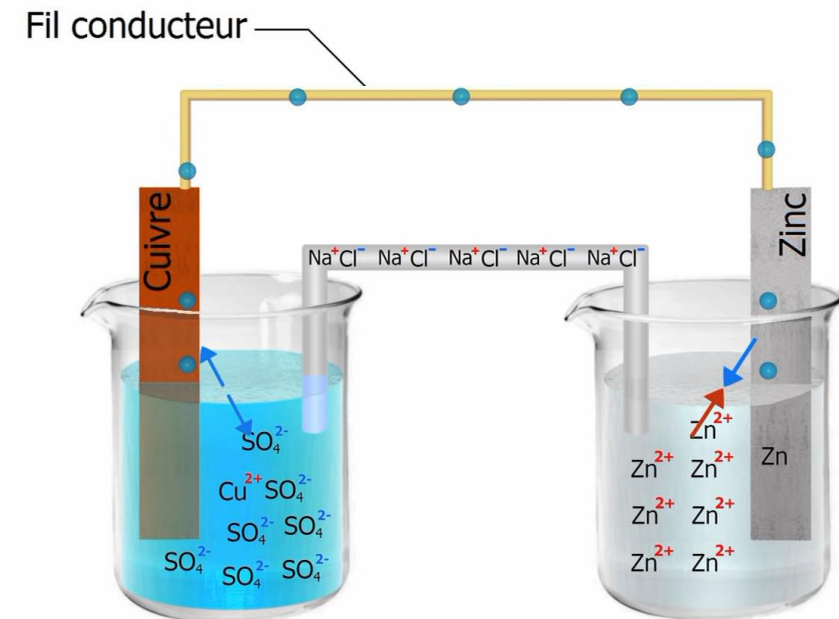
Du moins
réducteur

au plus
oxydant

au plus
réducteur

Du moins
oxydant

Schématique d'une batterie



Question (5 min):
Dans quelle partie on trouve une conduction ionique?

Electrolyte