



ΓΕΝΙΚΗ – ΑΝΟΡΓΑΝΗ ΧΗΜΕΙΑ

➤ **ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ:** Ιοντική θεωρία διαλυμάτων, Κανόνες διαλυτότητας, Μοριακές και ιοντικές εξισώσεις, Τύποι χημικών αντιδράσεων, Αντιδράσεις καθίζησης, Σταθμική ανάλυση, Ογκομετρική ανάλυση

Ιοντική Θεωρία διαλυμάτων

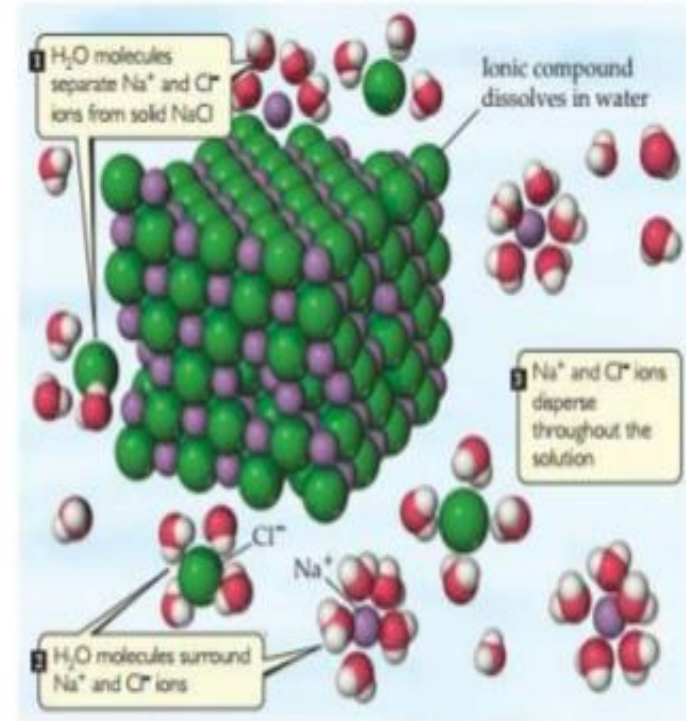
- 1884 Ο Σουηδός χημικός Svante Arrhenius προτείνει την ιοντική θεωρία των διαλυμάτων για να ερμηνεύσει την αγωγιμότητα. Υποστήριξε πως κάποιες ουσίες όταν διαλύονται στο νερό, παράγουν ιόντα τα οποία κινούνται ελεύθερα και άγουν τον ηλεκτρισμό σε υδατικό διάλυμα.



Ηλεκτρολύτες: Ουσίες που όταν διαλύονται στο νερό δίνουν ηλεκτρικά αγώγιμα διαλύματα.

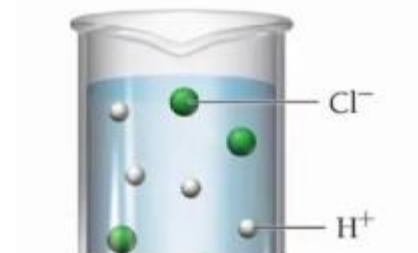
- **Ιοντικά στερεά:** Τα ιόντα τους στον κρύσταλλο κατέχουν σταθερές θέσεις και στη διάλυσή τους εγκαταλείπουν τον κρύσταλλο και κινούνται ελεύθερα. Παράδειγμα: Χλωρίδιο του νατρίου, **NaCl**:
- **Μοριακές ενώσεις που είναι ηλεκτρολύτες:** Ηλεκτρολύτες είναι και μοριακές ενώσεις που διαλυόμενες στο νερό σχηματίζουν ιόντα.

Παράδειγμα: Αέριο χλωρίδιο του υδρογόνου HCl(g) στο νερό δίνει HCl(aq) . Το διάλυμα των ιόντων H^+ και Cl^- λέγεται υδροχλωρικό οξύ



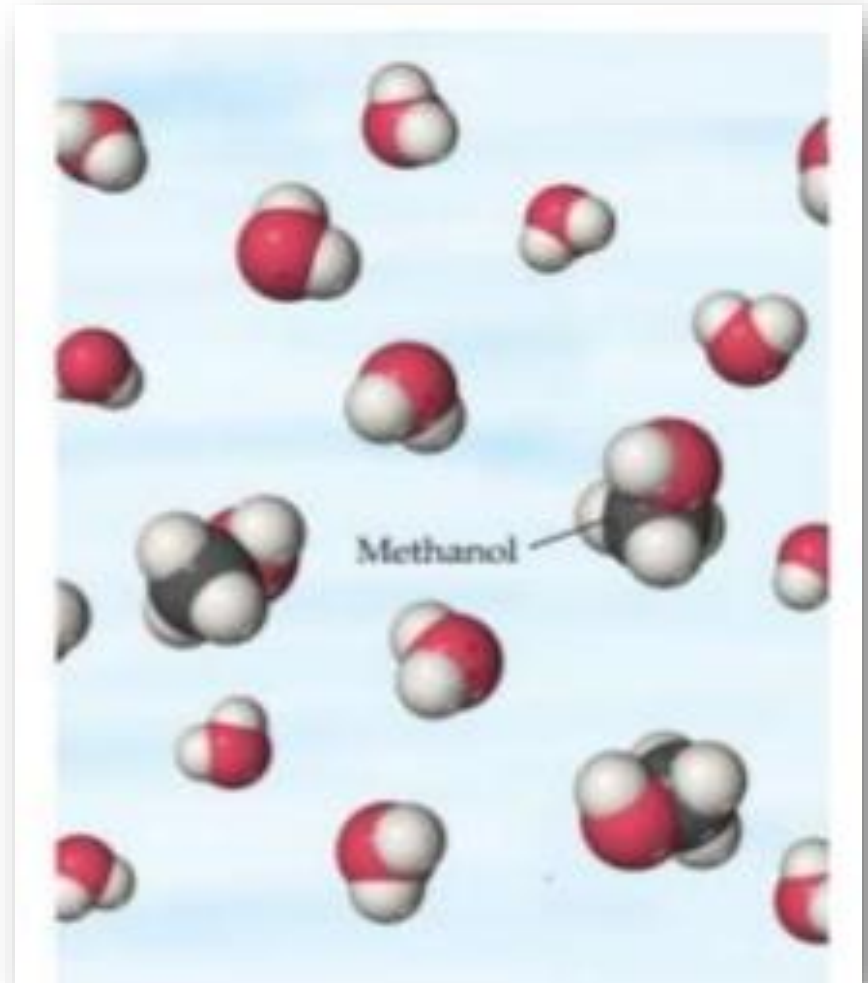
(a) Ionic compounds like sodium chloride, NaCl, form ions when they dissolve

<https://www.slideshare.net/truonganh526/su-dien-li-64839360>



Μη Ηλεκτρολύτες: Ουσίες που όταν διαλύονται στο νερό δίνουν είτε μη αγώγιμα, είτε πολύ ασθενώς αγώγιμα διαλύματα.

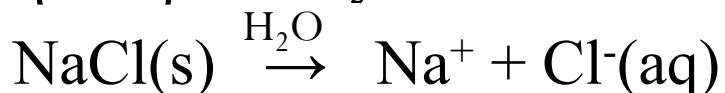
- Τα μόριά τους αναμιγνύονται απλά με τα μόρια του νερού.
- Διαλυόμενες στο νερό δίνουν είτε μη αγώγιμα, είτε πολύ ασθενώς αγώγιμα διαλύματα. Παράδειγμα η ζάχαρη και η μεθανόλη.



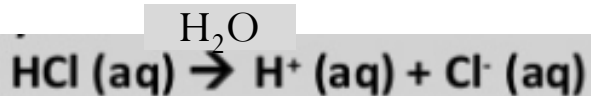
Ισχυροί και ασθενείς ηλεκτρολύτες

Ισχυροί ηλεκτρολύτες

- Οι ηλεκτρολύτες οι οποίοι σε διάλυμα, βρίσκονται σχεδόν εξ ολοκλήρου με τη μορφή ιόντων. Τα περισσότερα ιοντικά στερεά είναι ισχυροί ηλεκτρολύτες.



Επίσης και μοριακές ενώσεις μπορεί να είναι ισχυροί ηλεκτρολύτες.

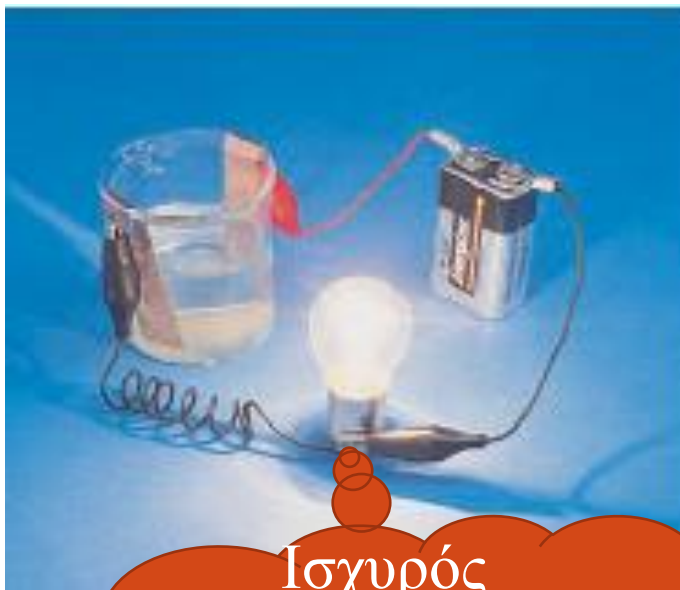


Ασθενείς ηλεκτρολύτες

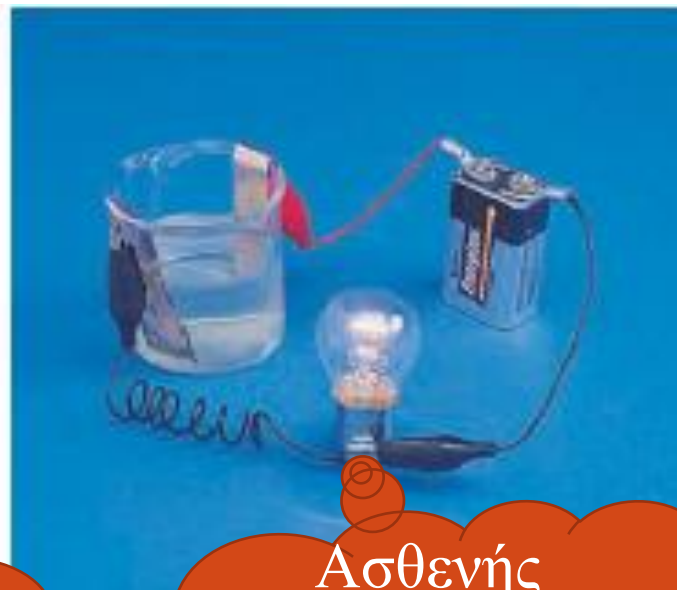
- Οι ηλεκτρολύτες που σε διάλυμα δίνουν μικρό σχετικά αριθμό ιόντων. Παραδείγματα αποτελούν κάποιες μοριακές ενώσεις όπως η NH_3 , το CH_3COOH και άλλες.



Μεταλλικά ελάσματα-ηλεκτρόδια, εμβαπτισμένα σε διαλύματα (δυο ποτήρια). Το ένα ηλεκτρόδιο μέσω καλωδίου συνδέεται με μπαταρία, το άλλο συνδέεται με καλώδιο με ηλεκτρικό λαμπτήρα. Ο τελευταίος μέσω ενός άλλου καλωδίου, συνδέεται με το άλλο άκρο της μπαταρίας. Το κύκλωμα είναι κλειστό και ο λαμπτήρας ανάβει στην περίπτωση αγωγίμου διαλύματος.



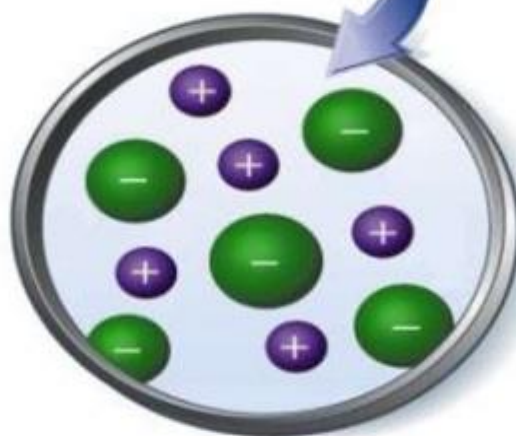
Ισχυρός
ηλεκτρολύτης:
Ισχυρό φως
λάμπας.



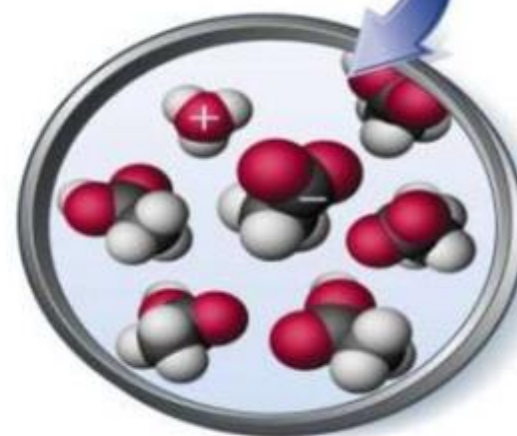
Ασθενής
ηλεκτρολύτης:
Ασθενές φως
λάμπας.



(a)
 1 M CH_3OH
 Nonelectrolyte
 Solute consists
 of molecules;
 no ions



(b)
 1 M NaCl(aq)
 Strong electrolyte
 Solute consists of ions:



(c)
 1 M $\text{CH}_3\text{COOH(aq)}$
 Weak electrolyte
 Solute consists
 mostly of molecules;
 some ions:



Copyright © 2004 Pearson Prentice Hall, Inc.

Κανόνες διαλυτότητας ιοντικών ενώσεων στο νερό

Κανόνας	Εφαρμόζεται στα	Διατύπωση	Εξαιρέσεις
1	Li^+ , Na^+ , K^+ , NH_4^+ ,	Οι ενώσεις της Ομ. ΙΑ είναι ευδιάλυτες.	-
2	$\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$, NO_3^-	Τα οξικά και τα νιτρικά άλατα είναι ευδιάλυτα.	-
3	Cl^- , Br^- , I^-	Τα περισσότερα χλωρίδια, βρωμίδια και ιωδίδια είναι ευδιάλυτα.	AgCl , Hg_2Cl_2 , PbCl_2 , AgBr , HgBr_2 , Hg_2Br_2 , PbBr_2 , AgI , HgI_2 , Hg_2I_2 , PbI_2
4	SO_4^{2-}	Τα περισσότερα θειικά άλατα είναι ευδιάλυτα.	CaSO_4 , SrSO_4 , BaSO_4 , Ag_2SO_4 , PbSO_4 , Hg_2SO_4

Κανόνας	Εφαρμόζεται στα	Διατύπωση	Εξαιρέσεις
5	CO_3^{2-}	Τα πιο πολλά ανθρακικά άλατα είναι αδιάλυτα*	Ανθρακικά άλατα της ομάδας ΙΑ, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
6	PO_4^{3-}	Τα πιο πολλά φωσφορικά άλατα είναι αδιάλυτα	Φωσφορικά άλατα της ομάδας ΙΑ, $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$
7	S^{2-}	Τα πιο πολλά σουλφίδια είναι αδιάλυτα	Σουλφίδια των ομάδων ΙΑ, ΙΙΑ, $(\text{NH}_4)_2\text{S}$
8	OH^-	Τα περισσότερα υδροξείδια είναι αδιάλυτα	Υδροξείδια της ομάδας ΙΑ, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ $\text{Sr}(\text{OH})_2$, $\text{Ba}(\text{OH})_2$

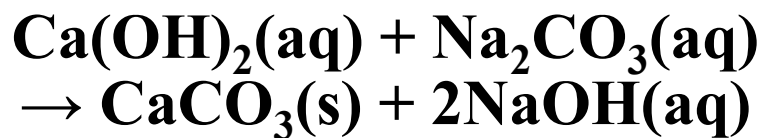
* Ο όρος αδιάλυτος χρησιμοποιείται ως συνώνυμος του δυσδιάλυτου ή του ελάχιστα διαλυτού.

Μοριακές και ιοντικές εξισώσεις

Μοριακές εξισώσεις

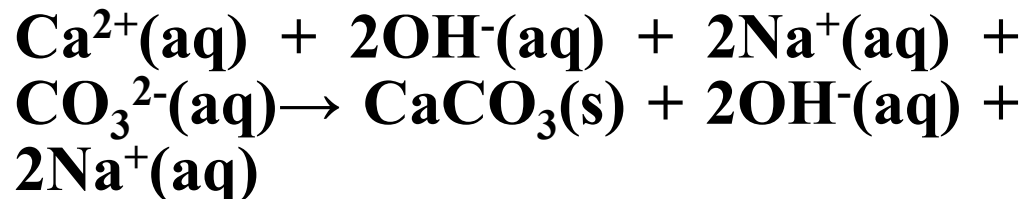
Καλούνται οι χημικές εξισώσεις στις οποίες τα αντιδρώντα και τα προϊόντα αναγράφονται ως μοριακές ενώσεις, ανεξαρτήτως του αν στο διάλυμα εμφανίζονται με τη μορφή ιόντων.

Οι εξισώσεις αυτές είναι χρήσιμες εφόσον δείχνουν ποια αντιδρώντα συμμετέχουν και ποια προϊόντα προκύπτουν.



Πλήρεις Ιοντικές εξισώσεις

Καλούνται οι εξισώσεις στις οποίες οι ισχυροί ηλεκτρολύτες (π.χ. ευδιάλυτες ιοντικές ενώσεις), αναγράφονται υπό τη μορφή ξεχωριστών ιόντων στο διάλυμα. Ασθενείς ηλεκτρολύτες στα διαλύματα εμφανίζονται υπό μορφή μορίων και αναγράφονται με το μοριακό τους τύπο. Αδιάλυτα ιοντικά στερεά παριστάνονται με τον τύπο της ένωσης και όχι ως ιόντα.



Τελική ιοντική εξίσωση

- $\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \cancel{2\text{OH}^{-}(\text{aq})} + \cancel{2\text{Na}^{+}(\text{aq})} + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCO}_3(\text{s}) + \cancel{2\text{OH}^{-}(\text{aq})} + \cancel{2\text{Na}^{+}(\text{aq})}$
- $\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCO}_3(\text{s})$

Όσα ιόντα δεν συμμετέχουν στην αντίδραση λέγονται ιόντα θεατές (**spectator ions**) και τα διαγράφουμε από την τελική εξίσωση.

Τύποι χημικών αντιδράσεων

Αντιδράσεις καταβύθισης ή καθίζησης

Αναμιγνύονται διαλύματα ιοντικών ουσιών και σχηματίζεται μια στερεή ιοντική ουσία, το ίζημα.

Αντιδράσεις οξέων – βάσεων

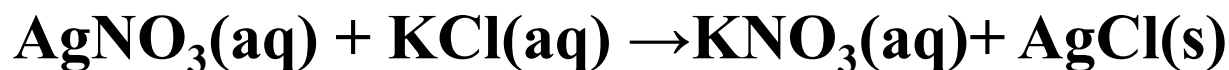
Αντιδράσεις του τύπου αυτού περιλαμβάνουν μεταφορά πρωτονίου μεταξύ των αντιδρώντων.

Αντιδράσεις οξείδωσης-αναγωγής

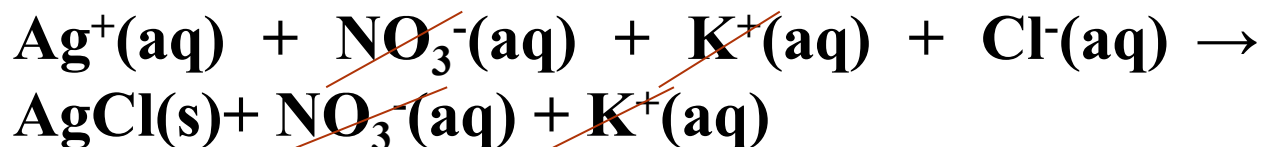
Κατά τις αντιδράσεις αυτές μεταφέρονται ηλεκτρόνια μεταξύ των αντιδρώντων.

Αντιδράσεις καθίζησης

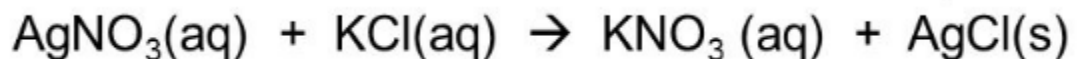
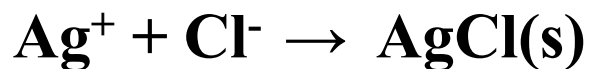
Λαμβάνουν χώρα σε υδατικό διάλυμα, διότι ένα από τα προϊόντα που προκύπτουν είναι αδιάλυτο στο νερό.



Πλήρης ιοντική εξίσωση:



Τελική ιοντική εξίσωση:



Έλεγχος εάν πραγματοποιείται ή όχι μια αντίδραση καταβύθισης

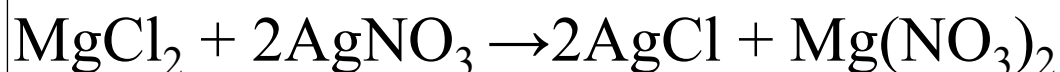
Αντιδράσεις καταβύθισης γραμμένες με μοριακή εξίσωση, έχουν μορφή αντίδρασης ανταλλαγής.

Μεταθετικές αντιδράσεις ή αντιδράσεις ανταλλαγής, ονομάζονται όσες όταν αναγράφονται με μορφή μοριακών εξισώσεων εμπεριέχουν ανταλλαγή τμημάτων μεταξύ των αντιδρώντων. Στις αντιδράσεις καταβύθισης, ανταλλάσσονται κατιόντα με ανιόντα ή και αντίστροφα.

Έστω αναμιγνύονται διαλύματα MgCl_2 και AgNO_3

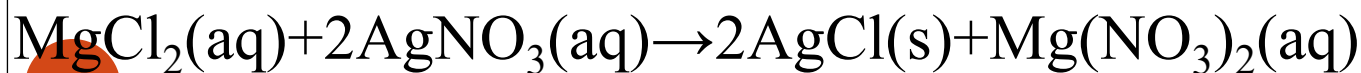


Ανταλλάσσοντας τα ιόντα και ισοσταθμίζοντας προκύπτει:



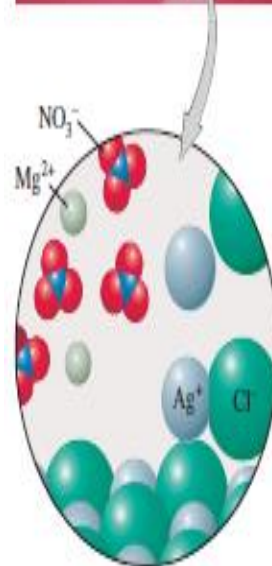
Ελέγχουμε τη διαλυτότητα των προϊόντων. Πραγματικά ο AgCl είναι αδιάλυτος, (ίζημα) άρα η αντίδραση γίνεται.

Μοριακή εξίσωση:



14

Τελική ιοντική εξίσωση: $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s})$



Αντιδράσεις οξέων – βάσεων

Οξέα και βάσεις
συγκαταλέγονται στους
σημαντικότερους ηλεκτρολύτες

- **Οξέα όξινη γεύση**

- **Βάσεις πικρή γεύση
σαπωναειδή υφή**

Και τα οξέα και οι βάσεις προκαλούν χρωματικές αλλαγές σε κάποιες χρωστικές ουσίες. Τέτοιες χρωστικές α) βρίσκονται σε φυσικά προϊόντα, (το τσάι γίνεται πιο ανοικτό με προσθήκη λεμονιού, (κιτρικό οξύ) και β) είναι χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται στο εργαστήριο και λέγονται δείκτες.

Οξέα	Τύπος	
Ακετυλοσαλικυλικό οξύ	$\text{HC}_9\text{H}_7\text{O}_4$	Ασπιρίνη
Ασκορβικό οξύ	$\text{H}_2\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6$	Βιταμίνη C
Θειικό οξύ	H_2SO_4	Υγρό μπαταριών
Κιτρικό οξύ	$\text{H}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$	Σε χυμό λεμονιού
Οξικό οξύ	$\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$	Σε ξύδι
Υδροχλωρικό οξύ	HCl	Γαστρικό υγρό
Βάσεις		
Αμμωνία	NH_3	Σε καθαριστικά
Υδροξείδιο του ασβεστίου	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	Σβησμένη άσβεστος (σκόνες οικοδομών)
Υδροξείδιο του μαγνησίου	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	Γάλα μαγνησίας Αντιόξινο και καθαρτικό
Υδροξείδιο του νατρίου	NaOH	Καθαριστικό αποχετεύσεων και φούρνων



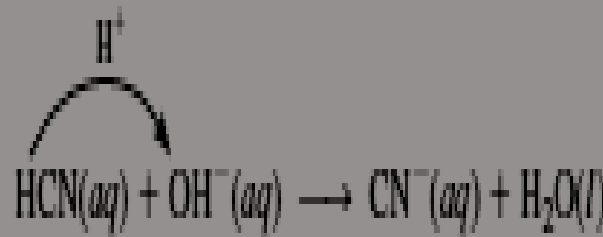
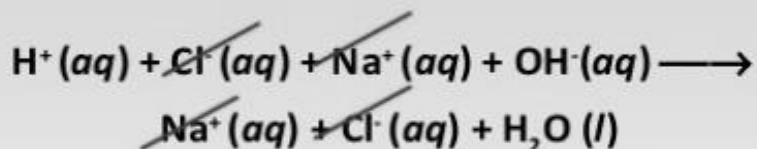
Αντίδραση εξουδετέρωσης:

Αντίδραση μεταξύ οξέος και βάσεως που οδηγεί σε ιοντική ένωση που ονομάζεται άλας, πιθανά και σε νερό.

Το κατιόν σε αυτή προέρχεται από τη βάση και το ανιόν από το οξύ.

Το νερό το λαμβάνουμε υπόψη εφόσον χρειαστεί κατά την ισοστάθμιση της εξίσωσης.

Με **εξαίρεση τα υδροξείδια και τα οξείδια**, οι **λοιπές ιοντικές ενώσεις, είναι άλατα** που προκύπτουν από εξουδετέρωση οξέος και βάσεως.



Αντιδράσεις οξέων ή βάσεων που σχηματίζουν αέριο

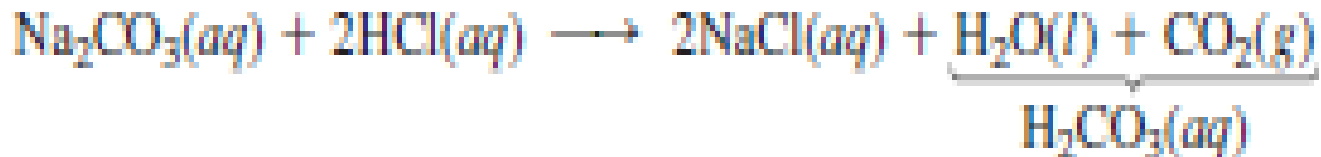
Άλατα και κυρίως ανθρακικά, θειώδη και σουλφίδια, αντιδρούν με οξέα και στα προϊόντα τους σχηματίζεται αέριο.



Ανθρακικό νάτριο, αντιδρά με υδροχλωρικό οξύ:



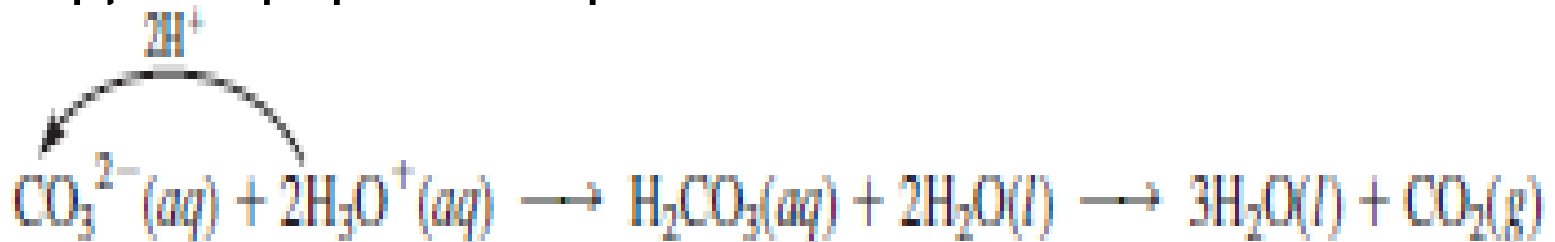
Το ανθρακικό οξύ ως ασταθές διασπάται σε νερό και αέριο διοξείδιο του άνθρακα



Τελική ιοντική εξίσωση



Εάν το H^+ γραφεί με τη μορφή υδρονίου H_3O^+ φαίνεται και η μεταφορά του πρωτονίου



Παραδείγματα ιοντικών ενώσεων οι οποίες παράγουν αέρια όταν κατεργαστούν με οξέα

Ιοντική ένωση	Αέριο	Παράδειγμα
Ανθρακικό, CO_3^{2-}	CO_2	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
Θειώδες SO_3^{2-}	SO_2	$\text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$
Σουλφίδιο S^{2-}	H_2S	$\text{Na}_2\text{S} + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{S}$

Ασκήσεις:

Να γραφούν οι μοριακές και τελικές ιοντικές εξισώσεις για:

1) την αντίδραση σουλφιδίου του ψευδαργύρου με υδροχλωρικό οξύ,

2) την αντίδραση ανθρακικού ασβεστίου με νιτρικό οξύ.

- Οι χημικές αντιδράσεις οι οποίες εξετάσαμε πιο πάνω ανήκουν στη γενικότερη κατηγορία των μεταθετικών αντιδράσεων: Διπλής αντικατάστασης, (σχηματισμός ιζήματος ή αερίου ή ελάχιστα ιοντιζόμενης ουσίας) και εξουδετέρωσης.
- **Η επόμενη γενική κατηγορία είναι οι αντιδράσεις οξείδωσης-αναγωγής.**

Ως αντιδράσεις οξείδωσης – αναγωγής, ορίζονται εκείνες που: « εμπεριέχουν μεταφορά ηλεκτρονίων από μια οντότητα σε άλλη ή μεταβολή στον αριθμό οξείδωσης».
(Σύγχρονη Γενική χημεία, Ebbing Gammon, 10^η έκδοση)

Κοινές Αντιδράσεις οξείδωσης αναγωγής

Συνδυασμού: $2\text{Na(s)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{NaCl(s)}$

Δύο ουσίες συνδυάζονται και σχηματίζουν τρίτη

Διάσπασης: $\text{CaCO}_3\text{(s)} \rightarrow \text{CaO(s)} + \text{CO}_2\text{(g)}$

Απλής αντικατάστασης:

$\text{Zn(s)} + 2\text{HCl(aq)} \rightarrow \text{ZnCl}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$

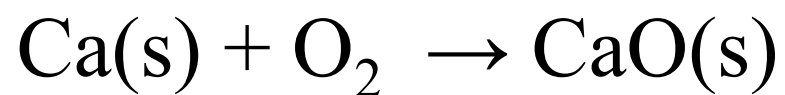
Ένα στοιχείο αντιδρά με μια ένωση,
αντικαθιστώντας ένα από τα στοιχεία της

Καύσης: $\text{CH}_4\text{(g)} + 2\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CO}_2\text{(g)} + 2\text{H}_2\text{O(g)}$

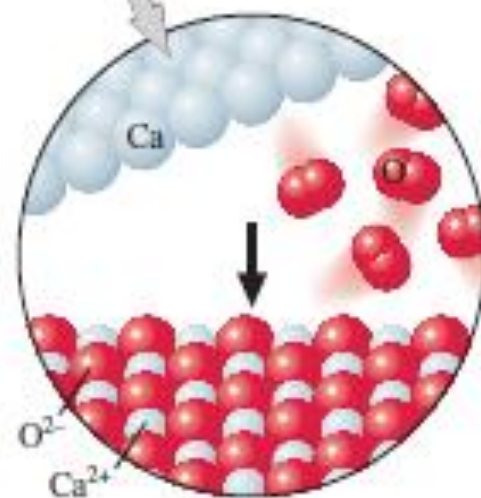
Αντίδραση ουσίας με οξυγόνο που συνήθως
συνοδεύεται από έκλυση θερμότητας, ικανής για
παραγωγή φλόγας.

Πολύπλοκης μορφής

Αντιδράσεις καύσης



Καύση μεταλλικού
ασβεστίου σε οξυγόνο



Σειρά δραστηριότητας στοιχείων

• ΜΕΤΑΛΛΑ

Li, K, Ba, Ca, Na,
Αντιδρούν με όξινα
διαλύματα και νερό
παράγοντας H_2

Mg, Al, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb,
Αντιδρούν με οξέα και παράγουν H_2

H_2 , Cu, Hg, Ag, Au
δεν αντιδρούν με
οξέα για παραγωγή
 H_2

Αντιδρούν με
 HNO_3 δίνοντας το
μεταλλικό ιόν και
 NO_2 ή άλλες
ενώσεις αζώτου.

← Αύξηση δραστηριότητας

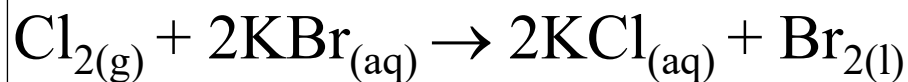
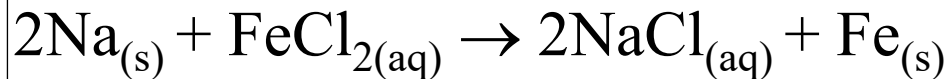
• ΑΜΕΤΑΛΛΑ

F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 , S,

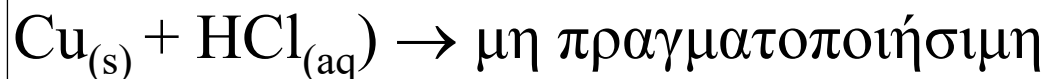
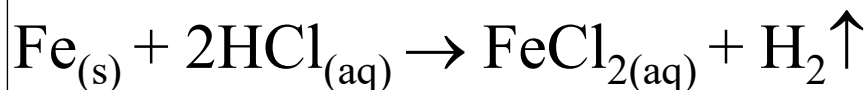
← Αύξηση δραστηριότητας

Αντιδράσεις απλής αντικατάστασης

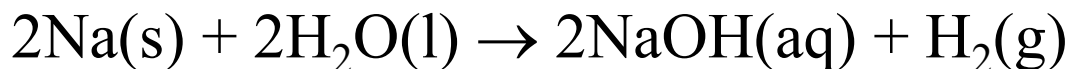
- **Μέταλλο ή αμέταλλο + άλας → άλας + μέταλλο ή αμέταλλο**



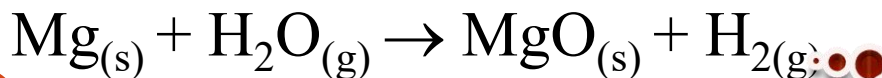
- **Μέταλλο δραστικότερο από το H και οξύ → άλας + H₂**



- **Αντίδραση μετάλλων με νερό**



- Τα υπόλοιπα πιο δραστικά από το υδρογόνο μέταλλα αντιδρούν με υδρατμούς σε υψηλή θερμοκρασία δίνοντας οξείδιο του μετάλλου και υδρογόνο.



Το νερό αντιδρά βίαια
με το Na και το K

ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ: Ασχολείται με την ανάλυση υλικών

ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Καλείται η ταυτοποίηση των ουσιών ή των χημικών ειδών που υπάρχουν σε ένα υλικό. Π.χ. ένα υλικό περιέχει ιόντα σιδήρου (II).

ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Καλείται ο προσδιορισμός της ποσότητας μιας ουσίας ή μιας οντότητας που υπάρχει σε ένα υλικό. Π.χ. η ποσότητα ιόντων σιδήρου (II) σε κάποιο δείγμα είναι 0,050 mg/L.

Σταθμική
Ανάλυση

Ογκομετρική
ανάλυση

ΣΤΑΘΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Με τη σταθμική ανάλυση, η ποσότητα μιας ουσίας ή ενός χημικού είδους που υπάρχει σε κάποιο υλικό προσδιορίζεται μέσω της μετατροπής τους σε κάποιο προϊόν το οποίο μπορεί να απομονωθεί πλήρως και να ζυγιστεί.

- Διάλυμα χρωμικού καλίου (κίτρινο), χύνεται με βοήθεια γυάλινης ράβδου από τον ογκομετρικό κύλινδρο, μέσα σε ποτήρι ζέσεως που περιέχει άγνωστη ποσότητα ιόντων Ba^{2+} . Το κίτρινο ίζημα είναι BaCrO_4 .



- Το διάλυμα διηθείται με τη βοήθεια προζυγισμένου πορώδους γυάλινου ηθμού, ο οποίος στη συνέχεια θερμαίνεται ώστε να ξηραθεί το BaCrO_4 . Εάν ο ηθμός ζυγιστεί ξανά μετά το τέλος της διεργασίας, προσδιορίζεται η μάζα του BaCrO_4 .

ΟΓΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ: Ο ποσοτικός προσδιορισμός ουσίας, μέσω της μέτρησης με μεγάλη ακρίβεια (με προχοΐδα), του όγκου ενός γνωστής συγκέντρωσης αντιδραστηρίου που καταναλώνεται για να επέλθει χημική ισοδυναμία (πλήρης αντίδραση), μεταξύ αυτού και της ουσίας.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ:

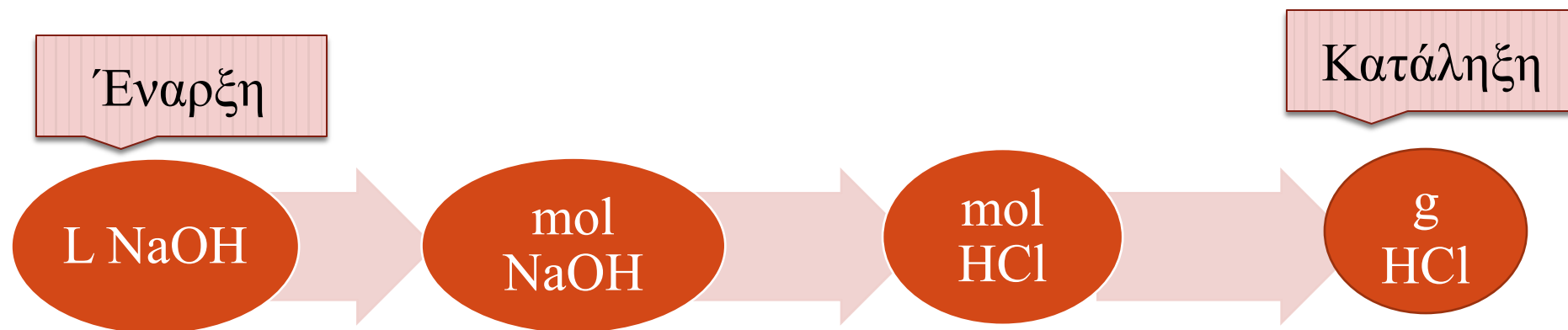
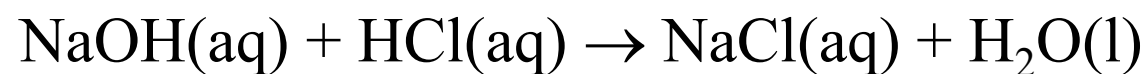
Στην ογκομετρική φιάλη περιέχεται HCl και σταγόνες δείκτη φαινολοφθαλεΐνης. Η προχοΐδα περιέχει NaOH 0,501 M. Η ανάγνωση του όγκου της είναι 47,00 mL.

- Όταν το διάλυμα αποκτήσει ελαφρώς ρόδινο χρώμα έχει επέλθει το τελικό σημείο και η ανάγνωση της προχοΐδας είναι 52,20 mL. Άρα καταναλώθηκαν 5,20 mL NaOH(aq) .
- Εάν προστεθούν επιπλέον σταγόνες διαλύματος NaOH , λαμβάνεται βαθύ ρόδινο χρώμα.



Προσδιορισμός μάζας ουσίας με ογκομετρική ανάλυση

Πρώτα γράφουμε την ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση ώστε να ξέρουμε τη στοιχειομετρία της αντίδρασης



$$5,20 \times 10^{-3} \text{ L } \delta. \text{ NaOH} \times \frac{0,501 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ L } \delta. \text{ NaOH}} \times \frac{1 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol NaOH}} \times \frac{36,5 \text{ g HCl}}{1 \text{ mol HCl}} = 0,0950 \text{ g HCl}$$

Βιβλιογραφία

- Σύγχρονη Γενική Χημεία Αρχές και Εφαρμογές Ebbing Gammon, Μετάφραση: Νικόλαος Δ. Κλούρας Καθηγητής Τμήματος Χημείας Π.Π.
- ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΑΝΟΡΓΑΝΗ ΚΑΙ ΓΕΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ, (2^η Έκδοση/2014), Νικόλαος Χατζηλιάδης, Διαθέτης (Εκδότης) UNIBOOKS IKE, ISBN: 9789609322072
- Γενική Χημεία, 13^η Έκδοση, Brown T., LeMay E., Burste B., Murphy C., Woodward P., Stoltzfus M., Εκδόσεις Α. ΤΖΙΟΛΑ & ΥΙΟΙ Α.Ε., ISBN:9789604185153
- Αρχές Περιβαλλοντικής Γεωχημείας G. NELSON EBY, Μετάφραση Νίκος Λυδάκης Σημαντήρης, Δέσποινα Πεντάρη
- <http://electriccel88.blogspot.com/2010/03/electrolytes-and-non-electrolyte.html>
- http://cstl-csm.semo.edu/dspeck/08_Lecture.ppt
- <https://www.slideshare.net/tango67/aqueous-reactions>