

6

ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ

Σκοπός Εργαστηριακής Άσκησης

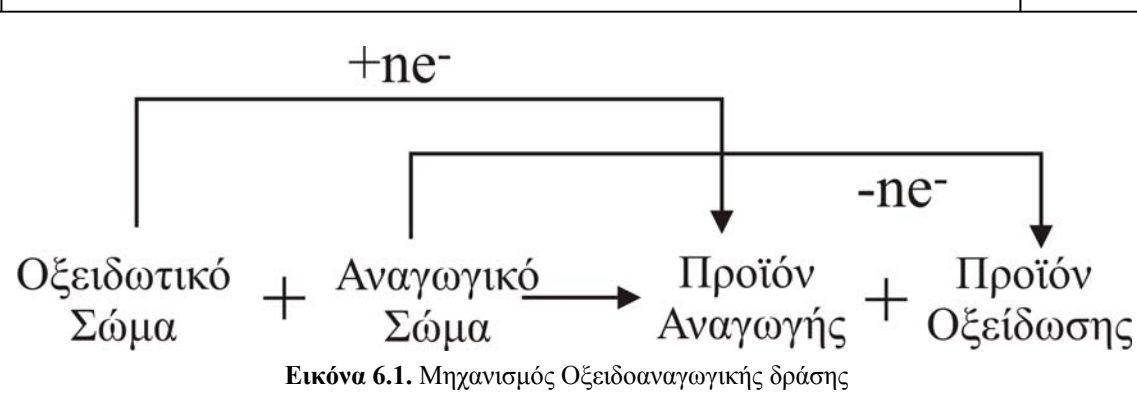
Η παρατήρηση και η κατανόηση των μηχανισμών των οξειδοαναγωγικών δράσεων.

Θεωρητικό Μέρος

Οξείδωση ονομάζεται κάθε αντίδραση κατά την οποία συμβαίνει αποβολή ή συνεισφορά ηλεκτρονίων από ένα άτομο ή ιόν.

Αναγωγή ονομάζεται κάθε αντίδραση κατά την οποία συμβαίνει πρόσληψη ή συνεισφορά ηλεκτρονίων από ένα άτομο ή ιόν.

Οι αντιδράσεις οξείδωσης και αναγωγής αντισταθμίζουν η μια την άλλη, ώστε, όσα ηλεκτρόνια αποβάλλει το αναγωγικό σώμα, να τα προσλαμβάνει το οξειδωτικό σώμα και το σύστημα να παραμένει ηλεκτρικά ουδέτερο. Προφανώς δεν μπορεί να συμβεί ποτέ οξείδωση χωρίς ταυτόχρονη αναγωγή και αντίστροφα.



Για την κατανόηση των αντιδράσεων οξειδοαναγωγής και την πρόβλεψη των προϊόντων τους τα σώματα κατατάσσονται σε οξειδωτικές βαθμίδες, χαρακτηριζόμενες από τον αριθμό οξείδωσης. Όταν ένα σώμα οξειδώνεται ή ανάγεται αλλάζει οξειδωτική βαθμίδα και μεταβάλλει τον αριθμό οξείδωσής του ανάλογα με τον αριθμό των ηλεκτρονίων που χάνει ή κερδίζει. Κατά την οξείδωση έχουμε αύξηση του αριθμού οξείδωσης (κατά n , όπου n ο αριθμός ηλεκτρονίων που αποβάλλονται ή υφίστανται αμοιβαία συνεισφορά), καθώς το σώμα που οξειδώνεται μεταβαίνει σε υψηλότερη οξειδωτική βαθμίδα ενώ κατά την αναγωγή έχουμε αντίστοιχα ελάττωση του αριθμού οξείδωσης. **Στην ελεύθερή του κατάσταση κάθε στοιχείο έχει μηδενικό αριθμό οξείδωσης** καθώς δεν έχει μεταβάλει τον αριθμό των ηλεκτρονίων του και είναι ηλεκτρικά ουδέτερο.

Οξειδωτικά σώματα, είναι τα σώματα που μπορούν να προκαλέσουν οξείδωση σε άλλα σώματα. Είναι τα στοιχεία και οι χημικές ενώσεις που περιέχουν στοιχεία, τα οποία έχουν την τάση να αναχθούν, δηλαδή να προσλαμβάνουν ηλεκτρόνια.

Αναγωγικά σώματα, είναι τα σώματα που μπορούν να προκαλέσουν αναγωγή σε άλλα σώματα. Είναι τα στοιχεία και οι χημικές ενώσεις που περιέχουν στοιχεία, τα οποία έχουν την τάση να οξειδωθούν, δηλαδή να αποβάλλουν ηλεκτρόνια.

Πίνακας 6.1: Αριθμοί οξείδωσης συνηθέστερων στοιχείων

Στοιχεία με ένα μόνο συνήθη αριθμό οξείδωσης (εκτός του μηδενικού)				
Θέση στο Περιοδικό Πίνακα	Μέταλλα ή ημιαγώγιμα	Οξειδωτική Βαθμίδα	Αμέταλλα	Οξειδωτική Βαθμί- δα
s ενότητα (Κύρια στοιχεία)	Na	+1	F	-1
	K	+1		
	Mg	+2		
	Ca	+2		
d ενότητα (Στοιχεία μετάπτωσης)	Ag	+1		
	Zn	+2		
	Ni	+2		
p ενότητα (Κύρια στοιχεία)	Al	+3		
	Si	+4		
Στοιχεία με περισσότερους από ένα συνήθη αριθμό οξείδωσης (εκτός του μηδενικού)				
d ενότητα (Στοιχεία μετάπτωσης)	Cr	+3,+6	N	-3,+1,+2,+3,+4,+5
	Mn	+2,+4,+7	P	-3,+1,+3,+5
	Fe	+2,+3	O	-2,-1
	Co	+2,+3	S	-2,+4,+6
	Cu	+1,+2	Cl	-1,+1,+3,+5,+7
	Au	+1,+3	Br	-1,+5,+7
	Hg	+1,+2	I	-1,+5,+7
p ενότητα (Κύρια στοιχεία)	Sn	+2,+4		
	Pb	+2,+4		
	As	-3,+3,+5		

Γενικά, τα μέταλλα στην ελεύθερη κατάστασή τους συμπεριφέρονται σαν αναγωγικά σώματα, επειδή διαθέτουν μόνο θετικούς αριθμούς οξείδωσης. Τα αμέταλλα και μεταλλοειδή ή ημιαγώγιμα στοιχεία στην ελεύθερη κατάστασή τους έχουν επαμφοτερίζουσα συμπεριφορά, δηλαδή συμπεριφέρονται είτε ως οξειδωτικά είτε ως αναγωγικά σώματα επειδή διαθέτουν θετικούς αλλά και αρνητικούς αριθμούς οξείδωσης. Παρ' όλα αυτά, η πρωταρχική συμπεριφορά των αμετάλλων και ημιαγώγιμων στοιχείων είναι οξειδωτική.

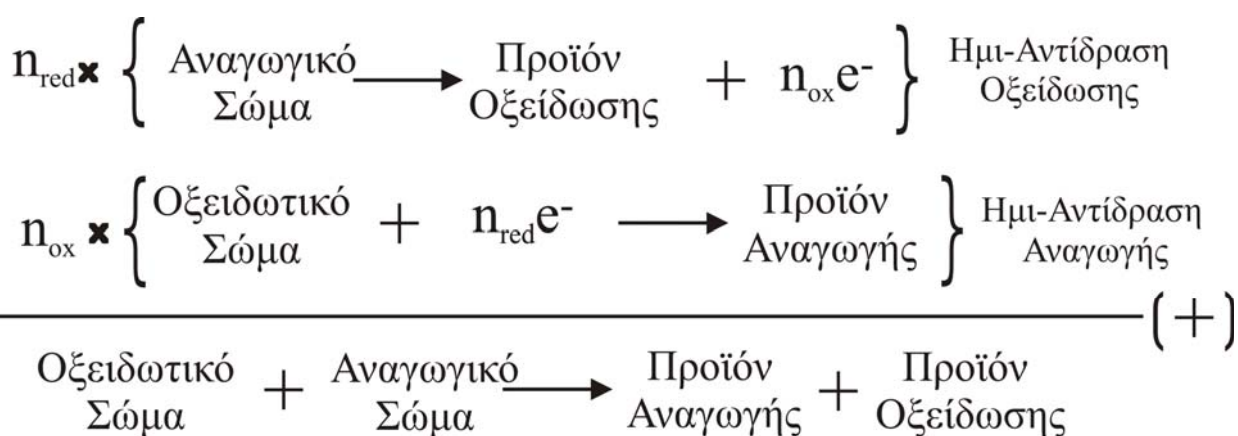
Κανόνες Γραφής Οξειδοαναγωγικών Αντιδράσεων

Για λόγους διευκόλυνσης χωρίζουμε τις οξειδοαναγωγικές δράσεις σε δύο ημι-αντιδράσεις οξείδωσης και αναγωγής, οι οποίες εξαρτώνται μόνο από το είδος του αναγωγικού ή οξειδωτικού μέσου και τις συνθήκες του χημικού περιβάλλοντος (π.χ. όξινο ή αλκαλικό περιβάλλον).

Έτσι μπορεί κανείς να κατασκευάσει πίνακες ημι-αντιδράσεων αναγωγής για κάθε σώμα σε διάφορες συνθήκες, και με κατάλληλους συνδυασμούς αυτών να προβλέπει τις οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις.

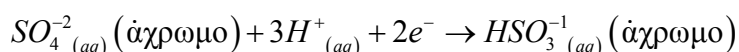
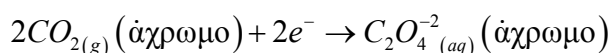
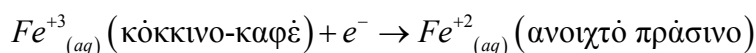
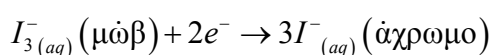
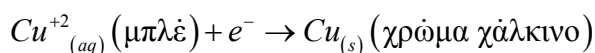
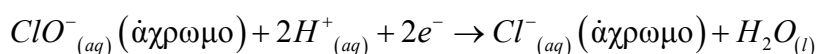
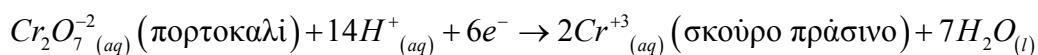
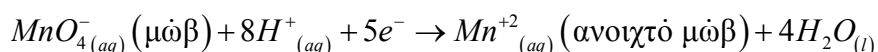
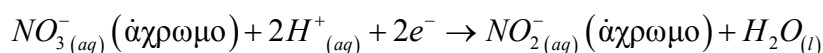
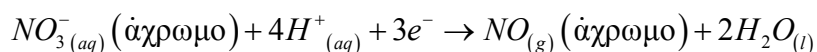
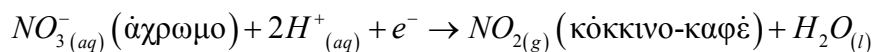
Ο τρόπος γραφής συνοψίζεται στην εικόνα 6.2, ενώ μερικές χαρακτηριστικές ημι-αντιδράσεις αναγωγής δίνονται στο πίνακα 6.2. Σημειώνεται πως η αντιστροφή μιας ημι-αντίδρασης αναγωγής παράγει την αντίστοιχη ημι-αντίδραση οξείδωσης.

<Μια λεπτομερής ανάλυση των οξειδοαναγωγικών δράσεων βρίσκεται στο κεφαλαίο 3 (Χημικές Αντιδράσεις) του βιβλίου «**ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ, Δ. ΠΑΝΙΑΣ**»>



Εικόνα 6.2: Κανόνες Γραφής Οξειδοαναγωγικών Αντιδράσεων

Πίνακας 6.2: Χαρακτηριστικές Ημι-Αντιδράσεις Αναγωγής



Σε αυτήν την άσκηση θα παρακολουθήσετε μια σειρά από διαφορετικές οξειδοαναγωγικές δράσεις και στη συνέχεια θα σας ζητηθεί να περιγράψετε το χημισμό τους.

1. Οξείδωση Μετάλλου

Πειραματική Διαδικασία

Σε κάθε ποτήρι ζέσεως τοποθετούμε από ένα διάλυμα και στη συνέχεια εμβαπτίζουμε ένα έλασμα χαλκού σε κάθε διάλυμα.

Αντιδραστήρια

3 Ελάσματα στερεού χαλκού Cu
Πυκνό διάλυμα υδροχλωρίου HCl 6M
Πυκνό διάλυμα νιτρικού οξέος HNO₃ 6M
Πυκνό νιτρικό οξύ HNO₃

Cu + HCl 6M : _____

Ημι-Αντίδραση Οξείδωσης: _____

Ημι-Αντίδραση Αναγωγής: _____

Συνολική Αντίδραση: _____

Cu + HNO₃ 6M : _____

Ημι-Αντίδραση Οξείδωσης: _____

Ημι-Αντίδραση Αναγωγής: _____

Συνολική Αντίδραση: _____

Cu + πυκνό HNO₃ : _____

Ημι-Αντίδραση Οξείδωσης: _____

Ημι-Αντίδραση Αναγωγής: _____

Συνολική Αντίδραση: _____

2. Αντιδράσεις με H_3O^+

Πειραματική Διαδικασία

Το διάλυμα του υδροχλωρίου τοποθετείται στα τέσσερα ποτήρια ζέσεως. Κάθε έλασμα γυαλίζεται με το νήμα ατσάλιου και εμβαπτίζεται άμεσα στο διάλυμα.

Αντιδραστήρια

Ελάσματα στερεού Χαλκού Cu,

Σιδήρου Fe,

Αλουμινίου Al,

Ψευδαργύρου Zn.

Πυκνό διάλυμα υδροχλωρίου HCl 6M

Cu + HCl 6M : _____

Fe + HCl 6M : _____

Zn + HCl 6M : _____

Al + HCl 6M : _____

Σειρά Δραστικότητας των 4 μετάλλων με HCl

3. Αντιδράσεις μεταξύ μετάλλων και μεταλλοκατιόντων

Πειραματική Διαδικασία

Το διάλυμα θεικού χαλκού τοποθετείται σε δύο ποτήρια ζέσεως στο ένα από τα οποία εμβαπτίζεται ένα έλασμα χαλκού και στο άλλο ένα έλασμα σιδήρου. Η αντίστοιχη διαδικασία επαναλαμβάνεται και με το διάλυμα θεικού δισθενούς σιδήρου. (Κάθε έλασμα γυαλίζεται με το νήμα ατσαλιού πριν εμβαπτιστεί στο διάλυμα).

Αντιδραστήρια

Ελάσματα στερεού Χαλκού Cu,

Σιδήρου Fe,

Διάλυμα θεικού χαλκού CuSO_4 (έντονο μπλε χρώμα)

Διάλυμα θεικού δισθενούς σιδήρου FeSO_4 (πράσινο ανοιχτό χρώμα)

$\text{Cu} + \text{CuSO}_4$: _____

$\text{Fe} + \text{CuSO}_4$: _____

$\text{Cu} + \text{FeSO}_4$: _____

$\text{Fe} + \text{FeSO}_4$: _____

Σειρά Δραστικότητας των Cu, Fe, Zn, Al και H

4. Σύνθετες Οξειδοαναγωγικές Αντιδράσεις

Αντιδραστήρια

1. 0.01 M $K_2Cr_2O_7$ με 2 σταγόνες 6 M H_2SO_4 + Σταγόνες 0.1M $Fe (NH_4)_2(SO_4)_2$
2. 0.01 M $K_2Cr_2O_7$ με 2 σταγόνες 6 M H_2SO_4 + Σταγόνες 1 M $K_2C_2O_4$

$K_2Cr_2O_7 + Fe (NH_4)_2(SO_4)_2$: _____

Ημι-Αντίδραση Οξειδωσης: _____

Ημι-Αντίδραση Αναγωγής: _____

Συνολική Αντίδραση: _____

$K_2Cr_2O_7 + K_2C_2O_4$: _____

Ημι-Αντίδραση Οξειδωσης: _____

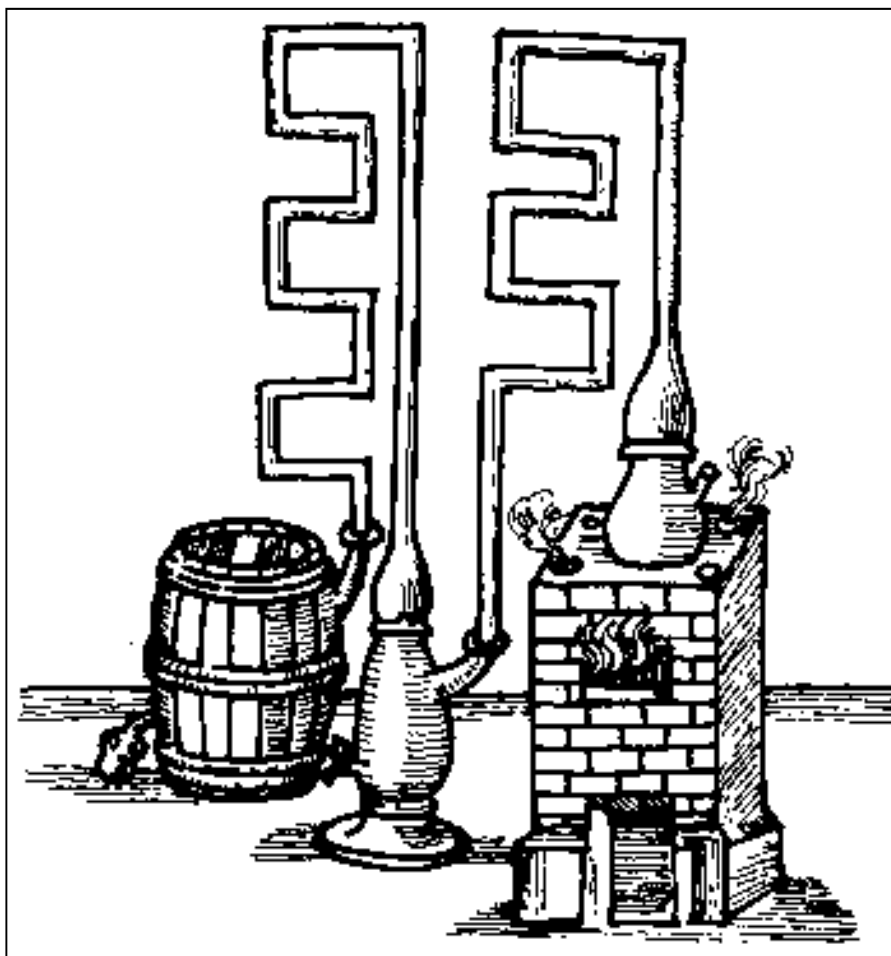
Ημι-Αντίδραση Αναγωγής: _____

Συνολική Αντίδραση: _____

Ζητούμενα

Συντάξτε μια εργαστηριακή αναφορά στην οποία

- A Να περιγράψετε και να αναλύετε το χημισμό των οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων που παρακολουθήσατε.
- B Να κατατάσσετε σε μια σειρά δραστικότητας τα μέταλλα Cu, Fe, Zn, Al και H, σύμφωνα με τις εργαστηριακές σας παρατηρήσεις. Δώστε μια θεωρητική εξήγηση για την ύπαρξη αυτής της σειράς.
- Γ Εξηγήστε γιατί σε κάποιες περιπτώσεις παρατηρήθηκε πλήρης κατανάλωση των στερεών ελασμάτων ($\text{Cu} + \text{HNO}_3$), ενώ σε άλλες η αντίδραση σταμάτησε σχεδόν αμέσως ($\text{Fe} + \text{CuSO}_4$).



Αλχημιστικό αποστακτήριο από το βιβλίο του John French “The art of distillation”

Παρατηρήσεις—Σημειώσεις