

5. Η ισχύς ενός λευκαντικού ρούχων

Σκοπός

Τα λευκαντικά είναι συνήθως υδατικά διαλύματα υποχλωριώδους νατρίου, NaOCl, και κυκλοφορούν με την εμπορική ονομασία «χλωρίνη». Σκοπός αυτού του πειράματος είναι να προσδιορίσετε την ποσότητα του NaOCl που υπάρχει σε ένα λευκαντικό του εμπορίου μέσω μιας ογκομέτρησης οξειδωσης – αναγωγής.

Προσδοκώμενα αποτελέσματα

Μετά το πέρας αυτής της εργαστηριακής άσκησης, θα είστε σε θέση να:

- Χειρίζεστε με δεξιότητα την προχοΐδα και να πραγματοποιείτε ογκομετρήσεις.
- Αναγνωρίζετε μια αντίδραση οξειδοαναγωγής.
- Ισοσταθμίζετε χημικές εξισώσεις οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων.
- Υπολογίζετε, μέσω ογκομέτρησης, τη συγκέντρωση μιας άγνωστης ουσίας.

Θεωρητικό υπόβαθρο

1. ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΑ Ν. ΚΛΟΥΡΑ: <http://www.chemistry.upatras.gr/~klouras> >> Γενική Χημεία >> «Χημειοθεραπεία» >> Εμβασύνσεις >> Αριθμός (ή κατάσταση) οξειδωσης

2. ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΟΞΕΙΔΩΣΗΣ–ΑΝΑΓΩΓΗΣ (Ebbing / Gammon, Ενότητες 4.5 και 4.6)

3. ΟΞΟΟΞΕΑ ΤΟΥ ΧΛΩΡΙΟΥ (Ebbing / Gammon, Ενότητα 22.7)

Μέτρα προστασίας

- Συμβουλευτείτε τους «Κανόνες και τα μέτρα ασφαλείας εργαστηρίου» που αναφέρονται στις πρώτες σελίδες του παρόντος εγχειριδίου.
- Φορέστε προστατευτικά γυαλιά.
- Προσοχή στη χρήση των διαλυμάτων αυτού του πειράματος. Χρησιμοποιείτε με ιδιαίτερη προσοχή το διάλυμα του νιτρικού οξέος. Πυκνό διάλυμα λευκαντικού και υδροχλωρικό οξύ μπορούν να προκαλέσουν χημικά εγκαύματα και να καταστρέψουν τα ρούχα σας. Επιπλέον, το λευκαντικό μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό των οφθαλμών.

5. Η ισχύς ενός λευκαντικού ρούχων

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ

Όνοματεπώνυμο

Τμήμα (Α.Μ.)

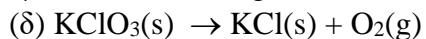
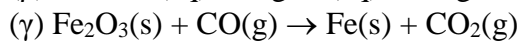
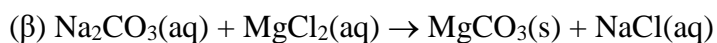
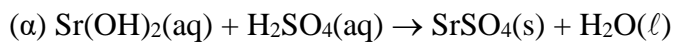
Ημερομηνία

Επιβλέπων

1. Αναφέρετε τέσσερις απλές κατηγορίες αντιδράσεων οξειδοαναγωγής. Δώστε από ένα παράδειγμα για κάθε περίπτωση.

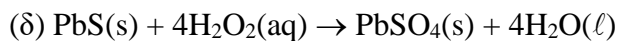
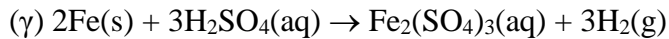
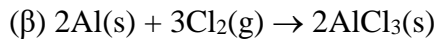
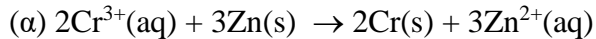
ΑΠΑΝΤΗΣΗ

2. Ισοσταθμίστε όσες από τις παρακάτω χημικές εξισώσεις παριστάνουν αντιδράσεις οξειδοαναγωγής:



ΑΠΑΝΤΗΣΗ

3. Στις ακόλουθες αντιδράσεις, βρείτε ποιο είναι το οξειδωτικό και ποιο το αναγωγικό μέσο.



ΑΠΑΝΤΗΣΗ

4. Γράψτε ισοσταθμισμένες χημικές εξισώσεις για τις αντιδράσεις οξειδοαναγωγής που θα συναντήσετε στο σημερινό πείραμα:

(α) Αναγωγή των ιόντων ClO^- από τα ιόντα I^- σε όξινο διάλυμα.

(β) Αναγωγή του I_2 από τα ιόντα $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ σε όξινο διάλυμα.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

5. Σε κάποιο πειραματικό στάδιο, θα χρειασθείτε διάλυμα HCl $2,0\text{M}$. Αυτό παρασκευάζεται με αραιώση πυκνού (ατμίζοντος) διαλύματος HCl , το οποίο συνήθως έχει περιεκτικότητα κατά μάζα 36% και πυκνότητα $1,19 \text{ g/mL}$. Πόσα mL από αυτό το πυκνό διάλυμα θα λάβετε, ώστε με αραιώση να παρασκευάσετε 20 mL διαλύματος HCl $2,0\text{M}$;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Όργανα – Σκεύη

- Προχοΐδα των 50 mL
- Ογκομετρική φιάλη των 100 mL
- Σιφόνιο των 10 mL
- Ογκομετρικός κύλινδρος των 100 mL
- Κωνικές φιάλες (4) των 150 mL

Χημικές ουσίες – Υλικά

- Λευκαντικό του εμπορίου (χλωρίνη)
- Πρότυπο διάλυμα $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,0250 M
- Στερεό KI
- Διάλυμα HCl 2 M
- Διάλυμα δείκτη αμύλου 0,2% m/V

Περίληψη του πειράματος

Το δραστικό συστατικό ενός λευκαντικού, το υποχλωριώδες νάτριο (NaClO), παράγεται, αν το αέριο χλώριο που εκλύεται κατά την ηλεκτρόλυση υδατικού χλωριδίου του νατρίου αφηθεί να αναμιχθεί με το ψυχρό διάλυμα του υδροξειδίου του νατρίου που επίσης σχηματίζεται κατά την ηλεκτρόλυση.

Ο προσδιορισμός της ποσότητας των ιόντων ClO^- που υπάρχουν σε ένα διάλυμα λευκαντικού γίνεται με δύο αντιδράσεις οξειδωσης – αναγωγής. Αρχικά, μια ορισμένη ποσότητα των ιόντων ClO^- ανάγεται προς ιόντα Cl^- , σε όξινο διάλυμα, χρησιμοποιώντας περίσσεια KI. Κατ' αυτή την αντίδραση, τα ιόντα I^- οξειδώνονται προς στοιχειακό ιώδιο, I_2 , το οποίο δίνει ένα καστανό χρώμα στο διάλυμα. Κατόπιν, η στοιχειομετρική ποσότητα του I_2 ανάγεται προς I^- στη διάρκεια μιας ογκομέτρησης με διάλυμα θειοθειικού νατρίου ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$). Σε αυτή την αντίδραση, τα θειοθειικά ιόντα ($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) οξειδώνονται προς τετραθειονικά ιόντα ($\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$).

Η παραπάνω διαδικασία γίνεται σαφής, όταν αναγράψετε και ισοσταθμίσετε τις χημικές εξισώσεις για τις αντίστοιχες αντιδράσεις οξειδοαναγωγής. Από αυτές, θα προκύψει και η σχέση μεταξύ της αρχικής ποσότητας των ιόντων ClO^- και της ποσότητας των ιόντων $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ που χρησιμοποιούνται στην ογκομέτρηση.

Η χρήση του αμύλου ως δείκτη επιβάλλεται για τον ακριβή προσδιορισμό του τελικού σημείου, δεδομένου ότι ο απλός αποχρωματισμός του διαλύματος του I_2 δεν είναι σαφής. Το άμυλο αντιδρά με το I_2 και σχηματίζει μια ένωση με βαθύ μπλε χρώμα. Η αντίδραση είναι αντιστρεπτή και γι' αυτό το μπλε χρώμα ξεθωριάζει στη διάρκεια της ογκομέτρησης, καθώς καταναλώνεται το I_2 . Το τελικό σημείο της ογκομέτρησης αναγνωρίζεται από τον αποχρωματισμό του διαλύματος που επέρχεται με την προσθήκη μιας σταγόνας διαλύματος $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Η δοκιμαστική ογκομέτρηση σας επιτρέπει να εντοπίσετε ευκολότερα και γρηγορότερα το τελικό σημείο στις επόμενες ογκομετρήσεις.

Πειραματική πορεία

Εκκίνηση πειράματος

1. Ετοιμάστε περίπου 70 mL διαλύματος $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,0250 M και 3 δείγματα στερεού KI, όγκου περίπου 1 cm³ το καθένα.
2. Στη διάθεσή σας βρίσκεται, για γενική χρήση, μια προχοΐδα που περιέχει το διάλυμα του λευκαντικού. Όμως, αυτό το διάλυμα είναι πυκνό και χρειάζεται αραιώση. Καταγράψτε την αρχική ανάγνωση της προχοΐδας με ακρίβεια 0,01 mL. Προσθέστε με προσοχή περίπου 3 mL από αυτό το

διάλυμα σε μια ογκομετρική φιάλη των 100 mL. Καταγράψτε την τελική ανάγνωση της προχοΐδας με ακρίβεια 0,01 mL και υπολογίστε τον ακριβή όγκο του πυκνού διαλύματος λευκαντικού που πήρατε.

3. Προσθέστε στην ογκομετρική φιάλη απιοντισμένο νερό ακριβώς μέχρι τη χαραγή. (Χρησιμοποιήστε σταγονόμετρο για την προσθήκη του τελευταίου 0,5 mL, προκειμένου να μην ξεπεράσετε τη χαραγή.)
4. Πωματίστε τη φιάλη και ανακινείστε καλά το διάλυμα για να γίνει ομογενές.

Καθαρισμός και πλήρωση της προχοΐδας

Οδηγίες για την χρήση της προχοΐδας δίνονται στην εισαγωγή του εργαστηριακού βιβλίου (σελ. 33). Αφού πλύνετε την προχοΐδα σύμφωνα με τις οδηγίες, γεμίστε την με το πρότυπο διάλυμα $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Δοκιμαστική (προσεγγιστική) ογκομέτρηση

1. Μεταφέρετε με το σιφώνιο 10,0 mL αραιωμένου διαλύματος λευκαντικού σε μια καθαρή κωνική φιάλη.
2. Προσθέστε στη φιάλη το ένα από τα δείγματα στερεού KI και στη συνέχεια 20 mL απιοντισμένου νερού από ογκομετρικό κύλινδρο, καθώς και 20 σταγόνες HCl 2 M. Ανακινείστε τη φιάλη για να έχετε ένα ομογενές διάλυμα.
3. Καταγράψτε την αρχική ανάγνωση της προχοΐδας με ακρίβεια 0,01 mL.
4. Ξεκινήστε την ογκομέτρηση προσθέτοντας από την προχοΐδα το πρότυπο διάλυμα του $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ σε ποσότητες του 1 mL περίπου με κάθε άνοιγμα της στρόφιγγας. Ταυτόχρονα, ανακινείτε ζωηρά τη φιάλη για ταχεία ολοκλήρωση της αντίδρασης. Συνεχίζετε μέχρις ότου το χρώμα του διαλύματος από καστανό ξεθωριάσει σε κίτρινο.
5. Στο σημείο αυτό, προσθέστε 40 σταγόνες διαλύματος αμύλου 0,2 %.
6. Συνεχίστε να προσθέτετε διάλυμα $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ σε δόσεις του 0,5 – 1 mL, μέχρις ότου κάποια από αυτές τις δόσεις κάνει το διάλυμα άχρωμο.
7. Καταγράψτε την τελική ανάγνωση της προχοΐδας με ακρίβεια 0,01 mL και υπολογίστε τον όγκο του διαλύματος $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ που απαιτήθηκε στην ογκομέτρηση (έστω V).

Ακριβείς ογκομετρήσεις

1. Επαναλάβετε τα βήματα 1 έως 4 της πορείας της δοκιμαστικής ογκομέτρησης.
2. Αφαιρέστε 2 mL από τον όγκο V που βρήκατε στη δοκιμαστική ογκομέτρηση. Από την προχοΐδα, προσθέστε γρήγορα στην κωνική φιάλη τον όγκο $(V - 2)$ mL.
3. Προσθέστε 40 σταγόνες διαλύματος δείκτη αμύλου 0,2%.
4. Εκπλύνετε τα τοιχώματα της φιάλης με απιοντισμένο νερό.
5. Συνεχίστε την ογκομέτρηση προσθέτοντας τώρα το διάλυμα του $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ σταγόνα – σταγόνα. Ανακινείτε τη φιάλη γρήγορα μετά από κάθε προσθήκη διαλύματος. Να θυμάσθε ότι θα έχετε το τελικό σημείο της ογκομέτρησης, όταν μία σταγόνα από την προχοΐδα θα αποχρωματίσει πλήρως το διάλυμα.
6. Καταγράψτε την τελική ένδειξη της προχοΐδας με ακρίβεια 0,01 mL.
7. Επαναλάβετε την πορεία με ένα δεύτερο δείγμα αραιωμένου διαλύματος λευκαντικού.
8. Αν οι όγκοι των τελικών σημείων διαφέρουν περισσότερο από 0,15 mL (~3 σταγόνες), επαναλάβετε τις ογκομετρήσεις με νέα δείγματα λευκαντικού μέχρις ότου επιτύχετε την απαιτούμενη ακρίβεια.
9. Υπολογίστε και καταγράψτε τη γραμμομοριακή συγκέντρωση (μέση τιμή) του αραιωμένου διαλύματος λευκαντικού.

ΔΙΑΘΕΣΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΚΑΤΑΛΟΙΠΩΝ

Τα διαλύματα των KI και $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ δεν χαρακτηρίζονται ως επιβλαβή για το περιβάλλον και η περίσσεια τους μπορεί να απορριφθεί στη λεκάνη αποχέτευσης μετά από αραίωση.

ΦΥΛΛΟ		ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ
ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Η ισχύς ενός λευκαντικού ρούχων	ΤΜΗΜΑ (Α.Μ.) ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ
5		

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

1. Αραίωση του πυκνού διαλύματος λευκαντικού

Τελική ανάγνωση προχοΐδας (mL):

Αρχική ανάγνωση προχοΐδας (mL):

Όγκος πυκνού διαλύματος λευκαντικού (mL):

2. Δοκιμαστική ογκομέτρηση

Όγκος αραιωμένου λευκαντικού που χρησιμοποιήθηκε (mL):

Τελική ανάγνωση προχοΐδας (mL):

Αρχική ανάγνωση προχοΐδας (mL):

Όγκος διαλύματος $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,0250 M (mL):

Ακριβείς ογκομετρήσεις

Πείραμα

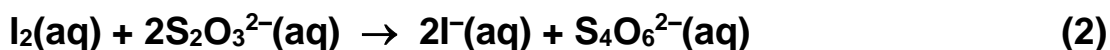
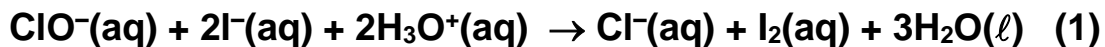
	1	2	3
Όγκος αραιωμένου λευκαντικού που χρησιμοποιήθηκε (mL)
Τελική ανάγνωση προχοΐδας (mL)
Αρχική ανάγνωση προχοΐδας (mL)
Όγκος διαλύματος $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,0250 M (mL)
Μέσος όγκος διαλύματος $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,0250 M (mL)		
Moles $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$		
Moles NaOCl		
Molarity NaOCl αραιωμένου λευκαντικού (M)		

Υπολογισμοί:

3. Υπολογίστε τη molarity του αρχικού (πυκνού) διαλύματος χλωρίνης.

Εργαστηριακή Άσκηση στη «Γενική Χημεία» Η ισχύς ενός λευκαντικού ρούχων

Εύρεση της επί % περιεκτικότητας (m/m) της χλωρίνης σε δραστικό συστατικό (NaClO), βάσει των χημικών εξισώσεων:



1. Υπολογισμός της molarity του πυκνού διαλύματος χλωρίνης

Ο μέσος όγκος προτύπου διαλύματος $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ $0,0250 \text{ M}$ ήταν $16,30 \text{ mL} \Rightarrow$
moles $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$: $16,30 \text{ mL} \times 0,0250 \text{ mol}/1000 \text{ mL} = 4,08 \times 10^{-4} \text{ mol}$

Στα $4,08 \times 10^{-4} \text{ mol}$ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ αντιστοιχούν $2,04 \times 10^{-4} \text{ mol}$ NaOCl.

Η ποσότητα αυτή βρίσκεται σε $10,0 \text{ mL}$ ($0,010 \text{ L}$) αραιωμένου λευκαντικού
 \Rightarrow

Η molarity του NaOCl στο αραιωμένο λευκαντικό είναι:

$$2,04 \times 10^{-4} \text{ mol} / 0,010 \text{ L} = 2,04 \times 10^{-2} \text{ M}$$

Η molarity του αρχικού (πυκνού) διαλύματος χλωρίνης είναι:

Στα $10,0 \text{ mL}$ αραιωμένου λευκαντικού περιέχονται $2,04 \times 10^{-4} \text{ mol}$ NaOCl

Στα $100,0 \text{ mL}$ " " " $2,04 \times 10^{-3} \text{ mol}$ NaOCl ή

στα $3,00 \text{ mL}$ ($0,00300 \text{ L}$) πυκνού διαλύματος περιέχονται $2,04 \times 10^{-3} \text{ mol}$ NaOCl \Rightarrow

$$\text{molarity πυκνού διαλύματος} = 2,04 \times 10^{-3} \text{ mol} / 0,00300 \text{ L} = 0,680 \text{ M}$$

2. Υπολογισμός της επί % περιεκτικότητας (m/m) της χλωρίνης σε δραστικό συστατικό (NaClO), δηλαδή πόσα g NaOCl περιέχονται σε $100,0 \text{ g}$ χλωρίνης

Η πυκνότητα της χλωρίνης είναι περίπου $1,050 \text{ g/mL}$

$\Rightarrow 1 \text{ L}$ χλωρίνης έχει μάζα 1050 g και περιέχει $0,680 \text{ mol}$ NaOCl

1 mol NaOCl έχει μάζα $74,5 \text{ g} \Rightarrow 0,680 \text{ mol}$ NaOCl έχουν μάζα $50,7 \text{ g}$

\Rightarrow Στα 1050 g χλωρίνης περιέχονται $50,7 \text{ g}$ NaOCl

στα $100,0 \text{ g}$ " " " x "

$$\Rightarrow x = 4,82 \text{ g NaOCl}$$

Η εταιρεία δίνει $4,8 \text{ g}$ NaOCl στα 100 g χλωρίνης.

\Rightarrow Η μέθοδος που χρησιμοποιήσαμε είναι πολύ ακριβής!!!