

# La cellule cuivre/zinc (cellule Daniell) - Open-circuit voltage of a galvanic cell avec Cobra SMARTsense



Grâce à cette expérience, les élèves apprennent l'un des éléments galvaniques les plus classiques, l'élément de Daniell.

|                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Chimie                                                                              | Chimie physique                                                                     | Électrochimie                                                                        | Électrochimie - poste de mesure                                                       |
| 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                                                                     | 20 procès-verbal                                                                      |

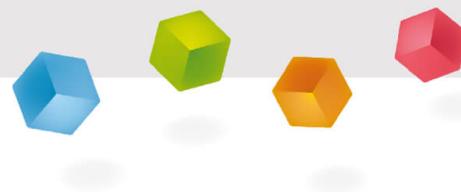
This content can also be found online at:



<https://www.curriculab.de/c/690376e171a6a60002161faf>

PHYWE

## Informations pour les enseignants



### Application

PHYWE



Deux électrodes dans des solutions salines constituent la forme la plus simple d'une pile. Elles servent de source électrique et génèrent une tension.

La découverte de la **éléments galvaniques** - plus connu sous le nom de **Piles** - permettent l'alimentation électrique mobile de nombreux appareils et marquent notre quotidien. Ils servent de source d'énergie électrique et fournissent une tension.

Un exemple connu est le **Élément Daniell** : Il se compose d'une demi-pile de zinc et d'une demi-pile de cuivre. Il est souvent utilisé comme modèle simple de cellule galvanique dans l'enseignement.

## Autres informations pour les enseignants (1/8)

PHYWE

## Connaissances

## préalables



Les élèves devraient déjà savoir ce qu'est une cellule galvanique et comment elle est construite.

## Principe



Dans une "cellule galvanique" complète (également appelée élément galvanique), deux électrodes métalliques différentes sont chacune immergées dans des solutions aqueuses d'un de leurs propres sels. Les électrons circulent entre les cellules via un pont salin (clé de courant), créant ainsi une différence de tension.

## Autres informations pour les enseignants (2/8)

PHYWE

## Objectif



Les élèves découvrent un exemple classique de cellule galvanique, l'élément Daniell. Les notions de **potentiel électrique** et **Différence de potentiel** sont introduites. Ils apprennent également que la tension mesurée dans des conditions standard correspond à la tension à vide de la cellule et quels sont les facteurs qui influencent ces conditions.

## Exercices



Les élèves construisent deux éléments galvaniques  $\text{Zn}|\text{Zn}^{2+}||\text{Cu}^{2+}|\text{Cu}$  avec différentes concentrations de sel et comparent leurs tensions. Ils étudient par l'expérience la fonction des différents composants des deux cellules.

## Autres informations pour les enseignants (3/8)

PHYWE

L'objectif de cette expérience est d'établir une **cellule galvanique** (aussi **élément galvanique**) peuvent être mis en place. Les notions de potentiel et de différence de potentiel peuvent être introduites à cette occasion.

Une cellule galvanique se compose de deux électrodes métalliques différentes, chacune immergée dans une solution aqueuse d'un de ses propres sels. Dans une cellule cuivre-zinc, la **Électrode en cuivre** dans une solution de sulfate de cuivre qui **Électrode de zinc** dans une solution de sulfate de zinc.

Pour le flux de courant entre les deux solutions, on utilise un **Clé de courant** un composé conducteur qui permet le flux d'ions. Pour cela, on peut par exemple utiliser du papier chromatographique ou du papier filtre imprégné d'une solution de nitrate de potassium et dont une extrémité est plongée dans chacune des deux solutions.

Le système composé de l'électrode métallique et de la solution saline correspondante est appelé **Demi-cellule** ou **Demi-élément** est désignée par le terme "cellule". Une cellule galvanique complète se compose donc de deux demi-cellules, de deux électrodes et de la clé de courant qui les relie.

## Autres informations pour les enseignants (4/8)

PHYWE

La pression de dissolution d'un métal est sa tendance à se dissoudre au contact de l'eau et est exprimée sous forme de concentration. L'intensité de cette tendance est appelée pression de dissolution ou potentiel électrique.

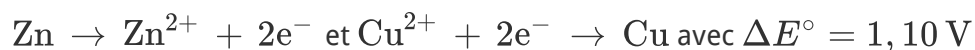
Comme chaque métal possède sa propre pression de dissolution, les réactions d'oxydation se déroulent différemment dans les demi-cellules. Si l'on relie deux de ces demi-cellules, il se produit une différence de potentiel, c'est-à-dire une tension électrique. La valeur de cette tension résulte de la différence des potentiels standard  $E^\circ$  des deux métaux.

Ces potentiels standard définissent le caractère "non noble" ou "noble" d'un métal. Zinc ( $E^\circ = -0,76 \text{ V}$ ) est moins noble que le cuivre ( $E^\circ = 0,34 \text{ V}$ ).

## Autres informations pour les enseignants (5/8)

PHYWE

Pour l'élément zinc-cuivre, on peut dire



Si l'on considère les réactions aux électrodes comme des équilibres, l'équilibre de l'oxydation du zinc se situe plus loin du côté du produit que celui de la réaction du cuivre. De ce fait, plus d'électrons s'accumulent sur l'électrode de zinc que sur l'électrode de cuivre. L'électrode de zinc devient donc le pôle négatif et l'électrode de cuivre le pôle positif.

Si l'on relie les deux électrodes (par exemple avec un câble), les électrons circulent du zinc vers le cuivre. L'élément galvanique fonctionne alors comme une source de courant. Les états des électrodes changent alors : Sur l'électrode de zinc, les atomes de zinc se dissolvent davantage, tandis que sur l'électrode de cuivre, les ions de cuivre se déposent sous forme de cuivre par absorption d'électrons. Les anions de l'électrolyte et les ions sulfate peuvent se diffuser à travers le pont salin vers la demi-cellule de zinc afin de permettre l'équilibre des charges.

## Autres informations pour les enseignants (6/8)

PHYWE

L'oxydation du zinc et la réduction des ions de cuivre en cuivre solide peuvent être observées directement dans une expérience supplémentaire. Si l'on plonge brièvement l'électrode de zinc dans une solution de sulfate de cuivre, le cuivre finement divisé se dépose immédiatement. Il se forme une couche gris-noir sur le zinc qui ne peut pas être rincée à l'eau.

Pour nommer les électrodes dans les cellules électrochimiques, on a établi ce qui suit :

**Anode : Oxydation** - Des électrons sont émis (demi-pile au zinc, pôle négatif).

**Cathode : Réduction** - Des électrons sont absorbés (demi-pile de cuivre, pôle positif).

Dans la pile cuivre-zinc, l'électrode de zinc (pôle négatif) est l'anode et l'électrode de cuivre (pôle positif) est la cathode.

## Autres informations pour les enseignants (7/8)

PHYWE

La différence des potentiels de deux demi-cellules donne, en cas de mesure sans courant, la **Tension à vide**. Si la mesure est effectuée sous **Conditions standard** (température : 25°C, concentration : 1 mol/L, pression : 1,013 bar), elle correspond à la différence entre les **Potentiels standard**:

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

La tension en circuit ouvert est appelée **Tension à vide**, la tension en circuit fermé est la **Tension de serrage**. La tension à vide est toujours légèrement supérieure à la tension aux bornes.

Lors de la mesure avec un voltmètre à haute impédance comme le Cobra SMARTsense Voltage (résistance interne de l'ordre du mégohm) et une faible résistance interne de l'élément galvanique, on a : tension aux bornes  $\simeq$  Tension à vide.

## 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 cuivre** (1 mol/l): Ajouter 124,85 g Sulfate de cuivre en 250 ml d'eau distillée. Bien mélanger et appliquer sur 500 ml remplir d'eau distillée.
- **Solution de sulfate de zinc** (1 mol/l): Ajouter 143,77 g Sulfate de zinc en 250 ml d'eau distillée. Bien mélanger et appliquer sur 500 ml remplir d'eau distillée.
- **Nitrate de potassium** (1 mol/l): Ajouter 50,5 g nitrate de potassium à 250 ml d'eau distillée. Bien mélanger et appliquer sur 500 ml remplir d'eau distillée.
- **Solution de sulfate de cuivre et de zinc** (0,1 mol/l): Prélève à chaque fois 2 ml le 1M et transvase-les dans deux béchers. Ajoute ensuite à chaque fois 18 ml d'eau distillée. Bien mélanger !

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 !
- Solutions de sulfate de zinc de concentration  $c = 1,0 \text{ mol/l}$  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



Les batteries font partie intégrante de notre quotidien - elles alimentent de nombreux appareils et sont donc indispensables au fonctionnement d'un drone. Les batteries, dont le fonctionnement repose sur **éléments galvaniques** qui transforment l'énergie chimique en énergie électrique.

Dans cette expérience, tu vas découvrir l'un des éléments galvaniques les plus connus : le **Élément Daniell** (pile cuivre/zinc). Tu apprendras ainsi comment l'énergie électrique peut être produite à l'aide de deux métaux et de leurs solutions salines.

## Exercices

PHYWE



### Comment fonctionne une pile ?

1. Construis deux cellules galvaniques avec des électrodes de cuivre et de zinc qui ne diffèrent que par la concentration des solutions salines.
2. Examinez les fonctions des différents composants de la cellule galvanique (électrodes, solutions salines, parabole de courant).
3. Mesure et compare les tensions des deux cellules. Quel est l'effet de la concentration des solutions salines sur la tension ?

## Matériel

| Position | Matériel                                                                                                       | No. d'article | Quantité |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------|
| 1        | Cobra SMARTsense Voltage - Capteur de mesure de la tension électrique $\pm 30$ 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      | 2        |
| 6        | Electrode à bande de cuivre pour les expériences d'électrochimie des étudiants Longueur : 75 mm, largeur 15 mm | 07856-10      | 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        | Becher boro3.3 50ml forme haute                                                                                | 46025-00      | 4        |
| 10       | Flacon compte-gouttes en plastique, 50 ml                                                                      | 33920-00      | 1        |
| 11       | Electrode à bande de zinc pour les expériences d'électrochimie des étudiants Longueur : 75 mm, largeur 15 mm   | 07856-20      | 1        |
| 12       | Becher boro3.3 50ml forme haute                                                                                | 46025-00      | 4        |
| 13       | Hydrate de sulfate de cuivre 250 g                                                                             | 30126-25      | 1        |
| 14       | Sulfate de zinc 250 g                                                                                          | 30249-25      | 1        |
| 15       | Nitrate de potassium 250 g                                                                                     | 30106-25      | 1        |
| 16       | Eau, déminéralisée, pure, 10000 ml                                                                             | CHE-882041145 | 1        |
| 17       | Papier à chromatographie                                                                                       | 32972-00      | 1        |
| 18       | Lunettes protectrices, verres clairs                                                                           | 39316-00      | 1        |

## Matériel supplémentaire

PHYWE

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

## Montage (1/5)

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) est bien configuré. **Bluetooth activé** est



iOS



Android



Windows

## Montage (2/5)

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 rempli d'eau distillée.
- **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 rempli d'eau distillée.
- **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 rempli d'eau distillée.
- **Solution de sulfate de cuivre et de zinc** (0,1 mol/l): Prélève à chaque fois 2 ml le 1M et transvase-les dans deux béchers. Ajoute ensuite à chaque fois 18 ml d'eau distillée. Bien mélanger !

## Montage (3/5)

PHYWE

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

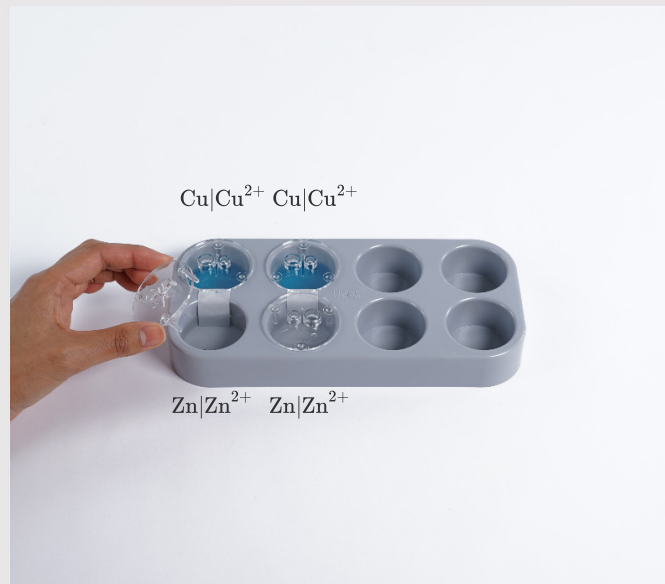


## Montage (4/5)

PHYWE

Remplis, comme indiqué sur la figure, les solutions salines dans les cellules de mesure correspondantes du bloc de cellules de mesure.

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



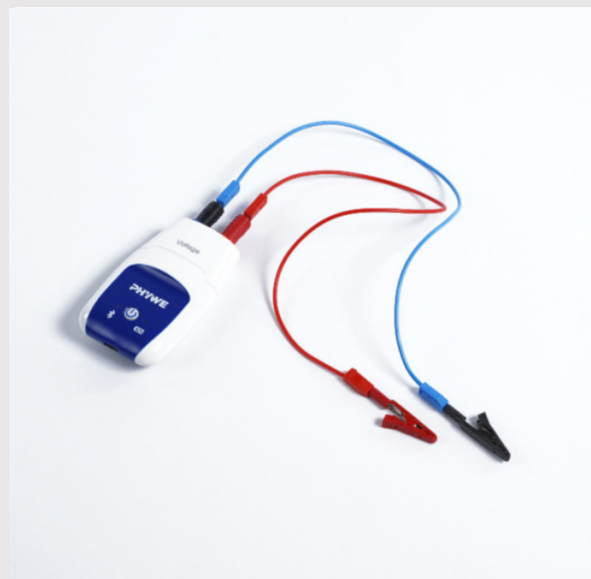
## Montage (5/5)

PHYWE

Regarde les deux électrodes, le cuivre (Cu) et le zinc (Zn) : Si le métal est oxydé par le stockage, utilise un morceau de papier abrasif pour enlever la couche d'oxyde.

*Observe ci-dessous la couleur des connexions : le bleu (zinc, pôle négatif) toujours au bleu (noir) et le rouge (cuivre, pôle positif) toujours au rouge !*

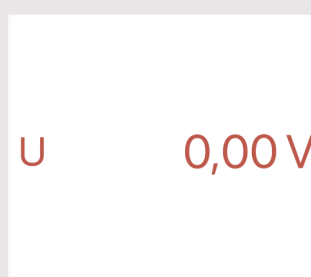
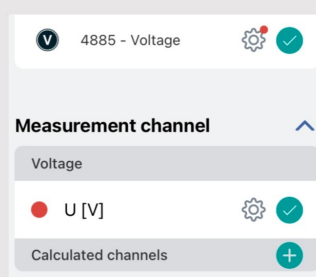
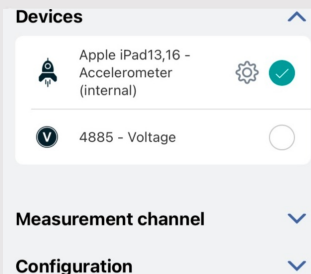
Relie les pinces crocodile aux électrodes métalliques (feuille de cuivre et de zinc) et les fils au capteur de tension Cobra SMARTsense à l'aide de fiches de réduction.



## Procédure (1/2)

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 (2/2)

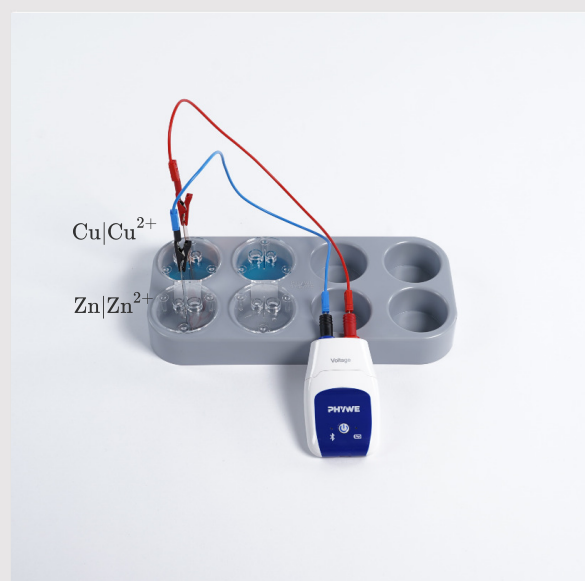
PHYWE

**Veille à ce que les électrodes ne se touchent pas pendant la mesure !**

Place d'abord une électrode de cuivre dans la solution de sulfate de cuivre diluée (cellule de mesure 1) et une électrode de zinc dans la solution de sulfate de zinc diluée (cellule de mesure 2).

Observe quelle tension est affichée dans le measureAPP et note-la dès qu'elle atteint une valeur constante.

Rince ensuite les électrodes avec de l'eau distillée et nettoie au moins l'électrode de cuivre en surface avec du papier de verre. Effectue la même mesure dans les solutions salines concentrées.



# Rapport

## Exercice 1

PHYWE

Comment fonctionne l'élément Daniell ? Faites glisser les mots dans les bonnes cases !

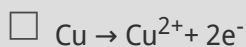
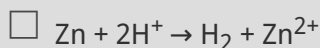
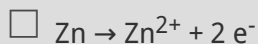
Dans l'élément de Daniell, l'oxydation de l'  a lieu. Zn à  Deux  sont alors libérés. Les électrons se déplacent vers la cathode, où la  de  à Cu est effectué. Le  de l'élément de Daniell est de 1,1 V.

☒ Vérifier

## Exercice 2

PHYWE

On sait que les métaux ont tendance à passer à l'état dissous dans les solutions aqueuses. Choisis les équations de dissolution du cuivre et du zinc.

☐ Il ne peut pas y avoir d'équation de solution du cuivre et du zinc, car tous deux sont des semi-métaux.☒ Vérifier

## Exercice 3

PHYWE

Quelle est la fonction du pont salin dans une cellule galvanique ?

☐ Elle conduit les électrons.☐ Elle permet l'échange d'ions.☐ Elle augmente la tension.☐ Elle sépare physiquement les électrodes.☒ Vérifier

## Tâche 4

PHYWE

Quelles affirmations sont exactes ?

- ☐ Si l'on effectue des mesures dans des conditions standard, la tension en circuit ouvert correspond à la différence des potentiels standard.
- ☐ Entre les deux demi-cellules, le potentiel se calcule avec :  $\Delta E = E_{\text{Kathode}} - E_{\text{Anode}}$ .
- ☐ Le potentiel de deux demi-cellules dans un circuit ouvert est appelé tension en circuit ouvert.
- ☐ Le potentiel standard décrit la conductivité de l'électrode.

[✓ Vérifier](#)

## Exercice 5

PHYWE

Calculez le potentiel standard (la tension en circuit ouvert) de l'élément de Daniell. Les réactions de demi-cellule sont données :



- ☐ Le potentiel standard ou la tension à vide est de  $-1,1 \text{ V}$ .
- ☐ Le potentiel standard ou la tension à vide est de  $1,1 \text{ V}$ .
- ☐ Le potentiel standard ou la tension à vide est de  $0,76 \text{ V}$ .

[✓ Vérifier](#)

## Tâche 6

PHYWE

Quelles conditions doivent être remplies pour que la tension mesurée d'une cellule galvanique corresponde à la tension à vide standard ?

- ☐ Un consommateur doit être raccordé.
- ☐ Il ne doit pas y avoir de courant électrique.
- ☐ Les solutions de sels métalliques des demi-cellules doivent avoir des concentrations différentes.
- ☐ La concentration d'ions doit  $1 \text{ mol/L}$  de l'année.

[✓ Vérifier](#)

| Film                                                             | Score / Total |
|------------------------------------------------------------------|---------------|
| Film 25: Comment fonctionne l'élément Daniell ?                  | 0/6           |
| Film 26: Équation de la solution                                 | 0/2           |
| Film 27: Pont de sel                                             | 0/1           |
| Film 28: Résumé : Élément Daniell                                | 0/3           |
| Film 29: Potentiel standard ou tension à vide d'un élément ga... | 0/1           |
| Film 30: Sans titre de propriété : Choix multiple                | 0/2           |

Somme totale

 0 / 15[👁 Solutions](#)[🔄 Répéter](#)