BURHAN

Transformations spontanées dans les piles et récupération d'énergie : exercices, application

2ème Année Baccalauréat · Sciences Physiques · Physique-Chimie

Version en ligne : burhan.ma/2bac/pc/physique-chimie/piles-et-recuperation-d-energie/exercices/application

Chapitre	Palier	Exercices
Transformations spontanées dans les piles et récupération d'énergie	Application	8

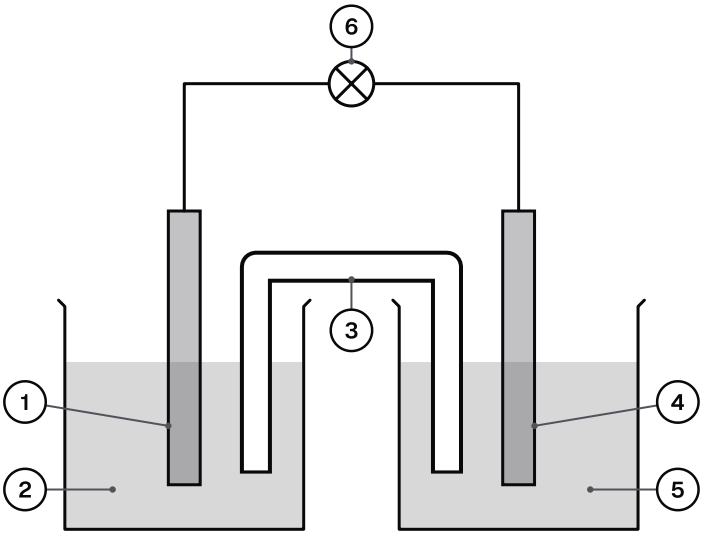
Exercice 1

Parties numérotées d'une pile aluminium-cuivre

1.

On associe une lame d'aluminium, au contact d'une solution qui contient des ions , et une lame de cuivre, au contact d'une solution qui contient des ions . Un pont salin au nitrate d'ammonium relie les deux béchers et une lampe relie les deux lames. Le document représente ce montage, dont les parties portent un numéro.

Nommer les parties numérotées de 1 à 6.



Pile aluminium-cuivre fermée sur une lampe, parties repérées par des numéros.

INDICE

Une demi-pile associe une lame métallique et la solution de ses propres cations ; repérer aussi ce qui relie les deux béchers et ce qui relie les deux lames.

CORRIGÉ

- 1 : lame d'aluminium, électrode de la demi-pile du couple ;
- 2 : solution contenant les ions ;
- 3 : pont salin au nitrate d'ammonium ;
- 4 : lame de cuivre, électrode de la demi-pile du couple ;
- 5 : solution contenant les ions ;
- 6 : lampe du circuit extérieur.

La pile comprend donc deux demi-piles, chacune formée d'une lame et d'une solution de ses cations, reliées par le pont salin et par la lampe.

2.

Donner deux rôles de la partie 3. Pourquoi les ions qu'elle contient ne doivent-ils réagir avec aucune espèce de la pile ?

INDICE

Imaginer ce que deviendrait la charge de chaque solution si aucun ion ne pouvait y entrer ni en sortir pendant que la lampe brille.

CORRIGÉ

Le pont salin ferme le circuit : sans lui, aucun courant ne passe et la lampe reste éteinte. Il garde aussi chaque solution électriquement neutre : des cations apparaissent dans le bécher de l'anode et disparaissent dans celui de la cathode. Les ions du pont migrent pour compenser ces charges. Il évite enfin tout contact entre l'aluminium et les ions .

Des ions du pont qui réagiraient avec une espèce de la pile, par exemple en formant un précipité, perturberaient la transformation étudiée et consommeraient des réactifs.

Le pont salin ferme donc le circuit et maintient la neutralité des deux solutions, sans participer lui-même à la réaction de la pile.

Exercice 2

Anode et cathode d'une pile plomb-cuivre observée

1.

Une pile est formée d'une demi-pile plomb, où la lame plonge dans une solution d'ions , et d'une demi-pile cuivre, où la lame plonge dans une solution d'ions . Après plusieurs heures de fonctionnement dans un conducteur ohmique, on observe :

- un dépôt rouge qui épaissit la lame de cuivre ;
- une lame de plomb amincie.

Sur quelle lame se produit l'oxydation ? En déduire l'anode et la cathode.

INDICE

Relier chaque observation à ce que devient le métal ou le cation : un métal qui passe en solution, un cation qui se dépose.

CORRIGÉ

La lame de plomb s'amincit : des atomes de plomb passent en solution sous forme d'ions en cédant des électrons. C'est une oxydation :

Le dépôt de cuivre montre que des ions captent des électrons. C'est une réduction :

L'oxydation a lieu sur la lame de plomb, qui est l'anode ; la lame de cuivre, siège de la réduction, est la cathode.

2.

Quels sont les pôles de cette pile ? Dans quel sens les électrons parcourent-ils le conducteur ohmique ?

INDICE

Utiliser la correspondance entre anode, cathode et pôles d'une pile qui débite.

CORRIGÉ

L'anode d'une pile qui débite est son pôle négatif : la lame de plomb est le pôle et la lame de cuivre le pôle .

Les électrons libérés par l'oxydation du plomb quittent la lame de plomb et rejoignent la lame de cuivre en traversant le conducteur ohmique.

Le pôle négatif est donc la lame de plomb, et les électrons vont de la lame de plomb vers la lame de cuivre dans le circuit extérieur.

Exercice 3

Demi-équations et bilan d'une pile zinc-argent

1.

Une pile associe une lame de zinc, dans une solution d'ions , et une lame d'argent, dans une solution d'ions . Quand elle débite, la lame de zinc est rongée et de l'argent métallique se dépose sur la lame d'argent.

Écrire la demi-équation de la réaction qui a lieu sur chaque lame, en précisant laquelle est l'anode.

INDICE

Le métal rongé passe en solution sous forme de cations ; l'ion qui se dépose capte des électrons. Les couples sont et .

CORRIGÉ

Le zinc est rongé : il est oxydé, et la lame de zinc est l'anode :

Les ions argent se déposent : ils sont réduits, et la lame d'argent est la cathode :

L'oxydation du zinc se produit à l'anode et la réduction des ions argent à la cathode, chacune écrite avec la double flèche.

2.

Écrire l'équation bilan du fonctionnement de la pile et donner le nombre d'électrons échangés.

INDICE

Un atome de zinc cède deux électrons, un ion argent n'en capte qu'un : égaliser les électrons avant d'additionner.

CORRIGÉ

La demi-équation de la cathode est multipliée par 2 pour que les deux électrons cédés par un atome de zinc soient captés :

Le bilan, sans électron, s'écrit avec une seule flèche dans le sens du fonctionnement ; deux électrons y sont échangés, donc .

Exercice 4

Écrire et lire un schéma conventionnel de pile

1.

Une pile est formée d'une lame de fer trempant dans une solution d'ions et d'une lame de cuivre trempant dans une solution d'ions . Quand elle débite, c'est le fer qui est oxydé.

Écrire le schéma conventionnel de cette pile.

INDICE

Repérer l'anode ; le pôle négatif s'écrit à gauche.

CORRIGÉ

Le fer est oxydé : la lame de fer est l'anode, pôle négatif, écrite à gauche. La lame de cuivre est la cathode, pôle positif, écrite à droite :

Le schéma conventionnel commence par la demi-pile fer, pôle négatif, et se termine par la demi-pile cuivre, pôle positif.

2.

Le schéma conventionnel d'une autre pile est :

Nommer l'anode et la cathode, puis donner le sens des électrons dans le circuit extérieur et celui des cations du pont salin.

INDICE

Le côté gauche du schéma porte le pôle négatif ; se rappeler où a lieu l'oxydation et vers quel compartiment se dirigent les cations du pont.

CORRIGÉ

Le pôle négatif est écrit à gauche : la lame de zinc est le pôle , c'est l'anode, où le zinc est oxydé. La lame de nickel est le pôle , c'est la cathode, où les ions sont réduits.

Dans les fils, les électrons partent de la lame de zinc et arrivent sur la lame de nickel. Dans le pont salin, les cations gagnent le compartiment du nickel, où des ions disparaissent, et les anions le compartiment du zinc.

L'anode de cette pile est la lame de zinc et sa cathode la lame de nickel. Les électrons vont du zinc au nickel, et les cations du pont vers la demi-pile nickel.

3.

Une troisième pile associe une demi-pile nickel, lame de nickel dans une solution d'ions , et une demi-pile plomb, lame de plomb dans une solution d'ions . Quand elle débite, les ions nitrate du pont salin se dirigent vers le bécher du nickel.

Nommer l'anode de cette pile, puis écrire son schéma conventionnel.

INDICE

Chercher dans quel bécher des cations apparaissent : les anions du pont salin viennent y compenser leur charge.

CORRIGÉ

Les anions du pont salin migrent vers le bécher où des cations apparaissent, celui où le métal s'oxyde. Ils vont vers le nickel : le nickel s'oxyde en ions , et la lame de nickel est l'anode, pôle négatif. La lame de plomb est la cathode, pôle positif.

La lame de nickel est donc l'anode, et sa demi-pile s'écrit à gauche du schéma conventionnel.

Exercice 5

Critère d'évolution et anode d'une pile fer-nickel

1.

Une pile relie par un pont salin une demi-pile fer, avec , et une demi-pile nickel, avec . À , la réaction d'équation

a pour constante d'équilibre .

Calculer le quotient de réaction initial et en déduire le sens d'évolution spontanée quand la pile débite.

INDICE

Seuls les ions dissous figurent dans le quotient de réaction ; comparer ensuite sa valeur à la constante d'équilibre.

CORRIGÉ

Les métaux solides n'apparaissent pas dans le quotient de réaction :

On a : d'après le critère d'évolution spontanée, le système évolue dans le sens direct, celui de l'oxydation du fer par les ions nickel (II).

2.

En déduire l'anode et la cathode de la pile, puis le sens de circulation des électrons dans le circuit extérieur.

INDICE

Chercher le métal qui est oxydé dans le sens trouvé : sa lame joue un rôle précis dans la pile.

CORRIGÉ

Dans le sens direct, le fer se transforme en ions : la lame de fer est l'anode, pôle négatif. Les ions se réduisent sur la lame de nickel, qui est la cathode, pôle positif.

Les électrons cédés par le fer quittent la lame de fer et gagnent la lame de nickel par les fils ; le courant circule dans le sens contraire.

L'anode est la lame de fer, la cathode la lame de nickel, et les électrons vont du fer vers le nickel dans le circuit extérieur.

Exercice 6

Polarité d'une pile zinc-nickel lue sur un voltmètre

1.

Une pile est formée d'une lame de zinc dans une solution d'ions et d'une lame de nickel dans une solution d'ions , reliées par un pont salin. On branche un voltmètre électronique seul entre les lames : sa borne est reliée à la lame de zinc, sa borne à la lame de nickel. Il affiche .

Quelle lame est le pôle positif ? Que vaut la force électromotrice ?

INDICE

Un voltmètre affiche une valeur positive lorsque sa borne V est reliée au pôle positif ; le voltmètre ne fait pratiquement pas débiter la pile.

CORRIGÉ

La valeur affichée est négative : la borne n'est pas reliée au pôle positif. La lame de nickel, reliée à la borne , est donc le pôle positif , et la lame de zinc le pôle négatif .

Le voltmètre, de très grande résistance, ne laisse passer qu'un courant négligeable : il mesure la tension à vide, qui est la f.é.m. :

Le pôle positif est la lame de nickel, le pôle négatif la lame de zinc, et la force électromotrice de la pile est de .

2.

On remplace le voltmètre par un conducteur ohmique. Indiquer l'anode de la pile et le sens du courant dans le circuit extérieur.

INDICE

Associer le pôle négatif à l'électrode où a lieu l'oxydation ; dans le circuit extérieur, le courant sort de la pile par un pôle bien précis.

CORRIGÉ

L'anode d'une pile qui débite est son pôle négatif : c'est la lame de zinc, sur laquelle le zinc est oxydé en ions . Le courant sort de la pile par le pôle positif.

L'anode est donc la lame de zinc ; dans le conducteur ohmique, le courant part de la lame de nickel et rejoint la lame de zinc.

Exercice 7

Charge et électrons échangés d'une pile aluminium-cuivre

1.

Une pile aluminium-cuivre débite un courant d'intensité constante pendant ; sa lame d'aluminium est en excès. Son équation bilan est :

Calculer la quantité d'électricité débitée, en coulombs.

INDICE

La quantité d'électricité dépend de l'intensité et de la durée, à exprimer dans les unités du système international.

CORRIGÉ

On convertit l'intensité, , et la durée :

À intensité constante :

La pile a débité une quantité d'électricité de .

2.

En déduire la quantité de matière d'électrons échangés , puis le nombre d'électrons. On donne $\mathcal{F}$ et .

INDICE

Le faraday est la charge d'une mole d'électrons ; la constante d'Avogadro fait passer d'une quantité de matière à un nombre d'entités.

CORRIGÉ

$$\overline{\mathcal{F}}$$

La pile a échangé d'électrons, soit environ électrons.

3.

Dresser le tableau d'avancement de la transformation, en y ajoutant les électrons échangés, et calculer l'avancement atteint.

INDICE

Lire dans l'équation bilan combien d'électrons sont échangés quand la réaction se produit une fois : ce nombre relie l'avancement aux électrons.

CORRIGÉ

Chaque fois que la réaction se produit une fois, deux atomes d'aluminium cèdent chacun trois électrons : . L'aluminium est en excès ; , et désignent les quantités initiales d'ions , d'ions et de cuivre.

État					
initial	excès				
en cours	excès				

$$\overline{\mathcal{F}}$$

L'avancement atteint vaut , six fois moins que la quantité d'électrons échangés.

Exercice 8

Variation de masse des lames d'une pile fer-cuivre

1.

Une pile fer-cuivre, dont la lame de fer est l'anode, débite un courant d'intensité constante pendant . Son équation bilan est :

Dresser le tableau d'avancement, avec les électrons échangés, puis calculer l'avancement . On donne $\mathcal{F}$.

INDICE

Commencer par la charge débitée ; le nombre d'électrons échangés à chaque réaction se lit dans les demi-équations du fer et du cuivre.

CORRIGÉ

Charge débitée. La durée vaut :

Tableau d'avancement. Chaque atome de fer cède deux électrons, ; à sont les quantités initiales.

État					
initial					
en cours					

Avancement. De $\mathcal{F}$:

$$\overline{\mathcal{F}}$$

Conclusion. L'avancement atteint au bout de cinq heures vaut .

2.

Calculer la variation de masse de la lame de fer et celle de la lame de cuivre. On donne et .

INDICE

Le tableau donne la quantité de fer consommée et celle de cuivre formée ; garder la charge non arrondie dans le calcul.

CORRIGÉ

La lame de fer perd mole de fer, avec $\overline{\mathcal{F}}$:

$$\overline{\mathcal{F}}$$

La lame de cuivre gagne mole de cuivre :

$$\overline{\mathcal{F}}$$

Pendant ces cinq heures, la lame de fer perd et la lame de cuivre gagne .