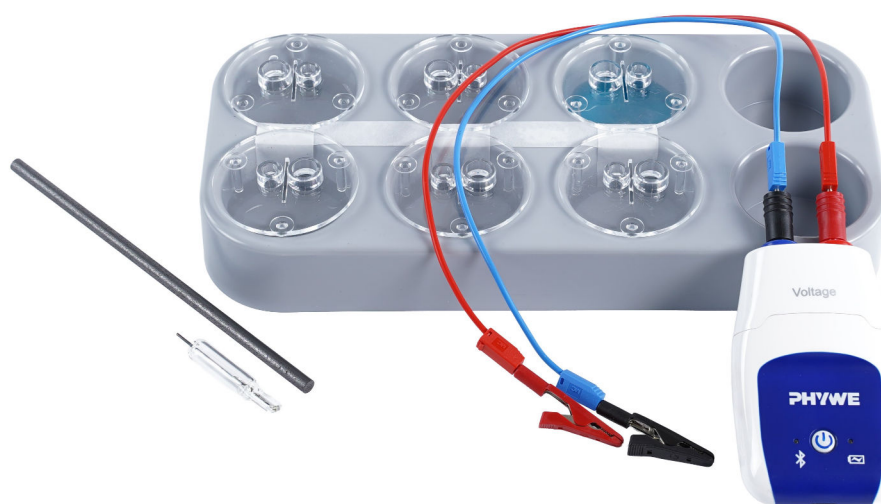


Préparation d'une électrode standard simplifiée à hydrogène et mesure de certains potentiels standard avec Cobra SMARTsense



Au cours de l'expérience, les élèves fabriqueront une électrode d'hydrogène standard simplifiée. En outre, ils continueront à étudier la notion de potentiel standard.

Chimie	Chimie physique	Électrochimie	Éléments galvaniques, piles à combustible
			
Niveau de difficulté	Taille du groupe	Temps de préparation	Délai d'exécution
moyen	2	10 procès-verbal	30 procès-verbal

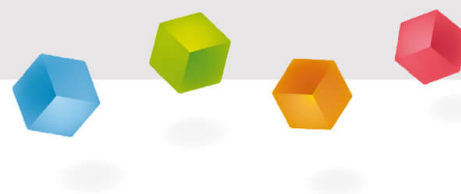
This content can also be found online at:



<https://www.curriculab.de/c/690379f171a6a60002162108>

PHYWE

Informations pour les enseignants



Application

PHYWE



Les différences de potentiel entre les métaux peuvent être mesurées dans les cellules galvaniques sous forme de tensions électriques. Ces tensions fournissent des informations sur les différentes capacités de réduction ou d'oxydation des métaux. En combinant différentes demi-cellules avec une électrode de référence constante, il est possible d'attribuer un potentiel d'électrode standard à chaque système redox.

Comme toutes les tensions sont mesurées par rapport à cette électrode de référence, les résultats sont comparables. L'électrode standard à hydrogène sert ici d'électrode de référence. Sur cette base, on obtient une série de tensions qui aide à comprendre les processus d'oxydoréduction et la structure des cellules galvaniques dans l'enseignement.

Autres informations pour les enseignants (1/8)

PHYWE

Connaissances
préalables

Les élèves doivent avoir travaillé avec des éléments galvaniques en théorie et en pratique. Ils devraient également savoir ce qu'est une électrode d'hydrogène standard et ce que sont les potentiels standard.

Principe



En utilisant les potentiels standard, il est facile de calculer les différences de potentiel ou les tensions entre toutes les combinaisons de métaux selon l'équation suivante :

$$\Delta E = E_{\text{Kathode}} - E_{\text{Anode}}$$

Autres informations pour les enseignants (2/8)

PHYWE

Objectif



Au cours de l'expérience, les élèves fabriqueront une électrode standard à hydrogène (SHE) simplifiée afin de comprendre son principe de fonctionnement et sa structure ainsi que le "potentiel standard".

La comparaison des différences de potentiel de différents métaux par rapport à la SHE fournit des informations sur la capacité de réduction ou d'oxydation de ces métaux.

Exercices



Une électrode de platine doit être chargée d'hydrogène gazeux par électrolyse d'acide sulfurique. Cette électrode doit ensuite être combinée successivement avec 4 demi-cellules de métaux différents pour former des cellules galvaniques. Les tensions qui en résultent sont mesurées et notées dans une série de tensions classées par hauteur et par signe.

Autres informations pour les enseignants (3/8)

PHYWE

Dans l'expérience "Série de tensions électrochimiques", on a observé que des tensions continues de différentes valeurs apparaissent entre les différents métaux dès qu'on les combine dans des cellules galvaniques. Ces tensions sont l'expression quantitative des différences de potentiel entre les demi-cellules respectivement combinées. Le potentiel dépend des processus d'oxydoréduction des métaux dans la solution. Ainsi, par exemple, pour le zinc $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$.

Plus la tendance à la dissolution d'un métal est grande, plus l'équilibre d'un tel processus d'oxydoréduction se situe à droite. Comme on ne peut pas mesurer cette tendance à la dissolution ou le potentiel d'un métal dans une demi-cellule, on ne peut pas non plus lui attribuer un certain ordre de grandeur. Comme le montre l'expérience "Série de tensions (série redox) des métaux". P7400669, les différences entre les potentiels de différents métaux peuvent être mesurées si on les associe dans des cellules galvaniques.

Autres informations pour les enseignants (4/8)

PHYWE

Une grandeur de potentiel relative peut être attribuée à chaque métal (et à d'autres paires redox) en combinant un métal avec une électrode de référence identique pour former une cellule galvanique. L'électrode standard à hydrogène (SHE) a été définie comme électrode de référence.

Elle se compose d'une plaque de platine recouverte de noir de platine, qui est 1 M d'acide chlorhydrique est immergé. Un courant d'hydrogène à fines bulles est injecté à pression normale (1013 mbar) passe sur l'électrode. La mesure s'effectue à 25 °C. Grâce à l'effet catalytique du platine, une couche d'hydrogène atomique adsorbée se forme à la surface - l'électrode devient une électrode à hydrogène.

Le processus d'oxydoréduction suivant peut se dérouler sur cette électrode :



Le potentiel standard de cette électrode est arbitrairement fixé à 0,00 V et sert de valeur de comparaison pour tous les autres systèmes redox.

Autres informations pour les enseignants (5/8)

PHYWE

Si l'on connecte une demi-cellule métallique à l'électrode à hydrogène standard (SHE) pour former une cellule galvanique, il est possible de mesurer la tension électrique entre les deux électrodes. Comme le potentiel de l'électrode à hydrogène est par convention 0,00 V la tension mesurée correspond directement au potentiel standard du métal ou du système redox analysé.

Les tensions ainsi déterminées - par rapport au potentiel d'hydrogène défini - sont appelées potentiels standard. Ils permettent de classer comparativement différents couples redox en fonction de leur tendance à absorber ou à céder des électrons.

Dans cette expérience pour élèves, une version simplifiée est utilisée à la place de la SHE, techniquement complexe. Elle peut être fabriquée avec des moyens simples et fournit néanmoins des valeurs de mesure très proches des valeurs de la littérature : Ici, l'électrode n'est pas recouverte de noir de platine, on utilise de l'acide sulfurique au lieu d'acide chlorhydrique et il n'y a pas d'injection continue de gaz et la pression d'hydrogène n'est pas contrôlée.

Autres informations pour les enseignants (6/8)

PHYWE

Le tableau contient les potentiels standard d'éléments sélectionnés.

Tissu	Potentiel standard E° / V	Système d'oxydoréduction
Zinc (Zn)	-0,75 jusqu'à -0,76	$\text{Zn}^{2+} + 2e^-$
Plomb (Pb)	-0,12 jusqu'à -0,13	$\text{Pb}^{2+} + 2e^-$
Hydrogène (H) ± 0		$\text{H}^+ + e^-$
Cuivre (Cu)	+0,34 jusqu'à +0,35	$\text{Cu}^{2+} + 2e^-$
Argent (Ag)	+0,79 jusqu'à +0,80	$\text{Ag}^+ + e^-$

Autres informations pour les enseignants (7/8)

PHYWE

Les solutions peuvent être fabriquées pour tout le monde afin d'économiser des produits chimiques!

- **Solution de sulfate de cuivre** (1 mol/l): Ajouter 125 g Sulfate de cuivre en 250 ml d'eau distillée. Bien mélanger et appliquer sur 500 ml rempli d'eau distillée.
- **Solution de nitrate de plomb** (1 mol/l): Ajouter 165 g Nitrate de plomb en 250 ml d'eau distillée. Bien mélanger et appliquer sur 500 ml rempli d'eau distillée.

Production d'acide sulfurique en option (0,5 mol/l): Dans un bécher, verse 100 ml de l'eau distillée. Pipette 14 ml ajouter de l'acide sulfurique à 96% et compléter 500 ml avec de l'eau distillée.

En utilisant cette taille d'approche, un 600 ml peut être utilisé avec un gobelet. Vous le trouverez dans la boutique en ligne PHYWE.

Autres informations pour les enseignants (8/8)

PHYWE

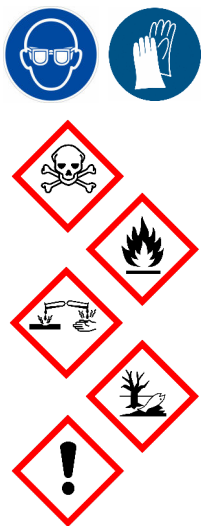
Les solutions peuvent être fabriquées pour tout le monde afin d'économiser des produits chimiques!

- **Solution de sulfate de zinc** (1 mol/l): Ajouter 144 g Sulfate de zinc en 250 ml d'eau distillée. Bien mélanger et appliquer sur 500 ml rempli d'eau distillée.
- **Solution de nitrate d'argent** (1 mol/l): Ajouter 85 g Nitrate d'argent en 250 ml d'eau distillée. Bien mélanger et appliquer sur 500 ml rempli d'eau distillée.
- **Solution de nitrate de potassium** (1 mol/l): Ajouter 51 g nitrate de potassium à 250 ml d'eau distillée. Bien mélanger et appliquer sur 500 ml rempli d'eau distillée.

En utilisant cette taille d'approche, un 600 ml peut être utilisé avec un gobelet. Vous le trouverez dans la boutique en ligne PHYWE.

Consignes de sécurité

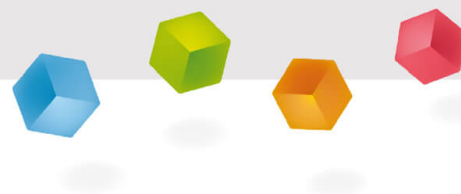
PHYWE



- Les consignes de sécurité générales pour une expérimentation sûre dans les cours de sciences s'appliquent à cette expérience.
- Pendant l'expérience, toutes les personnes présentes dans la pièce doivent porter des lunettes de protection !
- Le plomb et le nitrate de plomb sont toxiques par inhalation et par ingestion, avec un risque d'effets cumulatifs. Ils peuvent également être absorbés par la peau. Éviter tout contact des produits chimiques avec les yeux et la peau.
- Solutions de sulfate de zinc de concentration $c = 1,0 \text{ mol/l}$ et des solutions d'acide sulfurique de concentration $c = 0,5 \text{ mol/l}$ ont un effet irritant.
- Pour les phrases H et P, veuillez consulter la fiche de données de sécurité du produit chimique concerné.

PHYWE

Informations pour les étudiants



Motivation

PHYWE



Pourquoi nous nous intéressons aux cellules galvaniques :

Les batteries font partie intégrante de notre quotidien, que ce soit dans un smartphone, une télécommande ou un vélo électrique. Elles nous permettent d'utiliser l'énergie électrique partout et de manière flexible. Derrière cette technique pratique se cache un principe chimique simple : la **cellule galvanique**.

La situation devient passionnante lorsque l'on combine différents métaux. Des tensions mesurables apparaissent alors, en fonction de la "disponibilité" d'un métal à céder des électrons. C'est précisément ces différences que nous exploitons dans l'expérience et apprenons ainsi comment

Exercices

PHYWE



Prépare une électrode de platine en la chargeant d'hydrogène gazeux par électrolyse d'acide sulfurique (pendant environ 3 à 5 minutes).

1. Combine l'électrode à hydrogène ainsi préparée successivement avec quatre demi-piles différentes, chacune contenant un métal différent.
2. Mesure la tension qui apparaît dans chaque cellule galvanique.
3. Note les tensions avec leur valeur et leur signe.
4. Classe les métaux dans une série de tensions en fonction des tensions mesurées - du potentiel le plus élevé au potentiel le plus bas.

Matériel

Position	Matériel	No. d'article	Quantité
1	Cobra SMARTsense Voltage - Capteur de mesure de la tension électrique ± 30 V (Bluetooth + USB)	12901-01	1
2	Fil de Connexion , fiche 2 mm, 500 mm, rouge	07356-01	1
3	Fil de Connexion , fiche 2 mm, 500 mm, bleu	07356-04	1
4	Adaptateur fiche 4 mm / douille 2 mm, la paire	11620-27	2
5	Pince crocodile, isolées, bornes 2mm, 2 pièces	07275-00	1
6	Set Electrode (Al, Fe, Pb, Zn, Cu)	07856-00	1
7	Bloc de support à 8 trous, d-40 mm	37682-00	1
8	Couvercle pour bloc de mesure de cellule, 8 pièces	37683-00	1
9	Argent, feuille 150x150x0.1mm, 25g	31839-04	1
10	Electrode graphite, d=5, l=150,6 pièces	44510-00	1
11	Electrode platine, courte	45207-00	1
12	Becher boro3.3 50ml forme haute	46025-00	5
13	Flacon compte-gouttes en plastique, 50 ml	33920-00	1
14	Pile 4,5 v	07496-01	1
15	Hydrate de sulfate de cuivre 250 g	30126-25	1
16	Nitrate de potassium 250 g	30106-25	1
17	Sulfate de zinc 250 g	30249-25	1
18	Nitrate d'argent, très pur 25 g	30222-04	1
19	Acide sulfurique sol., 0.5m 1000 ml	48462-70	1
20	Eau, déminéralisée, pure, 10000 ml	CHE-882041145	1
21	Papier à chromatographie	32972-00	1
22	Lunettes protectrices, verres clairs	39316-00	1

Matériel supplémentaire

PHYWE

Position	Matériel	N° d'article	Quantité
1	Pincette	64610-01	1

Préparation (1/2)

PHYWE

Les solutions peuvent être fabriquées pour tout le monde afin d'économiser des produits chimiques !

- **Solution de sulfate de cuivre** (1 mol/l): Ajouter 12,5 g Sulfate de cuivre en 25 ml d'eau distillée. Bien mélanger et appliquer sur 50 ml remplir d'eau distillée.
- **Solution de nitrate de plomb** (1 mol/l): Ajouter 16,5 g Nitrate de plomb en 25 ml d'eau distillée. Bien mélanger et appliquer sur 50 ml remplir d'eau distillée.

Production d'acide sulfurique en option (0,5 mol/l): Dans un bécher, verse 10 ml de l'eau distillée. Pipette 1,4 ml ajouter de l'acide sulfurique à 96% et compléter 50 ml avec de l'eau distillée.

Préparation (2/2)

PHYWE

Les solutions peuvent être fabriquées pour tout le monde afin d'économiser des produits chimiques !

- **Solution de sulfate de zinc** (1 mol/l): Ajouter 14,4 g Sulfate de zinc en 25 ml d'eau distillée. Bien mélanger et appliquer sur 50 ml remplir d'eau distillée.
- **Solution de nitrate d'argent** (1 mol/l): Ajouter 8,5 g Nitrate d'argent en 25 ml d'eau distillée. Bien mélanger et appliquer sur 50 ml remplir d'eau distillée.
- **Solution de nitrate de potassium** (1 mol/l): Ajouter 5,1 g nitrate de potassium à 25 ml d'eau distillée. Bien mélanger et appliquer sur 50 ml remplir d'eau distillée.

Remarque: Une électrode en argent n'est pas comprise dans l'assortiment standard et doit donc être fournie en plus (voir Matériel supplémentaire).

Montage (1/4)

PHYWE

Pour mesurer avec les **Capteurs Cobra SMARTsense** sera la **PHYWE measureAPP** est nécessaire. L'application peut être téléchargée gratuitement dans l'App Store correspondant (voir les codes QR ci-dessous). Avant de lancer l'application, vérifie que ton appareil (smartphone, tablette, ordinateur de bureau)



iOS



Android



Windows

Montage (2/4)

PHYWE

Humidifie successivement quatre ponts salins (trois courts, un long) dans la solution de nitrate de potassium à l'aide d'une pincette et place-les comme pont entre les cellules de mesure dans le bloc de cellules de mesure (voir illustration).



Montage (3/4)

PHYWE

Remplis les cellules de mesure 1 et 2 avec l'acide sulfurique dilué, et les cellules 3 à 6 avec les solutions de sels métalliques correspondantes (voir illustration).

Place un couvercle de cellule de mesure sur chaque cellule de mesure.



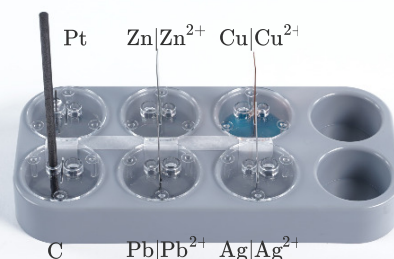
Montage (4/4)

PHYWE

Regarde les électrodes : Si le métal est oxydé par le stockage, utilise un morceau de papier abrasif pour enlever la couche d'oxyde.

Introduis ensuite une électrode de platine dans la cellule de mesure 1, une électrode de carbone dans la cellule 2 et les électrodes métalliques indiquées dans les cellules 3 à 6 : platine, zinc, cuivre, argent et carbone (graphite).

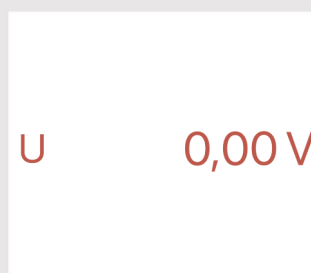
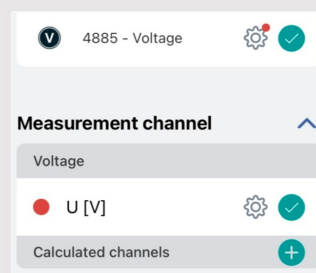
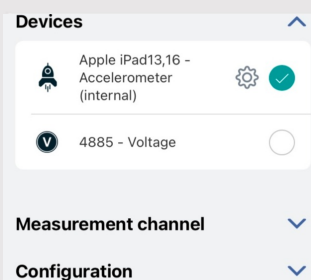
Remarque : Une électrode en argent n'est pas comprise dans l'assortiment standard et doit donc être fournie en plus.



Procédure (1/4)

PHYWE

- Démarre measureAPP sur un terminal mobile.
- Appuie sur le bouton de démarrage du capteur pendant environ 3 secondes.
- Connecte le capteur en tapant sur  à côté de la description du capteur dans measureAPP.
- Régler l'affichage des valeurs mesurées en appuyant sur **0.0** au-dessus du graphique.



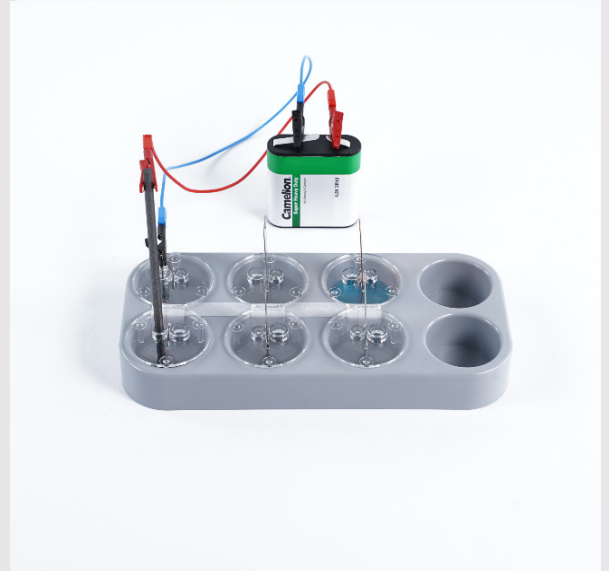
Procédure (2/4)

PHYWE

Respecter la polarité dans ce qui suit !

L'électrode de platine dans la cellule 1 est le pôle négatif (bleu), l'électrode de carbone dans la cellule 2 est le pôle positif (rouge). *Veille à ce que les couleurs soient correctement attribuées : bleu (pôle négatif) toujours sur bleu/noir, rouge (pôle positif) toujours sur rouge.*

1. Prends deux câbles et fixe une pince crocodile à chaque extrémité.
2. Connecte une extrémité des câbles aux électrodes et l'autre extrémité à une source de tension continue (pile, batterie, etc.). 4, 5 V).



Procédure (3/4)

PHYWE

Electrolyse l'acide sulfurique entre les deux électrodes pendant un peu plus de 3 à 5 minutes.

Après ce laps de temps, détache les connexions à la source de tension, remplace les pinces crocodiles par des fiches réductrices et connecte le Cobra SMARTsense Voltage (voir illustration).

Relie l'électrode de platine au pôle négatif (bleu) et l'électrode de carbone au pôle positif (rouge) !

Lis la tension affichée dans le measureAPP.



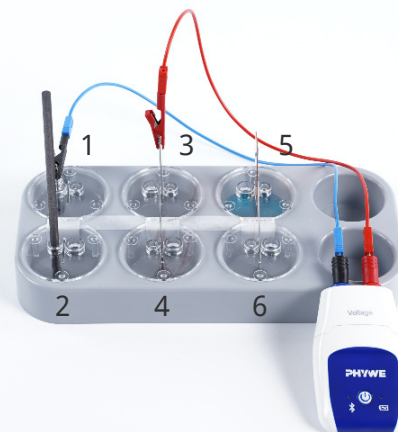
Procédure (4/4)

PHYWE

Il est maintenant possible d'effectuer quelques mesures avec l'électrode d'hydrogène standard simplifiée.

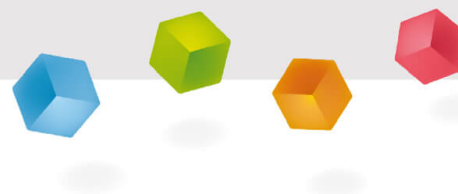
Connecte maintenant les demi-cellules 3 à 6 l'une après l'autre à la borne positive du Cobra SMARTsense Voltage.

Mesure les tensions correspondantes à l'aide de measureAPP.



PHYWE

Rapport



Exercice 1

PHYWE

Quel est le potentiel standard d'un métal ?

- ☐ Le potentiel standard d'un métal n'est rien d'autre que la différence de potentiel entre ce métal et un non-métal.
- ☐ Le potentiel standard d'un métal n'est rien d'autre que la différence de potentiel entre ce métal et une électrode d'hydrogène standard.
- ☐ Le potentiel standard d'un métal est toujours indiqué par la valeur 2.
- ☐ Il n'existe pas de potentiel standard pour les métaux, mais uniquement pour les non-métaux.

✓ Vérifier

Exercice 2

PHYWE

Contre quels métaux l'électrode d'hydrogène forme-t-elle le pôle positif ou le pôle négatif ?

- ☐ Pôle négatif : cuivre et argent, pôle positif : plomb et zinc
- ☐ Pôle positif : —, Pôle négatif : cuivre, argent, plomb et zinc
- ☐ Pôle positif : cuivre, argent, plomb et zinc, pôle négatif : —
- ☐ Pôle positif : cuivre et argent, pôle négatif : plomb et zinc

✓ Vérifier

Exercice 3

PHYWE

Pourquoi n'a-t-on pas utilisé dans cette expérience de l'acide chlorhydrique comme d'habitude pour construire l'électrode à hydrogène, mais de l'acide sulfurique 0,5 molaire ?

- ☐ L'acide sulfurique donne un potentiel d'oxydoréduction plus stable que l'acide chlorhydrique.
- ☐ L'électrolyse de l'acide chlorhydrique peut produire du chlore gazeux dangereux.
- ☐ L'acide sulfurique permet un meilleur transfert d'électrons.
- ☐ L'acide sulfurique est moins cher que l'acide chlorhydrique.

 Vérifier

Film	Score / Total
Film 28: Potentiel standard	0/1
Film 29: Électrode d'hydrogène Métaux	0/1
Film 30: Électrode d'hydrogène	0/1

Somme totale  0/3 Solutions Répéter