



## ΑΦΟΙ ΣΕΛΗΝΙΑΔΗ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Ο.Ε

Δ/ΝΣΗ: ΑΚΡΟΠΟΛΕΩΣ 100<sup>Α</sup> – 18451 ΝΙΚΑΙΑ

ΤΗΛ.: 210 49 17 230 , ΦΑΞ: 210 49 04 214

Α.Φ.Μ : 999012970 – Δ.Ο.Υ ΝΙΚΑΙΑΣ

E-MAIL: [info@selenlab.gr](mailto:info@selenlab.gr) - [selen@otenet.gr](mailto:selen@otenet.gr)

[www.selenlab.gr](http://www.selenlab.gr)

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΙ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΩΝ

ΙΑΤΡΙΚΗΣ-ΦΥΣΙΚΗΣ-ΧΗΜΕΙΑΣ-ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

ISO 9001 : 2000 / EN ISO 9001 : 2000



## ΠΕΙΡΑΜΑ

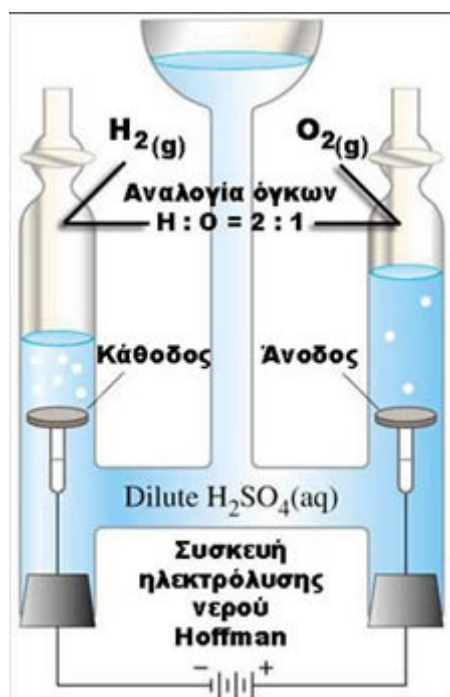
### Ηλεκτρόλυση νερού ή ηλεκτρόλυση αραιού διαλύματος θειικού οξέος με ηλεκτρόδια λευκοχρύσου (Pt).

**Διδακτική εφαρμογή:** Το πείραμα της ηλεκτρόλυσης του νερού βασίζεται στη θεωρία της Χημείας Κατεύθυνσης Β' Λυκείου και απευθύνεται τόσο σε μαθητές όσο και σε φοιτητές.

**Σκοπός πειράματος:** Να δείξουμε τη διαδικασία της ηλεκτρόλυσης και τη διάσπαση του νερού με αυτήν.

#### Σκεύη – Συσκευές – Υλικά:

- 1) Συσκευή ηλεκτρόλυσης Hoffman με ηλεκτρόδια Pt
- 2) Μετασχηματιστής ή μπαταρίες 16V (4X4,5V).
- 3) Χωνί διήθησης
- 4) Αναπτήρας με μακρύ λαϊμό
- 5) 2 καλώδια σύνδεσης με κροκοδειλάκια
- 6) 1 μικρός δοκιμαστικός σωλήνας
- 7) Παρασχιίδα ανίχνευσης οξυγόνου (O<sub>2</sub>)
- 8) Μονωτική ταινία για στερέωση των ηλεκτροδίων



Συσκευή Hoffman

### **Αντιδραστήρια:**

Διάλυμα θειικού οξέος (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 25% w/w

### **Πειραματική διαδικασία:**

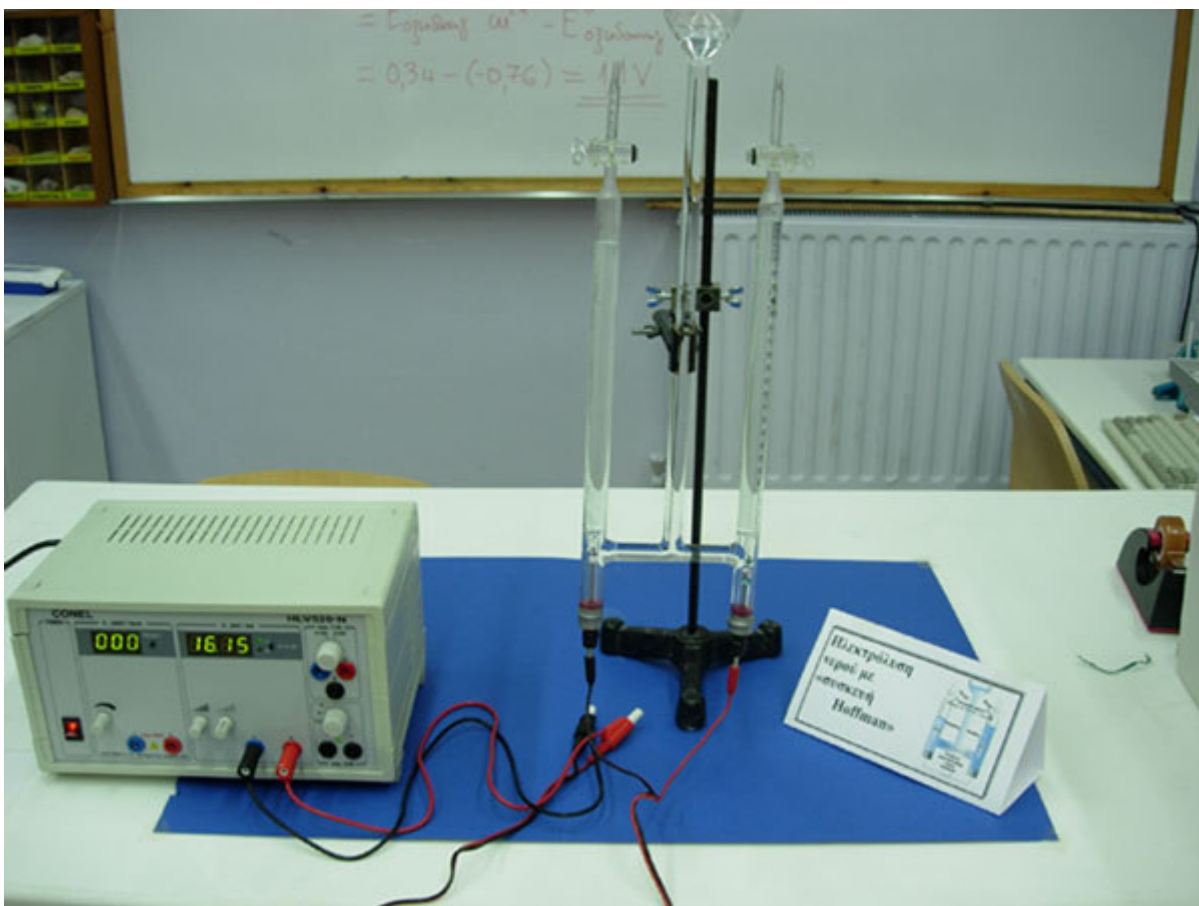
**1)** Τοποθετούμε τα δύο ηλεκτρόδια της συσκευής Hoffman. Επειδή υπάρχει κίνδυνος να αποσυνδεθούν, λόγω της πίεσης που ασκεί το διάλυμα του θειικού οξέος, τα στερεώνουμε στη γυάλινη συσκευή Hoffman με τη βοήθεια μονωτικής ταινίας.

**2)** Με το διάλυμα του θειικού οξέος (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 25% w/w, γεμίζουμε το βολτάμετρο τύπου Hoffman ως εξής:

- Ανοίγουμε τη μία στρόφιγγα και προσθέτουμε το διάλυμα του οξέος από το μεσαίο σωλήνα.
- Το διάλυμα πρέπει να φτάσει μέχρι τη βάση της στρόφιγγας και όχι μέσα σ' αυτήν.
- Κλείνουμε τη στρόφιγγα αυτή και ανοίγουμε την άλλη ώστε να γεμίσει και ο άλλος σωλήνας με τον ίδιο ακριβώς τρόπο.
- Συμπληρώνουμε το μεσαίο σωλήνα με το διάλυμα του οξέος μέχρι το σημείο που αρχίζει να διευρύνεται.

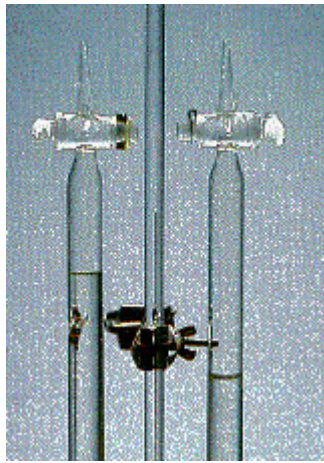
**3)** Συνδέουμε τα ηλεκτρόδια της συσκευής, με τη βοήθεια των καλωδίων που φέρουν κροκοδειλάκια, με τους πόλους του μετασχηματιστή, με τάση περίπου 16V ή με 4 μπαταρίες των 4,5 V συνδεδεμένες σε σειρά.

**4)** Μετά τη διέλευση 10-15 λεπτών καταγράφουμε τις παρατηρήσεις μας.

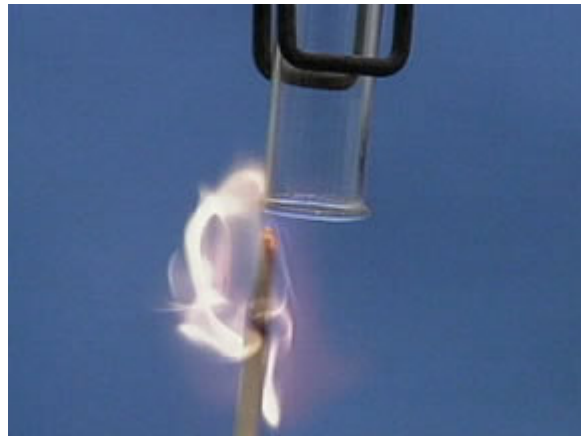


### **Διαδικασία ανίχνευσης αερίων προϊόντων της ηλεκτρόλυσης:**

**1)** Μετά τη διέλευση 10-15 λεπτών παρατηρούμε αλλαγή της στάθμης του διαλύματος του οξέος στους δύο σωλήνες της συσκευής, εξ' αιτίας της παραγωγής αερίων (H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>), με τη μορφή φουσαλίδων, με αναλογία όγκων 2:1 αντίστοιχα.



**2) Για την ανίχνευση του O<sub>2</sub> που παράγεται στην άνοδο (+) κάνουμε το εξής:** Πλησιάζουμε στο στόμιο του σωλήνα, που περιέχει το αέριο O<sub>2</sub> (το τμήμα της συσκευής με τη μικρότερη ποσότητα αερίου), μια μισοσβησμένη παρασοχίδα και ανοίγουμε σιγά-σιγά τη στρόφιγγα, οπότε και παρατηρούμε ανάφλεξη της παρασοχίδας.



**3) Για την ανίχνευση του H<sub>2</sub> που παράγεται στην κάθοδο (-) κάνουμε το εξής:**

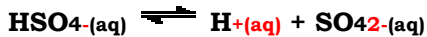
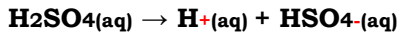
Πλησιάζουμε το στόμιο δοκιμαστικού σωλήνα στο σημείο της στρόφιγγας που αντιστοιχεί στο σωλήνα που περιέχει το αέριο H<sub>2</sub> (το τμήμα της συσκευής με τη μεγαλύτερη ποσότητα αερίου). Στη συνέχεια ανοίγουμε τη στρόφιγγα ώστε το αέριο να μπει μέσα στο δοκιμαστικό σωλήνα και πολύ γρήγορα, (ώστε να μην προλάβει να διαφύγει το αέριο), πλησιάζουμε στο στόμιο του σωλήνα αναμμένο μακρόλαιμο αναπτήρα οπότε και ακούγεται ένας χαρακτηριστικός κρότος εξ' αιτίας του υδρογόνου:  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ . Ο κρότος ακούγεται επειδή γίνεται απότομα, με την ανάφλεξη, ελάττωση του όγκου των αερίων, δηλαδή οι τρεις όγκοι (**δύο όγκοι H<sub>2</sub>(g) και ένας όγκος O<sub>2</sub>(g), γίνονται δύο όγκοι H<sub>2</sub>O(l)**).



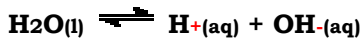
## Η Χημεία του πειράματος:

Στο διάλυμα γίνονται οι εξής αντιδράσεις:

α) Αντιδράσεις ιοντισμού του διαλύματος του  $\text{H}_2\text{SO}_4$ :



β) Αντίδραση ιοντισμού του νερού:



Επομένως στο διάλυμα εμφανίζονται τα εξής :

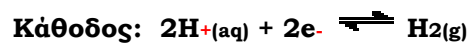
**$\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HSO}_4^-$**  : Λόγω ιοντισμού του θειικού οξέος

**$\text{H}^+$**  : Λόγω ιοντισμού του θειικού οξέος και του νερού

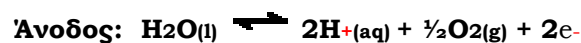
**$\text{OH}^-$**  : Λόγω ιοντισμού του νερού

**$\text{H}_2\text{O}$**  : Υπάρχουν και μόρια νερού που δεν έχουν ιοντιστεί

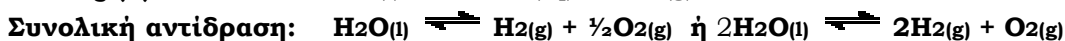
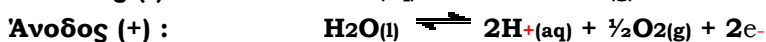
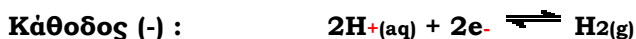
**Κάθοδος (-)** : Προς την κάθοδο θα κινηθούν τα  **$\text{H}^+$ ,  $\text{H}_2\text{O}$** . Το περιβάλλον στην περιοχή της καθόδου είναι όξινο (αφού τα  $\text{H}^+$  προέρχονται κυρίως από τον ιοντισμό του  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Μεταξύ αυτών των δύο από τη σειρά εκφόρτισης προηγούνται τα  **$\text{H}^+$** . Άρα αυτά θα αναχθούν στην κάθοδο σύμφωνα με την αντίδραση:



**Άνοδος (+)** : Προς την άνοδο θα κινηθούν τα  **$\text{HSO}_4^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{H}_2\text{O}$** . Στην περιοχή αυτή υπάρχουν πολύ λίγα  $\text{OH}^-$  (αφού αυτά προέρχονται από τον ιοντισμό του  $\text{H}_2\text{O}$ ) δηλαδή το περιβάλλον στην περιοχή της ανόδου δεν είναι βασικό. Άρα ουσιαστικά συναγωνίζονται τα  **$\text{HSO}_4^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  και τα  $\text{H}_2\text{O}$** . Μεταξύ αυτών από τη σειρά εκφόρτισης προηγούνται τα  **$\text{H}_2\text{O}$** . Άρα αυτά θα οξειδωθούν στην άνοδο σύμφωνα με την αντίδραση (**οξείδωση του οξυγόνου του  $\text{H}_2\text{O}$** ) :



Προσθέτοντας τις δύο αντιδράσεις διαπιστώνουμε ότι το συνολικό αποτέλεσμα της ηλεκτρόλυσης του θειικού οξέος ανταποκρίνεται στον ιοντισμό του νερού, για το λόγο αυτό πιο συχνά, η ηλεκτρόλυση του θειικού οξέος ονομάζεται «**ηλεκτρόλυση νερού**».



## ΠΡΟΣΟΧΗ

**1.** Αδρανή ηλεκτρόδια θεωρούνται τα ηλεκτρόδια που δεν αντιδρούν με τα συστατικά που ηλεκτρολύονται και απλώς λειτουργούν σαν αγωγοί ρεύματος. Συνήθως σαν αδρανή ηλεκτρόδια χρησιμοποιούνται ηλεκτρόδια από λευκόχρυσο (Pt) ή από γραφίτη (C). Εάν λοιπόν τα ηλεκτρόδιά μας δεν ήταν αδρανή θα είχαμε και δευτερεύουσες αντιδράσεις μεταξύ του υλικού των ηλεκτροδίων και των προϊόντων της ηλεκτρόλυσης ή μεταξύ του υλικού των ηλεκτροδίων και του διαλύματος του ηλεκτρολύτη.

**2.** Καθώς γίνεται η διαδικασία της ηλεκτρόλυσης και παράγονται τα αέρια στα δύο σκέλη της ηλεκτρολυτικής συσκευής, το διάλυμα του ηλεκτρολύτη στους δύο σωλήνες πιέζεται από τα αέρια και υποχωρεί προς τα κάτω προκαλώντας άνοδο της στάθμης του στο μεσαίο σωλήνα, γεγονός που θα προκαλούσε υπερχειλίση του υγρού σε αυτόν, εάν τον γεμίζαμε αρχικά μέχρι επάνω.

**3.** Κατά την ανάφλεξη του υδρογόνου παράγεται «**κροτούν αέριο**» σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ . Ο κρότος ακούγεται επειδή γίνεται απότομα, με την ανάφλεξη, ελάττωση του όγκου των αερίων, δηλαδή οι τρεις όγκοι (δύο όγκοι  $\text{H}_2(\text{g})$  και ένας όγκος  $\text{O}_2(\text{g})$ ), γίνονται δύο όγκοι  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ).