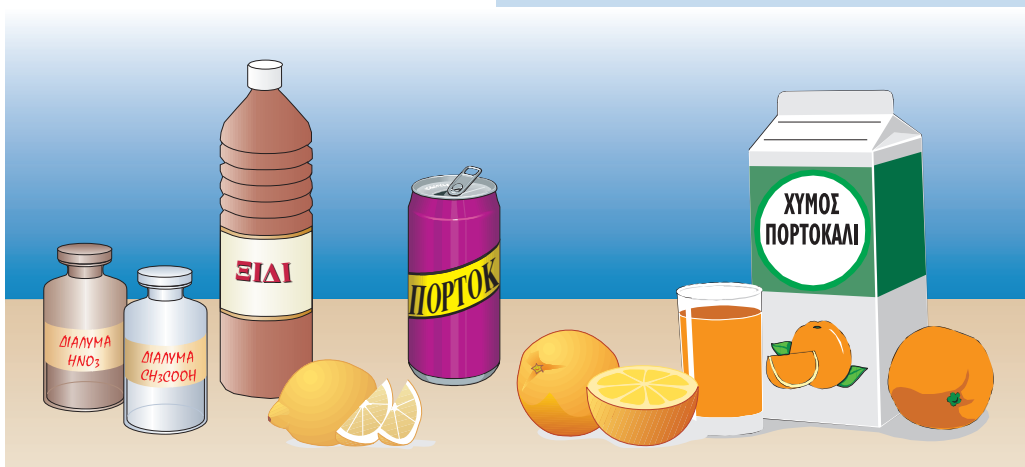


## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

### ΟΞΕΑ

- 8.1 Γενικά για τα οξέα
- 8.2 Οξέα κατά Arrhenius
- 8.3 Ταξινόμηση των οξέων
- 8.4 Κοινές ιδιότητες των οξέων
- 8.5 Χημικές ιδιότητες των οξέων

### Ασκήσεις



## 8.1 Γενικά για τα οξέα

Τα οξέα είναι μια ομάδα ενώσεων, των οποίων τα υδατικά διαλύματα έχουν ορισμένες χαρακτηριστικές ιδιότητες, γνωστές από πολύ παλιά. Τέτοιες ιδιότητες είναι, για παράδειγμα, η όξινη γεύση και η αντίδρασή τους με τα μέταλλα, καθώς και η αντίδρασή τους με τις βάσεις.

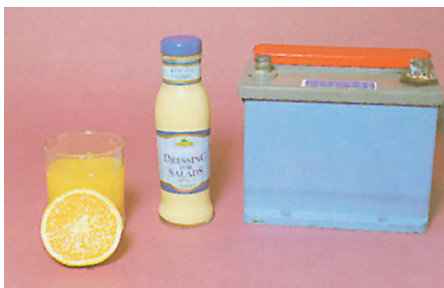
Στην καθημερινή ζωή χρησιμοποιούνται πολύ συχνά ουσίες με όξινο χαρακτήρα (πίνακας 8.1).

Πίνακας 8.1

Ουσίες με όξινο χαρακτήρα
Ξίδι
Ντομάτες
Εσπεριδοειδή
Αναψυκτικά
Μαύρος καφές
Γιαούρτι
Βιταμίνη C
Ασπιρίνη
Ουσίες για αφαίρεση της «πέτρας»
Υγρό των μπαταριών των αυτοκινήτων



## 8.2 Οξέα κατά Arrhenius



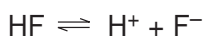
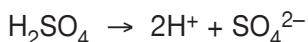
Τα οξέα είναι συστατικά των χυμών φρούτων και έχουν πολλές χρήσεις στην καθημερινή ζωή

Τα κυριότερα ισχυρά οξέα είναι:  
 $\text{HClO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  
 $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HI}$

## 8.2 Οξέα κατά Arrhenius

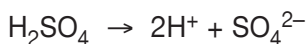
Ο Arrhenius, όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, ανέπτυξε τη θεωρία της ηλεκτρολυτικής διάστασης. Η θεωρία αυτή θεωρεί τα οξέα ως ηλεκτρολύτες και ανάλογα εξηγεί τις όξινες ιδιότητες των υδατικών τους διαλυμάτων. Σύμφωνα με τον Arrhenius, **οξέα είναι οι ηλεκτρολύτες, οι οποίοι στα υδατικά τους διαλύματα ελευθερώνουν κατιόντα υδρογόνου,  $\text{H}^+$** .

Τα οξέα είναι παράγωγα αμετάλλων και μπορούν να παρασταθούν με το γενικό τύπο  $\text{H}_x\text{A}$  (όπου το A είναι αμέταλλο ή ομάδα ατόμων), όπως για παράδειγμα  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  κ.ά. Στα υδατικά τους διαλύματα δίσταται ως ακολούθως:



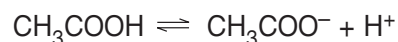
## 8.3 Ταξινόμηση των οξέων

- A.** Ανάλογα με την ισχύ τους ως ηλεκτρολύτες, τα οξέα διακρίνονται σε **ισχυρά** και **ασθενή**. Για παράδειγμα, το υδροχλωρικό οξύ και το θειικό οξύ, που είναι ισχυροί ηλεκτρολύτες, χαρακτηρίζονται ως ισχυρά οξέα. Αντίθετα, το οξικό οξύ και το υδροκυανικό οξύ είναι ασθενή οξέα. Μέτρο της ισχύος των οξέων στα υδατικά τους διαλύματα, είναι, όπως ήδη έχει αναφερθεί, η σταθερά διάστασής τους. Όσο πιο μεγάλη είναι η τιμή της σταθεράς διάστασης του οξέος, τόσο πιο ισχυρό είναι αυτό.
- B.** Με κριτήριο τον αριθμό των κατιόντων υδρογόνου, που μπορούν να ελευθερωθούν από ένα μόριο του οξέος κατά τη διάστασή του, ένα οξύ χαρακτηρίζεται ως **μονοπρωτικό**, **διπρωτικό** κ.ο.κ. Για παράδειγμα, το θειικό οξύ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , είναι διπρωτικό οξύ.



Το οξικό οξύ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , παρόλο που περιέχει τέσσερα άτομα υδρογόνου στο μόριό του, χαρακτηρίζεται

ως μονοπρωτικό οξύ, γιατί μόνο ένα από αυτά είναι «όξινο», μπορεί δηλαδή να ελευθερωθεί ως κατιόν υδρογόνου.



- Γ. Ένα άλλο κριτήριο για την ταξινόμηση των οξέων είναι η παρουσία σ' αυτά οξυγόνου. Τα οξέα που δεν περιέχουν οξυγόνο χαρακτηρίζονται ως **δυσαιδικά**, ενώ εκείνα που περιέχουν οξυγόνο χαρακτηρίζονται ως **οξυγονούχα**.

Πίνακας 8.2: Δυσαιδικά και οξυγονούχα οξέα

Δυσαιδικά οξέα	Οξυγονούχα οξέα
HF, Υδροφθορικό οξύ*	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , Θειικό οξύ
HCl, Υδροχλωρικό οξύ*	H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> , Θειώδες οξύ
HBr, Υδροβρωμικό οξύ*	HNO <sub>3</sub> , Νιτρικό οξύ
HI, Υδροϊωδικό οξύ*	HNO <sub>2</sub> , Νιτρώδες οξύ
HCN, Υδροκυανικό οξύ*	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> , Φωσφορικό οξύ
H <sub>2</sub> S, Υδροθειικό οξύ*	H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub> , Φωσφορώδες οξύ
	HClO <sub>4</sub> , Υπερχλωρικό οξύ

\* Οι ονομασίες αυτές αφορούν τα υδατικά διαλύματα των ενώσεων.

## 8.4 Κοινές ιδιότητες των οξέων

Τα υδατικά διαλύματα των οξέων έχουν κοινές ιδιότητες, που οφείλονται στην παρουσία σ' αυτά κατιόντων υδρογόνου. Οι κοινές αυτές ιδιότητες είναι γνωστές ως «όξινος χαρακτήρας» και δίνονται συνοπτικά στον πίνακα 8.3

Πίνακας 8.3: Κοινές ιδιότητες υδατικών διαλυμάτων των οξέων

- Έχουν όξινη γεύση.
- Τα πυκνά διαλύματά τους είναι διαβρωτικά.
- Επιδρούν με τον ίδιο τρόπο στο χρώμα των δεικτών. Για παράδειγμα, μετατρέπουν το μπλε χρώμα του βάμματος ηλιοτροπίου σε κόκκινο.
- Εξουδετερώνουν ουσίες με βασικό χαρακτήρα.
- Ελευθερώνουν διοξείδιο του άνθρακα από τα ανθρακικά άλατα.
- Κατά την ηλεκτρόλυση των υδατικών τους διαλυμάτων, ελευθερώνουν στην κάθοδο υδρογόνο.

## 8.5 Χημικές ιδιότητες των οξέων

Οι κυριότερες αντιδράσεις στις οποίες μετέχουν τα οξέα, είναι αντιδράσεις οξειδοαναγωγής και αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης.

### Αντιδράσεις οξειδοαναγωγής

Τα οξέα αντιδρούν με τα μέταλλα. Καθοριστικοί παράγοντες, για την πραγματοποίηση της αντίδρασης και το είδος των προϊόντων, είναι:

- Ο χαρακτήρας του οξέος
- Η συγκέντρωση του οξέος
- Η δραστικότητα του μετάλλου

Με κριτήριο το χαρακτήρα τους, τα οξέα διακρίνονται σε διασπώμενα οξειδωτικά και μη διασπώμενα οξειδωτικά.

#### (α) Μη διασπώμενα οξειδωτικά οξέα

Σ' αυτά ανήκουν τα περισσότερα οξέα, όπως για παράδειγμα το υδροχλωρικό οξύ, το αραιό θειικό οξύ, το οξικό οξύ και το φωσφορικό οξύ.

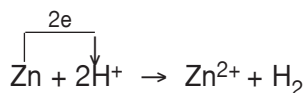
Τα μη διασπώμενα οξειδωτικά οξέα αντιδρούν και διαλύουν όσα μέταλλα είναι πιο ηλεκτροθετικά από το υδρογόνο. Κατά την αντίδραση ελευθερώνεται αέριο υδρογόνο και σχηματίζεται ένα άλας.



#### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ



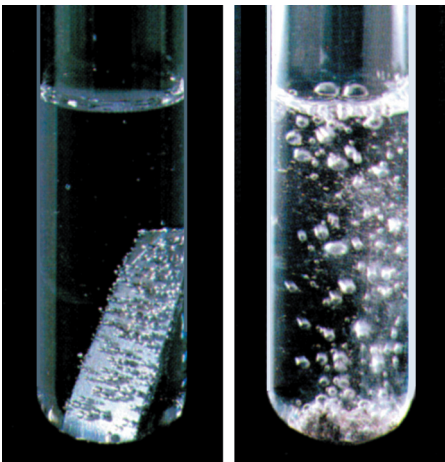
Στις πιο πάνω αντιδράσεις, τα κατιόντα υδρογόνου που υπάρχουν στα υδατικά διαλύματα των οξέων, οξειδώνουν τα μέταλλα, ενώ τα ίδια ανάγονται δίνοντας αέριο υδρογόνο.



### Σειρά δραστικότητας των μετάλλων

K  
Na  
Ba  
Ca  
Mg  
Al  
Zn  
Fe  
Pb  
H  
Cu  
Ag  
Hg

↑  
αύξηση της δραστικότητας  
και του αναγωγικού χαρακτήρα

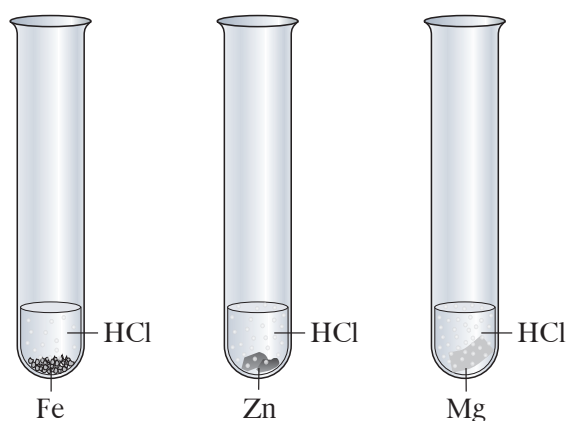


Όσο πιο δραστικό είναι το μέταλλο, τόσο πιο έντονα αντιδρά με τα οξέα

Οι αντιδράσεις αυτές χαρακτηρίζονται και ως αντιδράσεις απλής αντικατάστασης, επειδή τα μέταλλα αντικαθιστούν και εκτοπίζουν το υδρογόνο από τα οξέα αυτά.

Ο χαλκός, ο άργυρος και τα ευγενή μέταλλα δεν αντιδρούν με τα μη διασπώμενα οξειδωτικά οξέα, γιατί είναι λιγότερο ηλεκτροθετικά\* από το υδρογόνο. Έτσι, αν σε ένα χάλκινο ή ένα ασημένιο νόμισμα, επιδράσει αραιό θειικό οξύ, δε θα παρατηρηθεί καμιά αντίδραση.

Η αντίδραση των οξέων με τα πολύ ηλεκτροθετικά μέταλλα (K, Na, Ba, Ca) είναι εξαιρετικά βίαιη και δεν πρέπει να επιχειρείται σε καμιά περίπτωση.



*Η σχετική ευκολία οξείδωσης των μετάλλων φαίνεται από την ταχύτητα αντίδρασής τους με τα κατιόντα υδρογόνου ενός οξέος. Και οι τρεις σωλήνες περιέχουν υδροχλωρικό οξύ της ίδιας συγκέντρωσης. Ο πρώτος σωλήνας περιέχει ρινίσματα σιδήρου, ο δεύτερος κομμάτια ψευδαργύρου και ο τρίτος ταινία μαγνησίου. Η ευκολία οξείδωσης των τριών μετάλλων ανιχνεύεται από το σίδηρο προς το μαγνήσιο.*

\* Όσο πιο ηλεκτροθετικό είναι ένα μέταλλο, τόσο πιο δραστικό είναι και τόσο πιο γρήγορα γίνεται η αντίδραση, μεταξύ μετάλλου και οξέος.

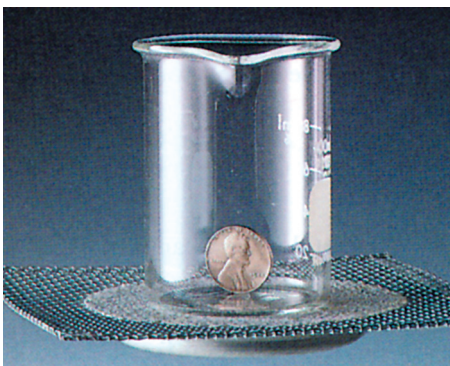
### (β) Διασπώμενα οξειδωτικά οξέα

Στα διασπώμενα οξειδωτικά οξέα ανήκουν το πυκνό/θερμό θειικό οξύ και το νιτρικό οξύ, αραιό ή πυκνό.

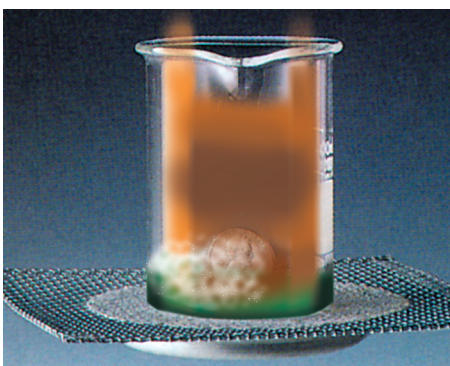
Στα υδατικά διαλύματα του νιτρικού οξέος, όπου συνυπάρχουν κατιόντα υδρογόνου και νιτρικά ανιόντα,  $\text{NO}_3^-$ , τα νιτρικά ανιόντα είναι πιο οξειδωτικά από τα κατιόντα υδρογόνου, με αποτέλεσμα αυτά να δρουν ως οξειδωτικά, αντί των κατιόντων υδρογόνου.

Τα προϊόντα της αντίδρασης ενός μετάλλου με το νιτρικό οξύ, εξαρτώνται από τη συγκέντρωση του διαλύματος. Γι' αυτό στο αραιό νιτρικό οξύ, το νιτρικό ανιόν ανά-

## 8.5 Χημικές ιδιότητες των οξέων



Χάλκινο νόμισμα  
σε αραιό νιτρικό οξύ



Χάλκινο νόμισμα  
σε πυκνό νιτρικό οξύ

γεται σε μονοξείδιο του αζώτου, NO, ενώ στο πυκνό νιτρικό οξύ ανάγεται σε διοξείδιο του αζώτου, NO<sub>2</sub>.



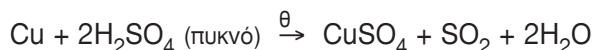
Το μονοξείδιο του αζώτου είναι άχρωμο και άοσμο αέριο. Στον αέρα οξειδώνεται σε διοξείδιο του αζώτου, NO<sub>2</sub>.



Το διοξείδιο του αζώτου είναι καστανόχρωμο αέριο με αποπνικτική οσμή, πολύ δηλητηριώδες.

Το πυκνό θειικό οξύ, όταν είναι θερμό, δρα επίσης οξειδωτικά πάνω στα μέταλλα.

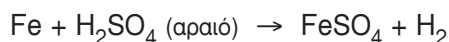
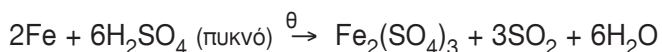
### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ



Ο χαλκός οξειδώνεται σχηματίζοντας άλας, ενώ το θειικό οξύ ανάγεται σε διοξείδιο του θείου, που είναι άχρωμο τοξικό αέριο, με χαρακτηριστική αποπνικτική οσμή.

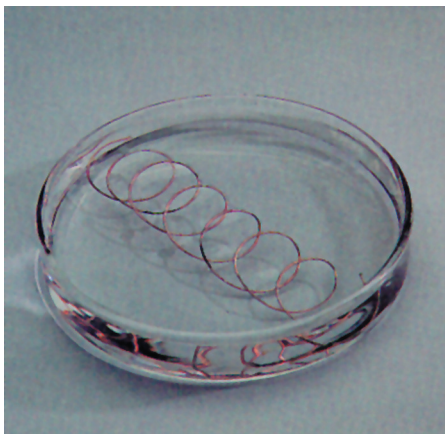
Τα διασπώμενα οξειδωτικά οξέα, σε αντίθεση προς τα μη διασπώμενα, προσβάλλουν όλα τα μέταλλα, εκτός από τα ευγενή, όπως ο χρυσός και ο λευκόχρυσος (Au, Pt).

Ο σίδηρος, αντιδρώντας με τα διασπώμενα οξειδωτικά οξέα, οξειδώνεται στον ανώτερο αριθμό οξειδωσής του (+3), ενώ με τα μη διασπώμενα οξέα, στον κατώτερο αριθμό οξειδωσής (+2).



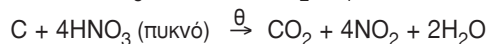
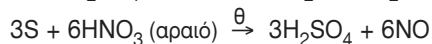
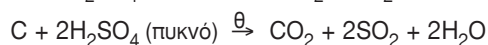
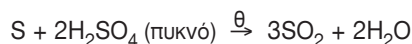
Το αργίλιο, ο σίδηρος και μερικά άλλα μέταλλα δεν προσβάλλονται από το πυκνό και ψυχρό νιτρικό οξύ, επειδή «παθητικοποιούνται». Αυτό συμβαίνει διότι καλύπτονται επιφανειακά από στρώμα οξειδίου τους, που δεν αντιδρά με το πυκνό οξύ και έτσι τα προστατεύει από περαιτέρω προσβολή.

**Το πυκνό νιτρικό οξύ μεταφέρεται σε δοχεία από αργίλιο**



Το πυκνό/θερμό θειικό οξύ παθητικοποιεί το μόλυβδο, λόγω σχηματισμού του δυσδιάλυτου  $\text{PbSO}_4$ .

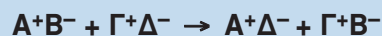
Τα διασπώμενα οξειδωτικά οξέα οξειδώνουν επίσης και ορισμένα αμέταλλα. Για παράδειγμα, οξειδώνουν τον άνθρακα σε διοξείδιο του άνθρακα και το θείο σε διοξείδιο του θείου.



### Αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης

Αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης ή μεταθετικές αντιδράσεις ονομάζονται οι αντιδράσεις, στις οποίες δεν παρατηρείται μεταβολή του αριθμού οξείδωσης σε κανένα από τα στοιχεία των ουσιών που μετέχουν στην αντίδραση.

Οι αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης συνήθως πραγματοποιούνται, μεταξύ δύο ηλεκτρολυτών, στα υδατικά διαλύματά τους, με ανταλλαγή των ιόντων τους, όπως στο σχήμα:



Απαραίτητη προϋπόθεση για να είναι δυνατή μια αντίδραση διπλής αντικατάστασης είναι να παράγεται κατά την πραγματοποίησή της:

- Ασθενής ηλεκτρολύτης
- Δυσδιάλυτη ουσία (ίζημα)
- Αέριο ή πτητική ουσία.

Από τις χημικές αντιδράσεις, στις οποίες μετέχουν οξέα, αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης είναι:

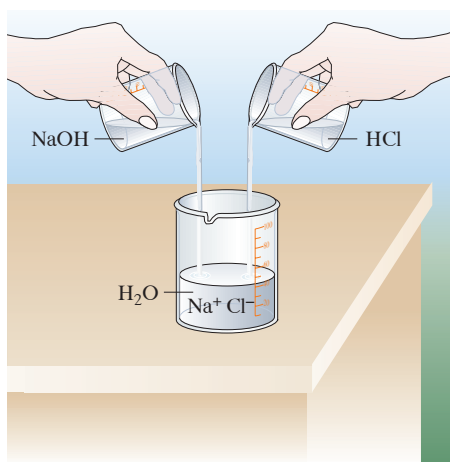
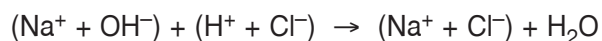
- Η αντίδραση της εξουδετέρωσης
- Η αντίδραση με τα άλατα

### Αντίδραση εξουδετέρωσης

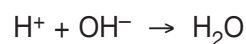
Κατά την αντίδραση εξουδετέρωσης ενός οξέος από μια βάση, σχηματίζεται πάντοτε νερό και ένα άλας.



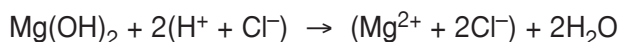
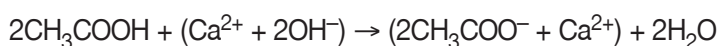
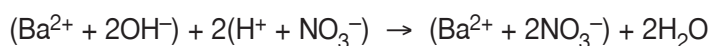
## 8.5 Χημικές ιδιότητες των οξέων

**ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ**

Η αντίδραση εξουδετέρωσης είναι πάντοτε δυνατή, επειδή κατά την πραγματοποίησή της παράγεται νερό, που είναι ένας εξαιρετικά ασθενής ηλεκτρολύτης. Η αντίδραση της εξουδετέρωσης πραγματοποιείται ανάμεσα στα κατιόντα υδρογόνου και τα ανιόντα υδροξυλίου. Είναι εξώθερμη αντίδραση.



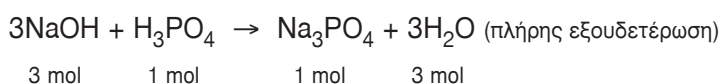
Με εξάτμιση του νερού, που υπάρχει στο διάλυμα, μπορεί να ληφθεί το άλας σε κρυσταλλική μορφή.

**Παραδείγματα εξουδετέρωσης**

Το υδροξείδιο του μαγνησίου, όπως και τα υδροξείδια των πλείστων μετάλλων, είναι δυσδιάλυτο στο νερό, γι' αυτό δε γράφεται υπό μορφή ιόντων. Με την επίδραση των οξέων διαλύεται, διότι κατά την εξουδετέρωση σχηματίζεται ευδιάλυτο άλας.

Εξάλλου οι ασθενείς ηλεκτρολύτες, όπως το οξικό οξύ, γράφονται σε μοριακή μορφή.

Όταν το οξύ είναι πολυπρωτικό, είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί **πλήρης εξουδετέρωση**, με αποτέλεσμα να παράγονται μορφολογικώς ουδέτερα άλατα.

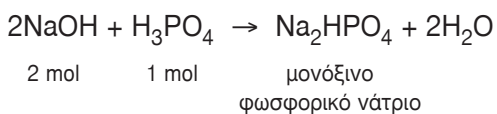
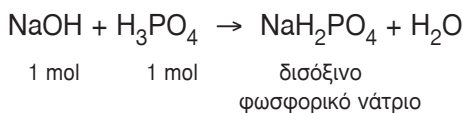
**ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ**

Για την πλήρη εξουδετέρωση ενός mole φωσφορικού οξέος, από το οποίο μπορούν να ελευθερωθούν τρία mole κατιόντων υδρογόνου,  $\text{H}^+$ , απαιτούνται τρία mole ανιόντων υδροξυλίου,  $\text{OH}^-$ . Στην περίπτωση, όμως, που η ποσότητα της βάσης δεν είναι αρκετή, εξουδετερώνε-

**Στη δομή των μορφολογικώς όξινων αλάτων περιέχονται και όξινα υδρογόνα**

ται μέρος μόνο των κατιόντων υδρογόνου, με αποτέλεσμα να σχηματίζονται μορφολογικώς **όξινα** άλατα (μόνοξινα ή δισόξινα).

**ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ**



Οι πιο πάνω αντιδράσεις χαρακτηρίζονται ως αντιδράσεις **μερικής εξουδετέρωσης**.

Ως εξουδετέρωση χαρακτηρίζεται επίσης και η αντίδραση ενός οξέος με βασικό οξείδιο (οξείδιο μετάλλου) και μιας βάσης με όξινο οξείδιο (οξείδιο αμετάλλου).

**ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ**

- Οξύ με βασικό οξείδιο  

$$\text{CuO} + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$$
- Βάση με όξινο οξείδιο  

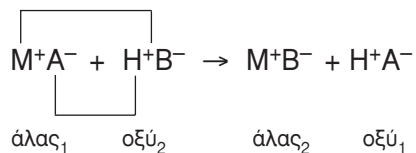
$$2\text{NaOH} + \text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$$

$$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$$

**Η ανίχνευση του CO<sub>2</sub> βασίζεται στην αντίδρασή του με το Ca(OH)<sub>2</sub>**

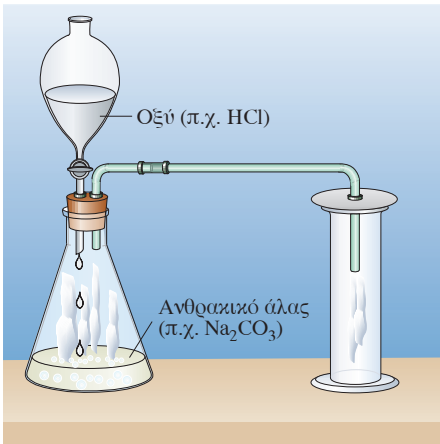
**(6) Αντίδραση των οξέων με τα άλατα**

Τα οξέα αντιδρούν με τα άλατα σύμφωνα με το ακόλουθο σχήμα:

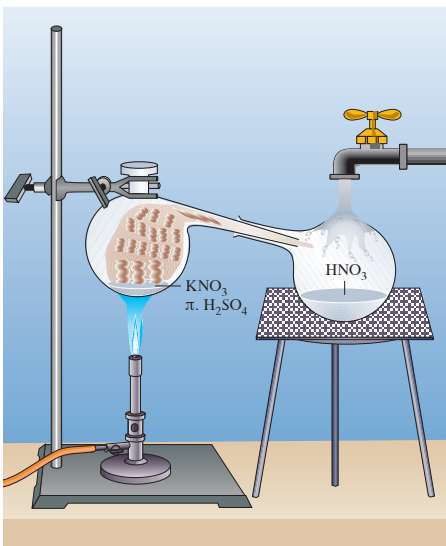


Η αντίδραση αυτή είναι μεταθετική και πραγματοποιείται, όταν παράγεται ίζημα ή ασθενής ηλεκτρολύτης ή αέριο ή πτητική ουσία, όπως φαίνεται στα ακόλουθα παραδείγματα:

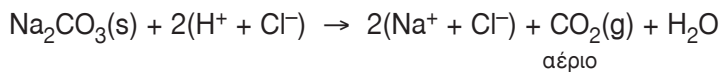
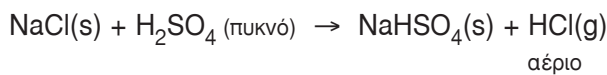
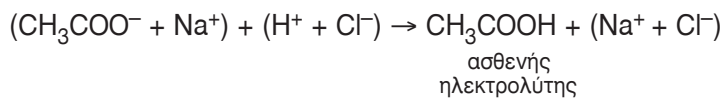
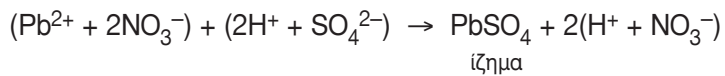
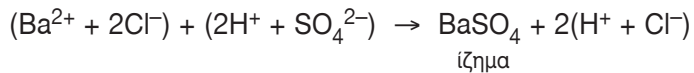
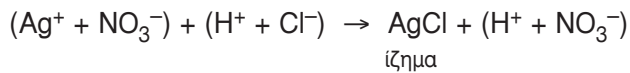
## 8.5 Χημικές ιδιότητες των οξέων



Όταν ένα οξύ αντιδρά με ανθρακικό άλας, παρατηρείται έντονος αφρισμός λόγω έκλυσης διοξειδίου του άνθρακα. Η αντίδραση αυτή χρησιμοποιείται για την ανίχνευση ανθρακικών αλάτων.

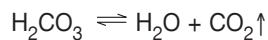


Το νιτρικό οξύ μπορεί να παρασκευαστεί με θέρμανση νιτρικού καλίου με πυκνό θειικό οξύ

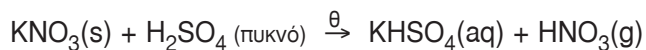


Οι αντιδράσεις αυτού του τύπου πραγματοποιούνται ανάμεσα σε υδατικά διαλύματα των αντιδρώντων σωμάτων ή κατά την επίδραση διαλύματος οξέος σε στερεό άλας.

Το ανθρακικό οξύ είναι ασθενές, αλλά και ασταθές οξύ. Διασπάται σε διοξείδιο του άνθρακα, που είναι αέριο, δυσδιάλυτο στο νερό (ελευθερώνεται υπό μορφή φυσαλίδων):



Αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης, κατά τις οποίες παράγονται πτητικές ουσίες, οι οποίες μπορούν να απομακρυνθούν με θέρμανση, χρησιμοποιούνται για την παρασκευή πτητικών οξέων από άλατά τους. Συνήθως χρησιμοποιείται το πυκνό θειικό οξύ, το οποίο είναι μη πτητικό υγρό. Επειδή είναι ταυτόχρονα και ισχυρό οξύ, εκτοπίζει, στις κατάλληλες συνθήκες, όλα τα άλλα οξέα από τα άλατά τους.



### Ο Ira Remsen ανακαλύπτει τις ιδιότητες του νιτρικού οξέος

Ο Ira Remsen υπήρξε ο ιδρυτής της Σχολής της Χημείας του Πανεπιστημίου Johns Hopkins. Από πολύ μικρός έδειξε το ενδιαφέρον του για τη Χημεία, όπως φαίνεται από ό,τι γράφει ο ίδιος για τον τρόπο που γνώρισε το νιτρικό οξύ.

«Μελετώντας ένα σχολικό βιβλίο Χημείας», γράφει ο Ira Remsen, «ξεχώρισα τη φράση *το νιτρικό οξύ δρα πάνω στο χαλκό*. Κουράστηκα να διαβάζω και αποφάσισα να ανακαλύψω τι σήμαινε αυτή η φράση. Ο χαλκός μου ήταν γνωστός, γιατί τα κέρματά μας ήταν χάλκινα. Τη λέξη *νιτρικό οξύ* την είδα γραμμένη σε μια φιάλη ενός ιατροείου, όπου σύχναζα. Έμεινε μόνο να μάθω τι σήμαινε η λέξη *δρα*. Η ιδέα της περιπέτειας με είχε συνεπάρει και αποφάσισα να θυσιάσω ένα από τα λιγοστά μου χάλκινα κέρματα. Το έβαλα στο τραπέζι και έριξα από πάνω λίγο νιτρικό οξύ, που πήρα από το ιατρείο. Προετοιμάστηκα για κάποια παρατήρηση, αλλά Θεέ μου, τι ήταν αυτό το υπέροχο θέαμα που είχα μπροστά μου! Ένα πρασινογάλαζο υγρό άφριζε πάνω στο τραπέζι και όλη η γύρω ατμόσφαιρα γέμισε με καφέ ατμούς, που άρχισαν να με πνίγουν. Τρόμαξα, και με τα χέρια άρπαξα ό,τι υπήρχε στο τραπέζι, και το πέταξα απ' το παράθυρο. Α! αυτό ήταν οδυνηρό. Τα δάκτυλά μου κάηκαν. Αυτό δεν ήταν γραμμένο στο βιβλίο. Σκούπισα τα χέρια μου στο παντελόνι για να ανακουφιστώ και ανακάλυψα με έκπληξη άλλη μια ιδιότητα του νιτρικού οξέος, που δεν αναφερόταν στο βιβλίο. Το νιτρικό οξύ τρυπά τα παντελόνια! Ήταν πραγματικά το πιο ενδιαφέρον, αλλά και το πιο δαπανηρό πείραμα που έκανα μέχρι τότε.

Η συναρπαστική αυτή εμπειρία μου, με οδήγησε σε δύο σημαντικά συμπεράσματα. Το πείραμα είναι απαραίτητο για την επιστημονική έρευνα, αλλά πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή».

(Frederic H. Getman, The life of Ira Remsen).



*Το κεντρί της μέλισσας περιέχει  
όξινο διάλυμα*

## Εφαρμογές της εξουδετέρωσης στην καθημερινή ζωή

- Το κεντρί της μέλισσας και των μυρμηγκιών περιέχει όξινο διάλυμα, για την εξουδετέρωση του οποίου χρησιμοποιείται «calamine lotion», που περιέχει ανθρακικό ψευδάργυρο,  $ZnCO_3$ , ή μαγειρική σόδα,  $NaHCO_3$ .
- Το κεντρί της σφήκας περιέχει αλκαλικό διάλυμα, γι' αυτό εξουδετερώνεται με ξίδι.
- Η όξινη δυσπεψία οφείλεται στην υπερβολική έκκριση υδροχλωρικού οξέος στο στομάχι και εξουδετερώνεται με ένα ποτήρι «αφρόζα», που περιέχει μαγειρική σόδα ή με μια ειδική παστίλια, που περιέχει υδροξείδιο του μαγνησίου.
- Πολύ όξινα εδάφη είναι ακατάλληλα για καλλιέργειες και γι' αυτό εξουδετερώνονται με διάφορες βασικές ουσίες, όπως είναι το οξειδίο και το υδροξείδιο του ασβεστίου ή το ανθρακικό ασβέστιο.
- Για να μην καταστρέφεται η υδρόβια ζωή, τα όξινα υγρά απόβλητα των εργοστασίων, εξουδετερώνονται με βασικά διαλύματα, προτού απορριφθούν σε λίμνες ή ποταμούς.