

Transformations forcées

Chapitre 8

allal Mahdade

Groupe scolaire La Sagesse Lycée qualifiante

12 mars 2017

Sommaire

Transformations forcées

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Exemple d'électrolyse

1 Introduction

2 Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

3 Exemple d'électrolyse

Sommaire

Transformations forcées

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Exemple d'électrolyse

1 Introduction

2 Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

3 Exemple d'électrolyse

Sommaire

Transformations forcées

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Exemple d'électrolyse

1 Introduction

2 Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

3 Exemple d'électrolyse

Introduction

Transformations
forcées

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
transformation
forcée ?

Exemple
d'électrolyse



Ce robot se déplace et fait des prélèvements à la surface de Mars depuis le début de l'année 2004. Pour pouvoir fonctionner, il se **recharge** ses batteries grâce à ces capteurs solaires .

*** Quelles sont les transformations mis en jeu lors de la charge de ses batteries et lors de leur fonctionnement ?**

I. Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Transformations forcées

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Exemple d'électrolyse

On imposant une tension électrique entre deux électrodes plongeant dans une solution électrolytique , on peut provoquer un transfert d'électrons entre un réducteur et un oxydant . On réalise alors **un électrolyse** . Les électrolyses sont alors des exemples **des transformations forcées** , c'est à dire des transformations non spontanées .

I. Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Transformations forcées

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Exemple d'électrolyse

1. Évolution spontanée d'un système

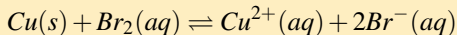
Expérience 1 :

On prépare une solution (S) , en mélangeant 10ml de solution de dibrome à 10mmol/l, 20ml de solution de bromure de potassium à 1,0mol/l et 20ml de solution de sulfate de cuivre (II) à 1,0mol/l.

On introduit une électrode de graphite dans l'une des branches d'un tube en U, noté A , et des tournures de cuivre compactés dans l'autre .

On relie les électrodes à un ampèremètre . On introduit la solution préparée dans le tube en U et on observe que **l'ampèremètre indique le passage d'un courant spontané** .

L'équation de la réaction qui se produit peut s'écrire :



À 25°C, la constante d'équilibre qui lui associée vaut : $K = 1,2 \times 10^{25}$

I. Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Transformations
forcées

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
transformation
forcée ?

Exemple
d'électrolyse

Exploitation :

- *Quelle est l'évolution spontanée de ce système ?*
- Initialement le système comporte les constituants : cuivre $Cu(s)$, dibrome $Br_2(aq)$, des ions de cuivre $Cu^{2+}(aq)$, et de bromure $Br^{-}(aq)$ alors le quotient de la réaction à l'état initial est :

$$Q_{r,i} = \frac{[Cu^{2+}]_i \cdot [Br^{-}]_i}{[Br_2]_i} = \frac{0,4 \times 0,4^2}{2,0 \times 10^{-3}} = 32$$

C'est à dire que $Q_{r,i} < K$ donc le système va évoluer spontanément dans le sens direct de l'équation écrite ci dessus , c'est à dire dans le sens de la formation d'ions cuivre (II) et d'ions bromure.

I. Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Transformations
forcées

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
transformation
forcée ?

Exemple
d'électrolyse

Exploitation :

- *Quelle est l'évolution spontanée de ce système ?*

- Initialement le système comporte les constituants : cuivre $Cu(s)$, dibrome $Br_2(aq)$, des ions de cuivre $Cu^{2+}(aq)$, et de bromure $Br^{-}(aq)$ alors le quotient de la réaction à l'état initial est :

$$Q_{r,i} = \frac{[Cu^{2+}]_i \cdot [Br^{-}]_i}{[Br_2]_i} = \frac{0,4 \times 0,4^2}{2,0 \times 10^{-3}} = 32$$

C'est à dire que $Q_{r,i} < K$ donc le système va évoluer spontanément dans le sens direct de l'équation écrite ci dessus , c'est à dire dans le sens de la formation d'ions cuivre (II) et d'ions bromure.

I. Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Transformations
forcées

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
transformation
forcée ?

Exemple
d'électrolyse

Exploitation :

- *Quelle est l'évolution spontanée de ce système ?*
- Initialement le système comporte les constituants : cuivre $Cu(s)$, dibrome $Br_2(aq)$, des ions de cuivre $Cu^{2+}(aq)$, et de bromure $Br^{-}(aq)$ alors le quotient de la réaction à l'état initial est :

$$Q_{r,i} = \frac{[Cu^{2+}]_i \cdot [Br^{-}]_i}{[Br_2]_i} = \frac{0,4 \times 0,4^2}{2,0 \times 10^{-3}} = 32$$

C'est à dire que $Q_{r,i} < K$ donc le système va évoluer spontanément dans le sens direct de l'équation écrite ci dessus , c'est à dire dans le sens de la formation d'ions cuivre (II) et d'ions bromure.

I. Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Transformations forcées

allal Mahdade

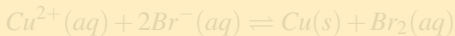
Introduction

Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Exemple d'électrolyse

Exploitation :

- *Que se passe-t-il si le système à l'état initial n'est constitué que de la solution de bromure de cuivre(II) ($Cu^{2+}(aq) + 2Br^{-}(aq)$) ?*
- L'équation de la réaction qui peut se produire est :



La constante d'équilibre dans ce cas sera : $K' = \frac{1}{K} = 8,3 \times 10^{-26}$

La constante d'acidité est très petite et presque nulle , d'autre part :

$$Q_{r,i} = \frac{[Br_2]_i}{[Cu^{2+}]_i [Br^{-}]_i} = 0$$

donc le système est en équilibre , donc il ne peut pas évoluer dans le sens de la réaction ci dessus .

I. Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Transformations forcées

allal Mahdade

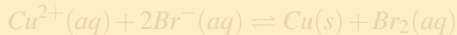
Introduction

Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Exemple d'électrolyse

Exploitation :

- *Que se passe -t-il si le système à l'état initial n'est constitué que de la solution de bromure de cuivre(II) ($Cu^{2+}(aq) + 2Br^{-}(aq)$) ?*
- L'équation de la réaction qui peut se produire est :



La constante d'équilibre dans ce cas sera : $K' = \frac{1}{K} = 8,3 \times 10^{-26}$

La constante d'acidité est très petite et presque nulle , d'autre part :

$$Q_{r,i} = \frac{[Br_2]_i}{[Cu^{2+}]_i [Br^{-}]_i} = 0$$

donc le système est en équilibre , donc il ne peut pas évoluer dans le sens de la réaction ci dessus .

I. Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Transformations forcées

allal Mahdade

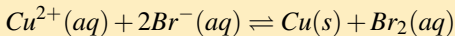
Introduction

Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Exemple d'électrolyse

Exploitation :

- *Que se passe -t-il si le système à l'état initial n'est constitué que de la solution de bromure de cuivre(II) ($Cu^{2+}(aq) + 2Br^{-}(aq)$) ?*
- L'équation de la réaction qui peut se produire est :



La constante d'équilibre dans ce cas sera : $K' = \frac{1}{K} = 8,3 \times 10^{-26}$

La constante d'acidité est très petite et presque nulle , d'autre part :

$$Q_{r,i} = \frac{[Br_2]_i}{[Cu^{2+}]_i [Br^{-}]_i} = 0$$

donc le système est en équilibre , donc il ne peut pas évoluer dans le sens de la réaction ci dessus .

I. Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Transformations forcées

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

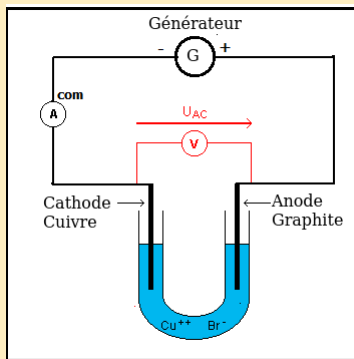
Exemple d'électrolyse

2. Transformation forcée : électrolyse

Expérience 2 :

On introduit une électrode de graphite dans l'une des branche d'un tube en U , noté B, et des tournures de cuivre compactées dans l'autre. on introduit la solution (S) préparé dans l'expérience 1 , dans le tube .

On relie ces électrode à un générateur de tension continue , délivrant une tension de $1,5V$, et on branche en série un ampèremètre de façon à ce que la borne négative du générateur soit reliée à l'électrode de cuivre .



I. Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Transformations forcées

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Exemple d'électrolyse

Exploitation :

- 1. Indiquer le sens du courant qui est imposé par le générateur .
- Le générateur de courant continue impose un courant qui traverse l'ampèremètre du ce système de l'électrode de cuivre vers celle de graphite .

Le système , formé par les électrodes et la solution S, constitue un récepteur électrochimique .

●

I. Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Transformations
forcées

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
transformation
forcée ?

Exemple
d'électrolyse

Exploitation :

- 1. *Indiquer le sens du courant qui est imposé par le générateur .*
- Le générateur de courant continue impose un courant qui traverse l'ampèremètre du ce système de l'électrode de cuivre vers celle de graphite .

Le système , formé par les électrodes et la solution S, constitue un récepteur électrochimique .

●

I. Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Transformations
forcées

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
transformation
forcée ?

Exemple
d'électrolyse

Exploitation :

- 1. *Indiquer le sens du courant qui est imposé par le générateur .*
- Le générateur de courant continu impose un courant qui traverse l'ampèremètre du ce système de l'électrode de cuivre vers celle de graphite .

Le système , formé par les électrodes et la solution S, constitue un récepteur électrochimique .

●

I. Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Transformations forcées

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Exemple d'électrolyse

Exploitation :

- 1. *Indiquer le sens du courant qui est imposé par le générateur .*
- Le générateur de courant continue impose un courant qui traverse l'ampèremètre du ce système de l'électrode de cuivre vers celle de graphite .

Le système , formé par les électrodes et la solution S, constitue un récepteur électrochimique .

●

I. Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Transformations forcées

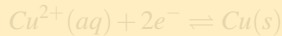
allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Exemple d'électrolyse

- 2. comment le système évolue-t-il lorsqu'il est traversé par le courant imposé par le générateur ?
- On observe la déposition du cuivre et la disparition progressive de la teinte bleue de la solution au voisinage de l'électrode de cuivre (la cathode) , les ions $Cu^{2+}(aq)$ sont réduits en cuivre métallique selon l'équation :



I. Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Transformations forcées

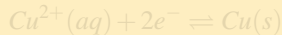
allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Exemple d'électrolyse

- *2. comment le système évolue-t-il lorsqu'il est traversé par le courant imposé par le générateur ?*
- On observe la déposition du cuivre et la disparition progressive de la teinte bleue de la solution au voisinage de l'électrode de cuivre (la cathode) , les ions $Cu^{2+}(aq)$ sont réduits en cuivre métallique selon l'équation :



I. Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Transformations forcées

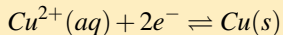
allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Exemple d'électrolyse

- 2. *comment le système évolue-t-il lorsqu'il est traversé par le courant imposé par le générateur ?*
- On observe la déposition du cuivre et la disparition progressive de la teinte bleue de la solution au voisinage de l'électrode de cuivre (la cathode) , les ions $Cu^{2+}(aq)$ sont réduits en cuivre métallique selon l'équation :



I. Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Transformations forcées

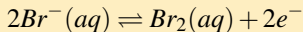
allal Mahdade

Introduction

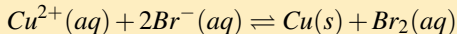
Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Exemple d'électrolyse

Au voisinage de l'électrode de graphite (anode) , on observe le jaunissement de la solution qui est du à l'oxydation des ions bromures $Br^- (aq)$ en dibrome selon l'équation :



D'où l'équation bilan qui se produit lorsque le courant traverse la solution et les électrodes :



Donc le générateur de tension continue a forcé le système chimique à évoluer dans le sens inverse de son sens d'évolution spontanée . **Cette transformation forcée est appelée électrolyse**

I. Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Transformations forcées

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Exemple d'électrolyse

Définition :

Un électrolyse est une transformation d'oxydoréduction forcée par un générateur de tension continue au cours de laquelle le système électrochimique évolue dans le sens inverse de celui qui serait spontanément observé . L'électrode à laquelle se produit l'oxydation est appelée *anode* .

L'électrode à laquelle se produit la réduction est appelée *cathode*.

I. Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Transformations forcées

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Exemple d'électrolyse

Remarque :

L'appellation d'anode pour l'électrode où se produit l'oxydation et de cathode pour celle où se produit la réduction, est générale et s'utilise aussi bien pour une transformation forcée comme l'électrolyse que pour une transformation spontanée comme le fonctionnement des piles.

I. Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Transformations forcées

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Exemple d'électrolyse

3. Quantité d'électricité mis en jeu lors d'une électrolyse

Lors de l'électrolyse , lorsque le générateur de tension continue débite un courant d'intensité I pendant la durée Δt , le système est traversé par la quantité d'électricité Q :

$$Q = I \cdot \Delta t$$

Cette quantité d'électricité est aussi égale à :

$$Q = n(e) \cdot \mathcal{F}$$

avec $n(e)$ est la quantité de matière échangée aux cours du fonctionnement de l'électrolyse . Elle est liée à l'avancement x de l'équation de la réaction d'oxydation anodique ou de celle de la réduction cathodique .

I. Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Transformations forcées

allal Mahdade

Introduction

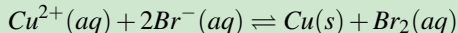
Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Exemple d'électrolyse

Exercice d'application : Aspect quantitatif d'une évolution forcée

Pendant 10 min , on électrolyse une solution de bromure de cuivre (II) , $(Cu^{2+}(aq) + 2Br^{-}(aq))$, de concentration 0,10 mol/L avec un courant d'intensité $I=20mA$.

L'électrolyse a pour bilan :



- 1 Quelle est la quantité d'électricité traversant le circuit ?
- 2 Quelle est la quantité de dibrome formé ?

I. Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Transformations forcées

allal Mahdade

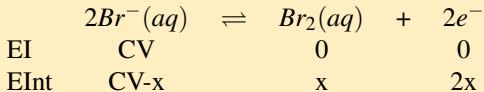
Introduction

Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Exemple d'électrolyse

Solution

1. $Q = I \cdot \Delta t = 20 \times 10^{-3} \times 10 \times 60 = 12C$ 2. D'après l'équation d'oxydation anodique :



Donc la quantité d'électrons libérés est égale au double de la quantité de dibrome formé :

$$n(e^-) = 2n(Br_2)$$

Or $Q = n(e^-) \cdot F = 2n(Br_2) \cdot F$, donc

$$n(Br_2) = \frac{Q}{2F} = \frac{12}{2 \times 9,65 \times 10^4} = 6,2 \times 10^{-5} mol$$

$$n(Br_2) = 6,2 \times 10^{-5} mol$$

II. Exemple d'électrolyse

Transformations
forcées

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
transformation
forcée ?

Exemple
d'électrolyse

1. Quels sont les produits de l'électrolyse d'une solution d'hydroxyde de sodium ?

Expérience 3 :

On introduit une solution de chlorure de sodium , $Na^+(aq) + Cl^-(aq)$, à $1,0\text{mol/l}$, dans un tube en U , puis on réalise le montage avec des électrode inattaquables en graphite. On relie ces électrodes à un générateur de tension continue de $2,5\text{ V}$.

Après quelques minutes , on ajoute quelques gouttes **d'indigo** dans le compartiment contenant l'électrode relié à l'anode , on observe la disparition de la couleur **bleu de l'indigo** .

Dans un tube à essais, on prend un peu de la solution de l'autre compartiment qu'est relié à l'électrode négative et on lui ajoute quelque gouttes de **phénolphtaléine** , on observe que **sa couleur devient rose** .

II. Exemple d'électrolyse

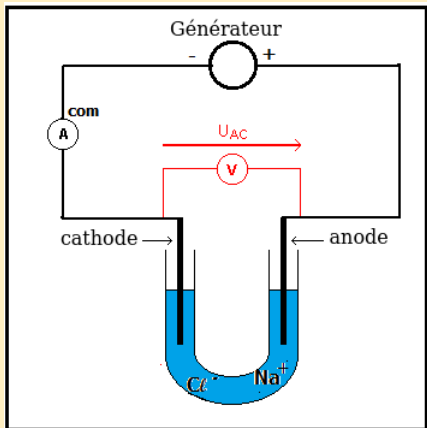
Transformations
forcées

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
transformation
forcée ?

Exemple
d'électrolyse



II. Exemple d'électrolyse

Transformations
forcées

allal Mahdade

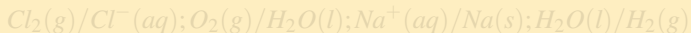
Introduction

Qu'est ce qu'une
transformation
forcée ?

Exemple
d'électrolyse

Exploitation :

- 1. *Par l'inventaire des espèces chimiques présents dans la solution et en se basant sur les couples oxydant/réducteur suivant , déterminer les réaction susceptible de se produire au voisinage de chaque électrode .*



- Les espèces présents dans la solution sont , le graphite (inattaquable), l'eau, les ions de sodium, et les ions chlorure .
Au voisinage de l'anode , il y a oxydation . Donc les réducteurs qui peuvent être oxyder sont :
 $O_2/H_2O(l)$ et $Cl_2/Cl^-(aq)$

II. Exemple d'électrolyse

Transformations
forcées

allal Mahdade

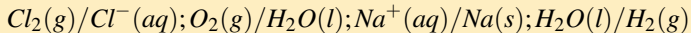
Introduction

Qu'est ce qu'une
transformation
forcée ?

Exemple
d'électrolyse

Exploitation :

- 1. *Par l'inventaire des espèces chimiques présents dans la solution et en se basant sur les couples oxydant/réducteur suivant , déterminer les réaction susceptible de se produire au voisinage de chaque électrode .*



- Les espèces présents dans la solution sont , le graphite (inattaquable), l'eau, les ions de sodium, et les ions chlorure .
Au voisinage de l'anode , il y a oxydation . Donc les réducteurs qui peuvent être oxyder sont :
 $O_2/H_2O(l)$ et $Cl_2/Cl^-(aq)$

II. Exemple d'électrolyse

Transformations
forcées

allal Mahdade

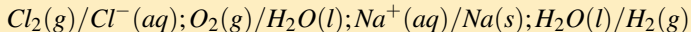
Introduction

Qu'est ce qu'une
transformation
forcée ?

Exemple
d'électrolyse

Exploitation :

- 1. *Par l'inventaire des espèces chimiques présents dans la solution et en se basant sur les couples oxydant/réducteur suivant , déterminer les réaction susceptible de se produire au voisinage de chaque électrode .*



- Les espèces présents dans la solution sont , le graphite (inattaquable), l'eau, les ions de sodium, et les ions chlorure .
Au voisinage de l'anode , il y a oxydation . Donc les réducteurs qui peuvent être oxydés sont :
 $O_2/H_2O(l)$ et $Cl_2/Cl^-(aq)$

II. Exemple d'électrolyse

Transformations
forcées

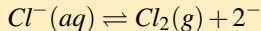
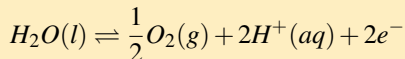
allal Mahdade

Introduction

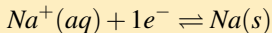
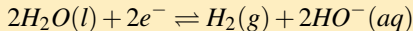
Qu'est ce qu'une
transformation
forcée ?

Exemple
d'électrolyse

et qui ont pour équations :



Au voisinage de la cathode , il y a réduction . Donc les oxydants qui peuvent être réduit sont : $H_2O(l)/H_2(g)$ et $Na^+(aq)/Na(s)$ et qui ont pour équations



II. Exemple d'électrolyse

Transformations forcées

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une transformation forcée ?

Exemple d'électrolyse

- 2. *Déduire , des tests réalisés , les produits effectivement formés. Établir l'équation traduisant l'électrolyse. ?*
- * Expérimentalement , on observe un dégagement gazeux aux deux électrodes . le gaz qui se dégage à l'anode et qui décolore le bleu d'indigo est le dichlore $Cl_2(g)$.
Le gaz qui se dégage à la cathode ne peut être que le dihydrogène .
Le rosissement de la phénolphtaléine au voisinage de la cathode met en évidence la formation d'ions hydroxydes $HO^-(aq)$

II. Exemple d'électrolyse

Transformations
forcées

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
transformation
forcée ?

Exemple
d'électrolyse

- 2. *Déduire , des tests réalisés , les produits effectivement formés.
Établir l'équation traduisant l'électrolyse. ?*
- * Expérimentalement , on observe un dégagement gazeux aux deux électrodes . le gaz qui se dégage à l'anode et qui décolore le bleu d'indigo est le dichlore $Cl_2(g)$.
Le gaz qui se dégage à la cathode ne peut être que le dihydrogène .
Le rosissement de la phénolphtaléine au voisinage de la cathode met en évidence la formation d'ions hydroxydes $HO^-(aq)$

II. Exemple d'électrolyse

Transformations
forcées

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
transformation
forcée ?

Exemple
d'électrolyse

- 2. *Déduire , des tests réalisés , les produits effectivement formés. Établir l'équation traduisant l'électrolyse. ?*
- * Expérimentalement , on observe un dégagement gazeux aux deux électrodes . le gaz qui se dégage à l'anode et qui décolore le bleu d'indigo est le dichlore $Cl_2(g)$.
Le gaz qui se dégage à la cathode ne peut être que le dihydrogène .
Le rosissement de la phénolphtaléine au voisinage de la cathode met en évidence la formation d'ions hydroxydes $HO^-(aq)$

II. Exemple d'électrolyse

Transformations
forcées

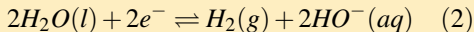
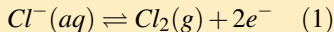
allal Mahdade

Introduction

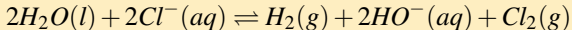
Qu'est ce qu'une
transformation
forcée ?

Exemple
d'électrolyse

D'où l'équation de cette électrolyse :



(1)+(2)



II. Exemple d'électrolyse

Transformations
forcées

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
transformation
forcée ?

Exemple
d'électrolyse

Le résultat de cet activité est général :

À partir du sens du courant traversant un électrolyse , on peut :

- * identifier l'anode et la cathode
- * déterminer les différentes oxydations possibles à l'anode et les différentes réductions possibles à la cathode , en tenant compte que les solvant et les électrodes peuvent éventuellement participer à ces réactions .

C'est l'analyse des produits formés qui permet d'identifier les réactions qui se produisent effectivement . Plusieurs réactions peuvent se produire à une même électrode .

II. Exemple d'électrolyse

Transformations
forcées

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
transformation
forcée ?

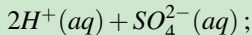
Exemple
d'électrolyse

2. Application industrielle de l'électrolyse

Exercice : production industrielle de zinc

De nombreux métaux , comme le zinc ou le cuivre , sont préparés par électrolyse des solutions contenant leurs cations .

Pour obtenir industriellement le zinc , on réalise vers $40^{\circ}C$, avec une solution de sulfate de zinc , $Zn^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$ et d'acide sulfurique



dans des cellule à électrolyse comportant une anode à plomb et une cathode en aluminium .

L'intensité du courant continu imposé est $I = 10kA$. Un gaz se forme à l'anode . Le zinc formé à la cathode en est détaché toute les 48 heures .

- 1 Quelles sont les réactions susceptibles de se produire à l'anode ?
 - 2 Quelle est celle qui se produit réellement ?
- 2 En déduire le bilan de l'électrolyse .
- 3 Quelle masse de zinc est recueillie à une cathode toutes les 48 heures ?

II. Exemple d'électrolyse

Transformations
forcées

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
transformation
forcée ?

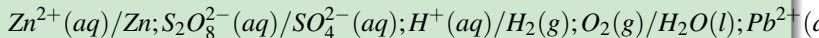
Exemple
d'électrolyse

Quel est le volume de gaz recueilli pendant cette durée à une anode ?

Donnée : $F = 9,65 \times 10^4 C/mol$

Le volume molaire des gaz : $V_m = 25l/mol$

Couples oxydant/réducteur :



$M(Zn) = 65,4g/mol$

II. Exemple d'électrolyse

Transformations
forcées

allal Mahdade

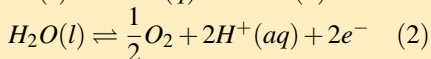
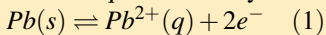
Introduction

Qu'est ce qu'une
transformation
forcée ?

Exemple
d'électrolyse

Solution

1.a Les équations d'oxydation possible à l'anode sont :



$2SO_4^{2-}(aq) \rightleftharpoons S_2O_8^{2-}(aq) + 2e^{-} \quad (3)$ b. d'après l'expérience un gaz se forme à l'anode , il ne peut s'agir que de dioxygène , formé par la réaction (2).

II. Exemple d'électrolyse

Transformations
forcées

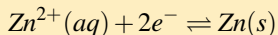
allal Mahdade

Introduction

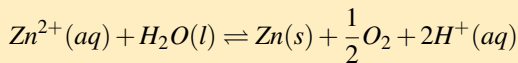
Qu'est ce qu'une
transformation
forcée ?

Exemple
d'électrolyse

2. Le zinc qui se dispose sur la cathode est formé par la réduction d'équation :



D'où le bilan de la réaction :



II. Exemple d'électrolyse

Transformations
forcées

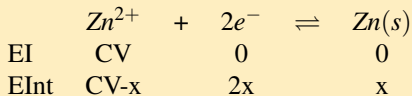
allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
transformation
forcée ?

Exemple
d'électrolyse

3. l'équation de la réaction à la cathode :



II. Exemple d'électrolyse

Transformations
forcées

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
transformation
forcée ?

Exemple
d'électrolyse

Donc $n(e^-) = 2n(\text{Zn})$, d'où la quantité d'électricité qui traverse l'électrolyse pendant la durée Δt :

$$Q = I.\Delta t = n(e^-).F$$

$$n(\text{Zn}) = \frac{n(e^-)}{2} = \frac{I.\Delta t}{2.F}$$

$$m(\text{Zn}) = n(\text{Zn}).M(\text{Zn}) = \frac{I.\Delta t.M(\text{Zn})}{2.F}$$

$$m(\text{Zn}) = 5,9 \times 10^5 \text{ g}$$

II. Exemple d'électrolyse

Transformations
forcées

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
transformation
forcée ?

Exemple
d'électrolyse

4. Le volume de dioxygène : D'après l'équation de l'électrolyse on a

$$n(\text{Zn}) = \frac{1}{2}n(\text{O}_2), \text{ donc}$$

$$V(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot V_m = \frac{n(\text{Zn}) \cdot V_m}{2} = \frac{I \cdot \Delta t \cdot V_m}{4 \cdot F}$$

$$V(\text{O}_2) = 1,1 \times 10^5 \text{ l}$$

II. Exemple d'électrolyse

Transformations
forcées

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
transformation
forcée ?

Exemple
d'électrolyse

3. Les accumulateurs

Un accumulateur au plomb est constitué de deux électrodes de plomb. l'une des électrodes est recouverte de dioxyde de plomb PbO_2 , qui sont plongées dans une solution électrolytique d'acide sulfurique et du sulfate du plomb (II) $PbSO_4$.

Lors de sa décharge, l'accumulateur peut fonctionner comme **une pile**. Il peut fournir de l'énergie électrique au circuit extérieur au cours de son évolution spontanée.

Lors de sa charge, il fonctionne comme **un électrolyseur** lorsqu'on branche aux bornes de ces électrodes un générateur qui lui impose un courant de sens inverse du courant de la décharge.

L'équation de la réaction qui se produit dans un accumulateur :

II. Exemple d'électrolyse

Transformations
forcées

allal Mahdade

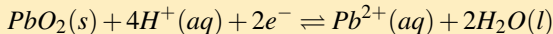
Introduction

Qu'est ce qu'une
transformation
forcée ?

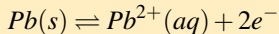
Exemple
d'électrolyse

le cas de fonctionnement en générateur :

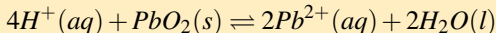
À la cathode, il y a réduction :



À l'anode, il y a oxydation :



L'équation associée au fonctionnement en générateur s'écrit donc



II. Exemple d'électrolyse

Transformations
forcées

allal Mahdade

Introduction

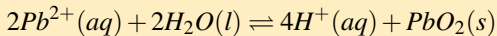
Qu'est ce qu'une
transformation
forcée ?

Exemple
d'électrolyse

Cas de fonctionnement en récepteur :

L'accumulateur dans ce cas se comporte comme un électrolyseur qui reçoit de l'énergie de l'extérieur et le système va évoluer vers le sens inverse de son évolution spontanée .

L'équation associée au fonctionnement en générateur s'écrit donc



II. Exemple d'électrolyse

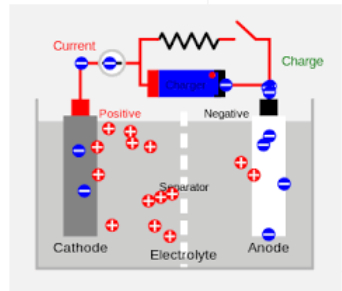
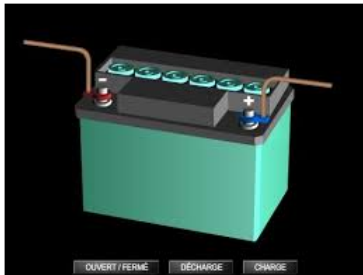
Transformations
forcées

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
transformation
forcée ?

Exemple
d'électrolyse



II. Exemple d'électrolyse

Transformations
forcées

allal Mahdade

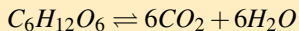
Introduction

Qu'est ce qu'une
transformation
forcée ?

Exemple
d'électrolyse

4. Transformations forcées dans les systèmes biochimiques

Par exemple , l'énergie nécessaire aux réactions de biosynthèse dans le corps humain est fournie par la dégradation de molécules organiques . Dans le processus de respiration cellulaire, il y a oxydation du glucose et réduction du dioxygène , selon l'équation suivante :



C'est une transformation spontanée .

II. Exemple d'électrolyse

Transformations
forcées

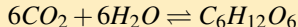
allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
transformation
forcée ?

Exemple
d'électrolyse

Pour les plantes l'énergie est apportée par la lumière du soleil et elle produit du glucose et le dioxygène à partir du dioxyde de carbone et l'eau qui existent dans l'atmosphère selon la réaction suivante :



C'est une transformation forcée .