

Corrigé et barème – Les réactions d'oxydo-réduction

Transfert d'électrons, oxydants et réducteurs courants

Durée : 55 min – Calculatrice interdite – Sur 20 points · Chimie 3°

Exercice 1 – Une lame de fer dans le sulfate de cuivre

(4 pts)

- a) Cuivre métal (dépôt rouge) ; ions Fe^{2+} (précipité vert avec la soude, teinte verte). (1)
- b) $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2 \text{e}^-$; $\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$; bilan : $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$. Oxydant : Cu^{2+} (réduit) ; réducteur : Fe (oxydé). (1)
- c) Pour 56 g de fer partis, 64 g de cuivre se déposent : la masse augmente de 8 g par 56 g. Gain 0,16 g $\rightarrow$ fer dissous $0,16 \times 56 \div 8 = 1,12$ g ; cuivre déposé $1,12 \times 64 \div 56 = 1,28$ g. (1)
- d) Le cuivre est moins réducteur que le fer : il ne peut pas céder d'électrons aux ions Fe^{2+} . Le zinc (ou le magnésium, l'aluminium), plus réducteur que le fer, donnerait un dépôt de fer : $\text{Zn} + \text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Fe}$. (1)

Le point clé — un métal ne réduit que les ions des métaux placés **après** lui dans l'échelle.

Exercice 2 – Classer quatre métaux

(4 pts)

- a) $\text{Mg} > \text{Zn} > \text{Pb} > \text{Cu}$: Mg réduit Zn^{2+} (dépôt) mais Zn ne réduit pas Mg^{2+} ; Zn réduit Pb^{2+} ; Pb réduit Cu^{2+} mais Cu ne réduit rien. (1)
- b) $\text{Zn} + \text{Pb}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Pb}$ (oxydant Pb^{2+}) ; $\text{Mg} + 2 \text{H}^+ \rightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{H}_2$ (oxydant H^+). (1)
- c) H se place entre le plomb et le cuivre : $\text{Mg} > \text{Zn} > \text{Pb} > \text{H} > \text{Cu}$. Le cuivre n'est pas attaqué par les eaux légèrement acides ni par les ions H^+ ; le zinc se dissoudrait peu à peu. (1)
- d) Le plomb, plus réducteur que le cuivre donc que l'argent, réduit Ag^+ : dépôt d'argent. $\text{Pb} + 2 \text{Ag}^+ \rightarrow \text{Pb}^{2+} + 2 \text{Ag}$. (1)

Repère — « dépôt » = le métal plongé est **plus** réducteur que celui de la solution ; « rien » = il est **moins** réducteur.

Exercice 3 – Ce qui fait rouiller un clou

(4 pts)

- a) Dioxygène (tube 2 : presque rien sans O_2) et eau (tube 1 : rien sans eau) ; le sel accélère (tube 4 : 0,90 g contre 0,35 g). (1)
- b) $4 \text{Fe} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{Fe}_2\text{O}_3$; Fe 4 = 4, O 6 = 6 ; réducteur : Fe ; oxydant : O_2 . (1)
- c) $0,90 \times 112 \div 160 = 0,63$ g de fer ; $0,63 \div 5,00 = 12,6 \%$, soit environ 13 % du clou. (1)
- d) Le fer à nu, au contact de l'air et de l'humidité, rouille, et la rouille poreuse s'étend sous la peinture. Galvanisation : une couche de zinc, plus réducteur que le fer, s'oxyde à sa place même à l'endroit de la rayure. (1)

Attention — une peinture **isole** ; seul un métal **plus réducteur** continue de protéger une fois la couche rayée.

Exercice 4 – Étain ou zinc ?*(4 pts)*

- a) $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^-$; $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2 \text{e}^-$; $\text{Sn} \rightarrow \text{Sn}^{2+} + 2 \text{e}^-$. (1)
- b) Tôle zinguée : le zinc, plus réducteur que le fer, s'oxyde à sa place, le fer ne rouille pas. Tôle étamée : l'étain est moins réducteur que le fer, c'est le fer qui s'oxyde : elle rouille. (1)
- c) Le fer en contact avec un métal moins réducteur joue le rôle d'anode sacrificielle : il cède ses électrons plus vite que seul. L'étain est choisi car il ne réagit pas avec les aliments et n'est pas toxique, tant que la boîte est intacte. (1)
- d) 2 % de 8,0 kg = 0,16 kg par an ; $1,6 \div 0,16 = 10$ ans. Mauvaise idée : le cuivre, moins réducteur, accélérerait la corrosion du zinc à son contact. (1)

Erreur fréquente — croire que toute couche métallique protège : seul un métal **plus réducteur** que le fer le protège une fois rayé.

Exercice 5 – Graver un circuit imprimé*(4 pts)*

- a) $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^-$; $\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ ($\times 2$). Oxydant : Fe^{3+} ; réducteur : Cu. (1)
- b) $V = 10 \times 15 \times 0,0035 = 0,525 \text{ cm}^3$; $m = 0,525 \times 8,96 \approx 4,7 \text{ g}$. (1)
- c) Cuivre dissous : $4,7 \times 0,60 \approx 2,8 \text{ g}$; Fe^{3+} : $2,8 \times 112 \div 64 \approx 4,9 \text{ g}$. (1)
- d) Les ions Fe^{3+} (orangés) sont remplacés par Fe^{2+} (verts) et Cu^{2+} (bleus) ; quand l'oxydant Fe^{3+} est épuisé, la gravure s'arrête. La solution contient des ions cuivre et fer, toxiques pour les milieux aquatiques : elle se dépose en déchetterie. (1)

À retenir — le changement de couleur d'une solution est souvent la signature d'un **changement d'ion** : Fe^{3+} orangé, Fe^{2+} vert, Cu^{2+} bleu.