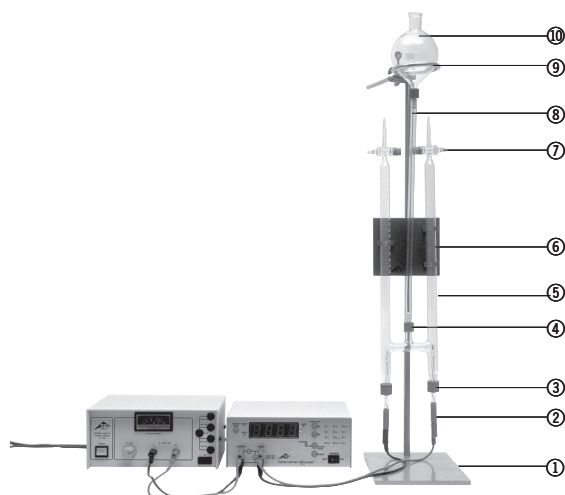


## U14332 Appareil de décomposition d'eau de Hofmann

### Instructions d'utilisation

11/03 ALF



- ① Plaque de base avec barre de support
- ② Electrodes en platine
- ③ Raccord à vis GF-18
- ④ Raccord à vis GF-14
- ⑤ Tubes collecteurs de gaz
- ⑥ Plaque de maintien
- ⑦ Robinet
- ⑧ Tuyau en plastique
- ⑨ Bague de support
- ⑩ Récipient de détente

L'appareil de décomposition d'eau sert à l'électrolyse de l'eau (transformation d'énergie électrique en énergie chimique), à la détermination quantitative des gaz qui se développent ainsi qu'à l'initiation aux lois de Faraday.

#### 1. Consignes de sécurité

- Lors de l'électrolyse de l'eau, en raison de la faible conductivité de l'eau distillée, on utilise de l'acide sulfurique dilué ( $c = \text{env. } 1 \text{ mole/l}$ ).
- Ajouter avec précaution de l'acide sulfurique à l'eau. Jamais l'inverse !
- Pendant que la solution est préparée et que les gaz s'échappent, porter des lunettes de protection.
- Les élèves doivent être informés sur les risques émanant des produits chimiques nécessaires.
- Prudence ! L'acide peut provoquer des taches et des trous irréparables dans les vêtements.
- Retirer la partie en verre de la plaque de maintien avec une extrême prudence.
- Ne pas exposer les parties en verre de l'appareil à des charges mécaniques.

#### 2. Description, caractéristiques techniques

L'appareil de décomposition de l'eau est constitué d'une partie en verre en H montée sur une plaque de maintien qui est fixée à une barre de support sur une plaque de base. La partie en verre est constituée de deux tubes collecteurs de gaz gradués dont les extré-

mités supérieures sont pourvues de deux robinets. Deux électrodes en platine sont fixées sûrement par des raccords à vis GL-18 aux extrémités inférieures. Pour compenser la pression, un tuyau flexible en plastique relie un récipient de détente aux tubes collecteurs de gaz.

#### Dimensions :

Appareil de décomposition de l'eau :

Hauteur : env. 800 mm

Largeur : 150 mm

Plaque de base : 250 mm x 160 mm

Poignée : 750 mm x  $\varnothing$  12 mm

Plaque de maintien : 120 mm x 110 mm

Tubes collecteurs de gaz :

Hauteur : 510 mm

Largeur : 150 mm

Diamètre de tube : 19 mm

Graduation : 50 ml en pas de 0,2 ml

Récipient de détente :

Volume : 250 ml

#### 2.1 Matériel fourni :

1 partie en verre (tubes collecteurs de gaz)

1 plaque de base avec barre de support et plaque de maintien

1 paire d'électrodes en platine avec douilles de raccord 4 mm

1 récipient de détente avec tuyau en plastique

1 bague pour la fixation du récipient de détente

1 manchon universel

## 2.2 Pièces de rechange

U14333 Tubes collecteurs de gaz

U14334 Paire d'électrodes en platine

U14335 Récipient de détente, 250 ml

### 3. Théorie

Contrairement aux conducteurs métalliques dans lesquels le courant est transporté par des électrons, ce transport est assuré par des ions au cours des électrolyses.

L'eau contenant de l'acide sulfurique présente les ions  $\text{HSO}_4^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  et  $\text{H}_3\text{O}^+$ . Lorsqu'on applique une tension, les ions se mettent en mouvement et l'eau est électrolysée. L'hydrogène et l'oxygène sont séparés. A partir de 2 ions  $\text{H}_3\text{O}^+$ , il se forme une molécule  $\text{H}_2$  à la cathode (pôle négatif) et une molécule  $\text{O}_2$  à l'anode (pôle positif). L'acide sulfurique reste inchangé et n'agit que comme catalyseur pour l'électrolyse de l'eau.

La charge  $Q$  transportée au cours de l'électrolyse entre les électrodes peut être calculée à partir de l'intensité  $I$  et la durée  $t$  à l'aide de l'équation suivante :

$$Q = I \cdot t$$

Si la charge d'un ion  $z$  comporte des charges élémentaires  $e$ ,  $Q/ze$  ions sont donc séparés.

Pour  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $z = 1$  ;  $Q/2e$  molécules  $\text{H}_2$  sont donc générées, car il faut 2 ions par molécule. Pour séparer  $n$  moles  $\text{H}_2$ , il faut donc une charge de

$$Q = 2e \cdot N_L \cdot n$$

$N_L$  étant le nombre d'Avogadro et représentant le nombre de molécules par mole ( $N_L = 6,0 \cdot 10^{23}/\text{mole}$ ).

Si l'on connaît  $n$  et  $Q$ , cette équation permet de déterminer la constante de Faraday  $F$ , le produit des deux constantes fondamentales que sont la charge élémentaire et le nombre d'Avogadro :

$$F = e \cdot N_L \sim 10^5 \text{ C/mole}$$

Le nombre  $n$  de moles séparées peut être aisément calculé à partir du volume.

Car la loi sur les gaz

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T,$$

montre le rapport entre la pression  $p$ , le volume  $V$ , la température  $T$  et le nombre molaire  $n$ . La température  $T$  en Kelvin peut être facilement calculée à partir de la température en Celsius  $t_c$  ( $T = t_c + 273 \text{ K}$ ).  $R$  représente la constante de gaz universelle avec la valeur  $R = 8,3 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1}$  (Joule par mole et Kelvin).

Une charge  $Q$  génère à la cathode  $Q/2e$  molécules  $\text{H}_2$ . Cela correspond (avec le nombre d'Avogadro  $N_L = 6 \cdot 10^{23}/\text{mole}$ )

$$n = \frac{Q}{2e \cdot N_L} = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} \text{ mol}$$

La constante de Faraday  $F$  correspond alors à

$$F = e \cdot N_L = \frac{Q \cdot R \cdot T}{2 \cdot p \cdot V} = 96500 \text{ C/mol.}$$

### 3. Exemples d'expériences

#### 3.1 Etude de la conductivité de l'eau et de sa composition

##### Matériel requis

Appareil de décomposition de l'eau

Source de tension (par ex. U11760 Alimentation CA/CC)

Câble de raccord

Eau distillée

Acide sulfurique dilué

##### Réalisation de l'expérience :

- Monter l'expérience comme le montre la fig. 1.
- Remplir le récipient de détente avec de l'eau distillée, les robinets étant ouverts.  
Modifier la hauteur du récipient de détente pour remplir complètement les tubes collecteurs de gaz.
- Refermer les robinets de gaz. Le niveau d'eau du récipient de détente doit être plus élevé que celui des tubes collecteurs de gaz.
- Vérifier l'étanchéité de l'appareil et, au besoin, resserrer des raccords.
- Mettre l'alimentation en service et observer les électrodes.
- Comme aucune réaction n'est perceptible, remettre l'alimentation hors service.
- Verser quelques gouttes d'acide sulfurique ( $c = \text{env. } 1 \text{ mole/l}$ ).
- Patienter env. 5 minutes, puis remettre l'alimentation en service.
- Des bulles de gaz se forment aux deux électrodes.
- Lorsque le tube collecteur à la cathode (pôle négatif) est rempli de moitié de gaz, mettre l'alimentation hors service.
- Pour permettre une lecture exacte du volume de gaz, abaisser le récipient de détente jusqu'à ce que les niveaux dans le récipient et dans le tube collecteur soient similaires.
- Ouvrir les robinets et récupérer du gaz pneumatiquement dans des éprouvettes retournées.
- Démontrer la présence de l'hydrogène par explosion, celle de l'oxygène à l'aide d'un copeau de bois couvant.

##### Résultat :

- Avec de l'eau distillée, il n'y a pas d'électrolyse.
- Au cours de l'électrolyse de l'eau distillée, l'adjoin-

tion d'acide sulfurique dilué agit comme catalyseur et la décompose en hydrogène et en oxygène.

- A la cathode, il s'est formé deux fois plus de gaz (hydrogène) qu'à l'anode (oxygène).



Fig. 1

### 3.2 Détermination de la constante de Faraday

#### Matériel requis

Appareil de décomposition de l'eau  
Source de tension (par ex. U11760 Alimentation CA/CC)  
Ampèremètre (par ex. U13000 Multimètre)  
Câble de raccord  
Eau distillée  
Acide sulfurique  
Chronomètre  
Thermomètre  
Baromètre  
Hydromètre

#### Réalisation de l'expérience :

- Monter l'expérience comme le montre la fig. 2.
- Remplir le récipient de détente avec de l'eau distillée contenant de l'acide sulfurique dilué, les robinets étant ouverts. Modifier la hauteur du récipient de détente pour remplir complètement les tubes collecteurs de gaz.
- Refermer les robinets de gaz. Le niveau d'eau du récipient de détente doit être plus élevé que celui

des tubes collecteurs de gaz.

- Vérifier l'étanchéité de l'appareil et, au besoin, resserrer des raccords.
- Mettre l'alimentation en marche et régler la tension pour obtenir un courant d'env. 1 A. Vérifier que du gaz est libéré dans les deux tubes.
- Remettre l'alimentation hors service, ouvrir les robinets et laisser le gaz s'échapper.
- Refermer les robinets de gaz. Mettre l'alimentation et le chronomètre en marche en même temps.
- Lorsque le tube collecteur à la cathode (pôle négatif) est presque rempli de gaz, mettre l'alimentation et le chronomètre hors service et noter le temps.
- Déterminer le volume de gaz en compensant la pression hydrostatique.
- Mesurer la pression de l'air et la température ambiante.

#### Calculs :

- Si l'on connaît l'intensité  $I$  (A), le temps  $t$  (s), la pression d'air  $p$  ( $\text{Nm}^{-2}$ ), la température  $T$  (K), le volume de gaz  $V_{\text{H}_2}$ ,  $V_{\text{O}_2}$  ( $\text{m}^3$ ) et la constante de gaz universelle  $R$  ( $8,3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ), l'équation suivante permet de calculer la constante de Faraday:

$$F = \frac{Q \cdot R \cdot T}{2 \cdot p \cdot V}$$



Fig. 2