

Électrolyse forcée

Corrigé des exercices - niveau Terminale

Voici le corrigé détaillé des vingt exercices sur l'électrolyse forcée. Par ailleurs, compare ta démarche à la correction : les calculs suivent toujours le même enchaînement, $Q = I \times \Delta t$, $n(e^-) = Q \div F$, puis la quantité de matière transformée.

Ainsi, ce corrigé est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

La correction détaillée : corrigé électrolyse forcée

Correction de l'exercice 1 : Questions de cours

1. Puis une transformation **forcée** a lieu dans le sens opposé à l'évolution spontanée, grâce à l'énergie fournie par un générateur.
2. Avec un **générateur** qui impose le sens du courant.
3. **Anode** reliée à la borne + : oxydation. **Cathode** reliée à la borne - : réduction.
4. Cathode : $\text{Cu}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Cu}$; anode : $2 \text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2 e^-$.
5. $n(\text{Cu}) = I \times \Delta t \div (2 F)$.

Correction de l'exercice 2 : Vrai ou faux ?

- a. **Faux** : elle est forcée.
- b. **Vrai**.
- c. **Faux** : la cathode est le siège d'une réduction.
- d. **Vrai** : le générateur impose l'évolution opposée à l'évolution spontanée.
- e. **Faux** : les électrons circulent dans les fils, les ions dans la solution.
- f. **Vrai** : $m = M \times Q \div (z F)$.
- g. **Vrai** : un générateur impose la transformation inverse de celle de la décharge.

Correction de l'exercice 3 : Spontané ou forcé ?

$$Q_r = [\text{Zn}^{2+}] \div [\text{Cu}^{2+}].$$

- a. De même, $Q_r = 0,10 \div 0,010 = 10 < K$: sens direct spontané ; le sens inverse serait **forcé**.

b. $Q_r = 1,0 \div 5 \times 10^{-38} = 2 \times 10^{37} = K$: **équilibre**, aucune évolution spontanée ; toute évolution (dans un sens ou dans l'autre) est **forcée** par un générateur.

c. Après cela, $Q_r = 0,80 \div 0,20 = 4,0 < K$: sens direct spontané ; inverse **forcé**.

Correction de l'exercice 4 : Électrolyse de l'iodure de zinc

1. B est reliée à la borne + : **B est l'anode** (oxydation) ; A est reliée à la borne – : **A est la cathode** (réduction).

2. Cathode : $\text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$; anode : $2 \text{I}^- \rightarrow \text{I}_2 + 2 \text{e}^-$; bilan : $\text{Zn}^{2+} + 2 \text{I}^- \rightarrow \text{Zn} + \text{I}_2$.

3. Électrons : du générateur vers A (cathode) et de B (anode) vers le générateur. Ions : Zn^{2+} vers A, I^- vers B.

4. Ensuite, un dépôt gris de **zinc** sur A ; une coloration **brune** (diode) autour de B.

Correction de l'exercice 5 : Électrolyse de l'eau

1. $2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$; $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^-$.

2. H_2 se forme à la **cathode** (réduction) ; O_2 à l'**anode** (oxydation).

3. Puis on double la première : $4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{H}_2$; bilan : $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_2 + \text{O}_2$.

4. $V(\text{H}_2) \div V(\text{O}_2) = 2$ (même température et pression). H_2 provoque une petite détonation avec une flamme ; O_2 ravive une allumette incandescente.

Correction de l'exercice 6 : Quantité d'électricité

1. $\Delta t = 15 \times 60 = 900 \text{ s}$.

2. $Q = 2,0 \times 900 = 1,8 \times 10^3 \text{ C}$.

3. $n(\text{e}^-) = 1\,800 \div 96\,500 = 1,9 \times 10^{-2} \text{ mol}$.

Correction de l'exercice 7 : Le cuivrage

1. $\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$.

2. $n(\text{Cu}) = 1,0 \div 63,5 = 1,6 \times 10^{-2} \text{ mol}$ ($1,575 \times 10^{-2}$).

3. $n(\text{e}^-) = 2 \times 1,575 \times 10^{-2} = 3,15 \times 10^{-2} \text{ mol}$; $Q = 3,15 \times 10^{-2} \times 96\,500 = 3,0 \times 10^3 \text{ C}$.

4. $\Delta t = Q \div I = 3\,039 \div 0,80 \approx 3,8 \times 10^3 \text{ s}$, soit environ **63 min**.

Correction de l'exercice 8 : Masse déposée en fonction du temps

1. De plus, les points sont alignés avec l'origine : **m est proportionnelle à t.**
2. Coefficient directeur : $355 \div 60 = \mathbf{5,9 \text{ mg} \cdot \text{min}^{-1}}$, soit $5,9 \times 10^{-3} \div 60 = \mathbf{9,9 \times 10^{-5} \text{ g} \cdot \text{s}^{-1}}$.
3. $m = M \times I \times t \div (z F)$, donc le coefficient directeur vaut $M \times I \div (z F)$ et $I = \text{coefficient} \times z \times F \div M = 9,87 \times 10^{-5} \times 2 \times 96\,500 \div 63,5 \approx \mathbf{0,30 \text{ A}}$.
4. $m = 5,92 \times 45 = \mathbf{2,7 \times 10^2 \text{ mg}}$, soit environ 0,27 g.

Correction de l'exercice 9 : L'argenture d'une cuillère

1. **$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$.**
2. $Q = 0,50 \times 1\,200 = 600 \text{ C}$; $n(\text{e}^-) = 600 \div 96\,500 = 6,22 \times 10^{-3} \text{ mol} = n(\text{Ag})$; $m = 6,22 \times 10^{-3} \times 108 = \mathbf{0,67 \text{ g}}$.
3. $V = m \div \rho = 0,672 \div 10,5 = \mathbf{6,4 \times 10^{-2} \text{ cm}^3}$; épaisseur $e = V \div S = 0,064 \div 40 = 1,6 \times 10^{-3} \text{ cm} = \mathbf{16 \text{ }\mu\text{m}}$.

Correction de l'exercice 10 : Volumes de gaz

1. $Q = 5,0 \times 3\,600 = 1,8 \times 10^4 \text{ C}$; $n(\text{e}^-) = 18\,000 \div 96\,500 = \mathbf{0,187 \text{ mol}}$.
2. $n(\text{H}_2) = n(\text{e}^-) \div 2 = \mathbf{9,3 \times 10^{-2} \text{ mol}}$, $V = 9,33 \times 10^{-2} \times 24 = \mathbf{2,2 \text{ L}}$; $n(\text{O}_2) = n(\text{e}^-) \div 4 = \mathbf{4,7 \times 10^{-2} \text{ mol}}$, $V = \mathbf{1,1 \text{ L}}$.
3. $n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2) = 9,33 \times 10^{-2} \text{ mol}$; $m = 9,33 \times 10^{-2} \times 18,0 = \mathbf{1,7 \text{ g}}$.

Correction de l'exercice 11 : Rendement faradique

1. $n(\text{Cu}) = I \times \Delta t \div (2 F) = 0,50 \times 1\,800 \div (2 \times 96\,500) = 4,66 \times 10^{-3} \text{ mol}$; $m = 4,66 \times 10^{-3} \times 63,5 = \mathbf{0,296 \text{ g}}$.
2. Rendement faradique = masse réelle $\div$ masse théorique = $0,270 \div 0,296 = \mathbf{0,91}$ soit **91 %**.
3. Ensuite, une partie du courant sert à d'autres réactions (par exemple réduction de H^+ ou de traces de dioxygène dissous) ; une partie du dépôt peut se détacher ou se redissoudre ; erreurs de pesée.

Correction de l'exercice 12 : Charge d'un accumulateur

1. Y est reliée à la borne – du générateur : les électrons vont du **générateur vers Y**.

2. X est reliée à la borne + : c'est l'**anode** pendant la charge, siège d'une **oxydation**.
3. Y est la **cathode**, siège d'une **réduction**.
4. À la décharge, l'accumulateur fonctionne en pile : X (pôle +) devient la **cathode** et Y (pôle -) l'**anode** : les rôles s'inversent, pas les polarités.
5. $Q = 0,80 \times 3,0 \times 3\,600 = 8,6 \times 10^3 \text{ C}$; $n(e^-) = 8\,640 \div 96\,500 = 8,9 \times 10^{-2} \text{ mol}$.

Correction de l'exercice 13 : Charger un smartphone

1. $Q = 3,0 \text{ A} \cdot \text{h} \times 3\,600 = 1,08 \times 10^4 \text{ C}$.
2. $\Delta t = 3,0 \div 1,5 = 2,0 \text{ h}$ (7 200 s).
3. $\Delta t \text{ réel} = 2,0 \div 0,90 = 2,22 \text{ h} = 2 \text{ h } 13 \text{ min}$.
4. $n(e^-) = 10\,800 \div 96\,500 = 0,112 \text{ mol}$.

Correction de l'exercice 14 : L'affinage du cuivre

1. Par ailleurs, le cuivre impur est relié à la borne + : **anode** ; $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2 e^-$. Puis le cuivre pur est relié à la borne - : **cathode** ; $\text{Cu}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Cu}$.
2. Chaque ion Cu^{2+} formé à l'anode compense un ion consommé à la cathode : la concentration reste **constante**.
3. Ensuite, L'argent et l'or ne sont pas oxydés dans ces conditions : ils tombent en **boues anodiques**.
4. $Q = 5,0 \times 10^3 \times 86\,400 = 4,32 \times 10^8 \text{ C}$; $n(e^-) = 4,32 \times 10^8 \div 96\,500 = 4,48 \times 10^3 \text{ mol}$; $n(\text{Cu}) = 2,24 \times 10^3 \text{ mol}$; $m = 2,24 \times 10^3 \times 63,5 = 1,42 \times 10^5 \text{ g} \approx 1,4 \times 10^2 \text{ kg}$.

Correction de l'exercice 15 : Corriger les erreurs

- a. Puis l'anode est reliée à la borne +.
- b. À la cathode a lieu une **réduction**.
- c. De plus, pour doubler la masse, il faut **doubler** la durée (m proportionnelle à Δt).
- d. Ensuite, la charge d'une mole d'électrons est **96 500 C** ; $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ est la charge d'un seul électron.
- e. Qr **s'éloigne** de K.

Correction de l'exercice 16 : L'industrie du chlore

1. $2 \text{ Cl}^- + 2 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{H}_2 + 2 \text{ HO}^-$.
2. $Q = 10 \times 600 = 6\,000 \text{ C}$; $n(e^-) = 6,000 \div 96\,500 = 6,22 \times 10^{-2} \text{ mol}$; $n(\text{Cl}_2) = n(\text{H}_2) = 3,11 \times 10^{-2} \text{ mol}$; $V = 3,11 \times 10^{-2} \times 24 = 0,75 \text{ L}$ pour chacun.

3. $n(\text{HO}^-) = n(\text{e}^-) = 6,22 \times 10^{-2} \text{ mol}$; $[\text{HO}^-] = 6,22 \times 10^{-2} \div 0,500 = \mathbf{0,124 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}}$;
 $\text{pH} = 14 + \log(0,124) = \mathbf{13,1}$.

Correction de l'exercice 17 : Seuil de tension d'un électrolyseur

1. I est nulle jusqu'à environ 1,6 V : $\mathbf{U_s = 1,6 \text{ V}}$.
2. Entre (2,0 V ; 0,20 A) et (4,0 V ; 1,20 A) : pente = $1,00 \div 2,0 = 0,50 \text{ A}\cdot\text{V}^{-1}$, donc $\mathbf{R' = 2,0 \Omega}$.
3. $I = (3,2 - 1,6) \div 2,0 = \mathbf{0,80 \text{ A}}$.
4. Par ailleurs, pour $U = 3,0 \text{ V}$: $I = 0,70 \text{ A}$; $P = U \times I = \mathbf{2,1 \text{ W}}$; effet Joule : $2,0 \times 0,70^2 = \mathbf{0,98 \text{ W}}$; chimique : $1,6 \times 0,70 = \mathbf{1,12 \text{ W}}$. Somme : $0,98 + 1,12 = 2,10 \text{ W}$: cohérent.

Correction de l'exercice 18 : Énergie dépensée pour produire du dihydrogène

1. $E = 3,0 \times 0,70 \times 3\,600 = \mathbf{7,6 \times 10^3 \text{ J}}$ (7 560 J).
2. $n(\text{e}^-) = 0,70 \times 3\,600 \div 96\,500 = 2,61 \times 10^{-2} \text{ mol}$; $n(\text{H}_2) = 1,31 \times 10^{-2} \text{ mol}$; $V = 1,31 \times 10^{-2} \times 24 = \mathbf{0,31 \text{ L}}$.
3. $7\,560 \div 0,313 = \mathbf{2,4 \times 10^4 \text{ J par litre}}$; par m^3 : $2,4 \times 10^7 \text{ J}$, soit $2,4 \times 10^7 \div 3,6 \times 10^6 = \mathbf{6,7 \text{ kW}\cdot\text{h}}$.

Correction de l'exercice 19 : Nickelage d'une pièce

Volume : $V = S \times e = 120 \text{ cm}^2 \times 20 \times 10^{-4} \text{ cm} = \mathbf{0,24 \text{ cm}^3}$. Masse : $m = \rho \times V = 8,9 \times 0,24 = \mathbf{2,14 \text{ g}}$. Quantité : $n(\text{Ni}) = 2,136 \div 58,7 = \mathbf{3,64 \times 10^{-2} \text{ mol}}$. Électrons : $n(\text{e}^-) = 2 \times 3,64 \times 10^{-2} = 7,28 \times 10^{-2} \text{ mol}$. Charge : $Q = 7,28 \times 10^{-2} \times 96\,500 = \mathbf{7,0 \times 10^3 \text{ C}}$. Durée : $\Delta t = Q \div I = 7\,023 \div 2,0 = 3,5 \times 10^3 \text{ s}$, soit environ $\mathbf{59 \text{ min}}$.

Correction de l'exercice 20 : Régénérer une pile Daniell

1. Puis on relie le **zinc à la borne -** (il devient cathode) et le **cuivre à la borne +** (il devient anode).
2. Cathode (Zn) : $\mathbf{Zn^{2+} + 2 e^- \rightarrow Zn}$; anode (Cu) : $\mathbf{Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2 e^-}$. $Q_r = [\text{Zn}^{2+}] \div [\text{Cu}^{2+}]$ **diminue** : il s'éloigne de K.
3. $Q = 0,10 \times 5,0 \times 3\,600 = 1\,800 \text{ C}$; $n(\text{e}^-) = 1,87 \times 10^{-2} \text{ mol}$; $n(\text{Zn}) = 9,3 \times 10^{-3} \text{ mol}$; $m = 9,33 \times 10^{-3} \times 65,4 = \mathbf{0,61 \text{ g}}$.
4. Ensuite, dans un accumulateur les produits restent sur les électrodes et la transformation est réversible ; dans une pile jetable, les produits sont dispersés, des

réactions secondaires irréversibles se produisent, et le sens inverse n'est pas obtenu proprement.

Comment progresser après ce corrigé

Par ailleurs, si tu as hésité, reprends le tableau comparatif pile et électrolyseur et refais le schéma de l'électrolyseur avec les polarités, le sens des électrons et celui des ions. Puis pour les calculs (exercices 7, 9, 10, 19), écris toujours la demi-équation pour trouver z , puis enchaîne Q , $n(e^-)$, $n(X)$, m ou V . De plus, vérifie systématiquement l'ordre de grandeur et les unités.

Retour aux énoncés des exercices

Tout le chapitre « Électrolyse et transformations forcées » en terminale

- Le cours : Électrolyse et transformations forcées
- Les exercices : Électrolyse et transformations forcées
- Le TP : Électrolyse et transformations forcées
- Le corrigé du TP : Électrolyse et transformations forcées
- Le QCM : Électrolyse et transformations forcées

Chapitre précédent : Évolution spontanée et piles (corrigé des exercices)

Chapitre suivant : Stratégie de synthèse organique (corrigé des exercices)

Retrouve aussi tous les corrigés des exercices en terminale et le programme complet de sciences physiques en terminale.