

# **Χημεία**

**Β΄ ΛΥΚΕΙΟΥ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ**

**ΤΟΜΟΣ 5ος**

## **ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ**

**Επιστημονικός υπεύθυνος -  
Διεύθυνση ομάδων εργασίας:  
Στέλιος Λιοδάκης**

**Ομάδα Συγγραφής:  
Στέλιος Λιοδάκης, Δρ. Χημικός,  
Επικ. Καθηγητής ΕΜΠ**

**Δημήτρης Γάκης, Δρ. Χημικός  
Μηχανικός, Λέκτορας ΕΜΠ**

**Δημήτρης Θεοδωρόπουλος, Χημικός  
Μηχανικός Δ/θμιας Εκπαίδευσης**

**Παναγιώτης Θεοδωρόπουλος,  
Χημικός Δ/θμιας Εκπαίδευσης**

**Αναστάσιος Κάλλης,  
Χημικός Δ/θμιας Εκπαίδευσης**

**Ομάδα Τεχνικής Υποστήριξης:  
Στάθης Σιάνος, Χημικός Μηχανι-  
κός ΕΜΠ**

**Ηρακλής Αγιοβλασίτης, φοιτητής  
στη σχολή Χημικών Μηχανικών  
ΕΜΠ**

**Άννα Γάκη, φοιτήτρια στη σχολή  
Χημικών Μηχανικών ΕΜΠ**

**Βλάσσης Παπανικολάου, φοιτη-  
τής στη σχολή Ηλεκτρολόγων  
Μηχανικών ΕΜΠ**

**Επιστημονικός Συνεργάτης:  
Μαρία Γιαλούση, Χημικός Δ/θμιας  
Εκπαίδευσης**

**Γλωσσική Επιμέλεια:**  
**Ελένη Δημητρίου**

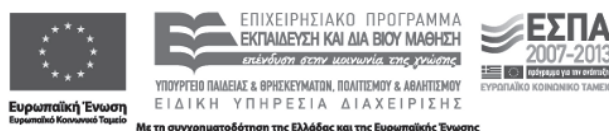
**Τεχνική Επιμέλεια:**  
**Στέλιος Λιοδάκης**

**Υπεύθυνος στο πλαίσιο του**  
**Παιδαγωγικού Ινστιτούτου:**  
**Αντώνιος Μπομπέτσης, Χημικός,**  
**M.Ed, Ph.D, Σύμβουλος Π.Ι.**



## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΑΝΕΚΔΟΣΗΣ

Η επανέκδοση του παρόντος βιβλίου πραγματοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων «Διόφαντος» μέσω ψηφιακής μακέτας, η οποία δημιουργήθηκε με χρηματοδότηση από το ΕΣΠΑ / ΕΠ «Εκπαίδευση & Διά Βίου Μάθηση» / Πράξη «ΣΤΗΡΙΖΩ».



Οι διορθώσεις πραγματοποιήθηκαν κατόπιν έγκρισης του Δ.Σ. του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής

**Η αξιολόγηση, η κρίση των προσαρμογών και η επιστημονική επιμέλεια του προσαρμοσμένου βιβλίου πραγματοποιείται από τη Μονάδα Ειδικής Αγωγής του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής.**

**Η προσαρμογή του βιβλίου για μαθητές με μειωμένη όραση από το ΙΤΥΕ – ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ πραγματοποιείται με βάση τις προδιαγραφές που έχουν αναπτυχθεί από ειδικούς εμπειρογνώμονες για το ΙΕΠ.**

**ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ  
ΓΙΑ ΜΑΘΗΤΕΣ  
ΜΕ ΜΕΙΩΜΕΝΗ ΟΡΑΣΗ**

---

**ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ**

**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ  
ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ**

**ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ  
ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ**

# **Χημεία**

**Β΄ ΛΥΚΕΙΟΥ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ**

**Στέλιος Λιοδάκης**

**Δημήτρης Γάκης**

**Δημήτρης Θεοδωρόπουλος**

**Παναγιώτης Θεοδωρόπουλος**

**Αναστάσιος Κάλλης**

**Η συγγραφή και η επιστημονική  
επιμέλεια του βιβλίου  
πραγματοποιήθηκε υπό την αιγίδα  
του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου**

**ΤΟΜΟΣ 5ος**

**Ι.Τ.Υ.Ε. «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»**



# (4) ΚΑΡΒΟΞΥΛΙΚΑ ΟΞΕΑ

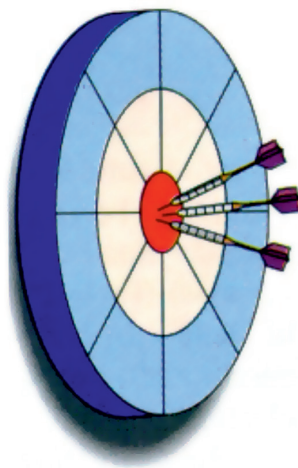
## Οι Στόχοι

Στο τέλος της διδακτικής αυτής ενότητας θα πρέπει να μπορείς:

- Να ταξινομείς τα καρβοξυλικά οξέα σε διάφορες κατηγορίες, π.χ. ανάλογα με τον αριθμό των καρβοξυλίων που περιέχουν στο μόριό τους.
- Να αναφέρεις τις σημαντικότερες παρασκευές και χημικές ιδιότητες των κορεσμένων μονοκαρβοξυλικών οξέων (ειδικότερα του οξικού οξέος), γαλακτικού οξέος και βενζοϊκού οξέος, γράφοντας τις

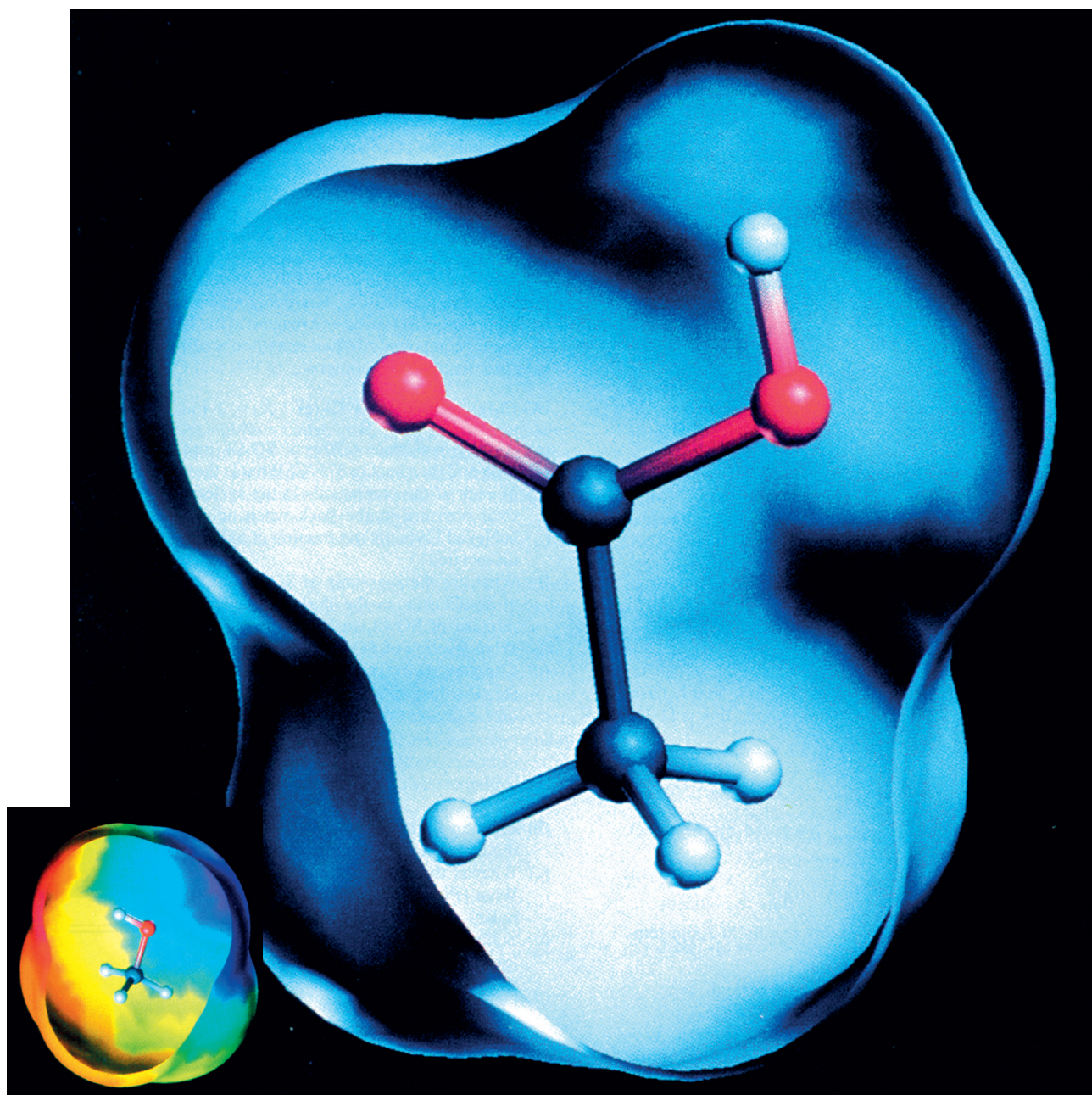
**αντίστοιχες χημικές εξισώσεις. Να επιλύεις προβλήματα στοιχειομετρίας που βασίζονται στις προηγούμενες χημικές εξισώσεις.**

- **Να εκθέτεις τις σημαντικότερες χρήσεις των παραπάνω οξέων.**



## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

- 4.1 Κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα-Αιθανικό οξύ
  - 4.2 Γαλακτικό οξύ ή 2- υδροξυπροπανικό οξύ
  - 4.3 Βενζοϊκό οξύ
- Ερωτήσεις - προβλήματα**



Μοριακό μοντέλο αιθανικού οξέος ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), όπως προκύπτει από υπολογιστή και το οποίο δείχνει την επιφάνεια του μορίου. Οι κόκκινες



σφαίρες παριστάνουν τα άτομα του οξυγόνου, οι άσπρες του υδρογόνου και οι μαύρες του άνθρακα.

Πολλές φορές μάλιστα μπαίνει και χρώμα στην «επιφάνεια», ώστε να διακρίνονται οι δραστικές περιοχές του μορίου, π.χ. όσο πιο έντονο είναι το κόκκινο χρώμα, τόσο πιο δραστική είναι περιοχή του μορίου. Αυτό φαίνεται στην περίπτωση του μορίου της μεθανόλης ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) στο μικρό σχήμα.



## ( 4 ) ΚΑΡΒΟΞΥΛΙΚΑ ΟΞΕΑ

### Εισαγωγή

Σε προηγούμενα κεφάλαια αναφερθήκαμε σε οργανικές ενώσεις που παρουσιάζουν όξινο χαρακτήρα (π.χ. φαινόλες). Όμως αναμφισβήτητα τα σημαντικότερα οργανικά οξέα είναι αυτά που περιέχουν τη ρίζα καρβοξύλιο  $\text{-COOH}$ . Τα οργανικά αυτά οξέα ονομάζονται **καρβοξυλικά οξέα**.

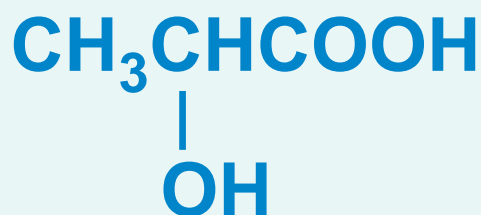
- Το όνομα καρβοξύλιο για τη ρίζα  $\text{-COOH}$  προκύπτει από το όνομα των ομάδων: **καρβονύλιο** + **υδροξύλιο** που συγκροτούν τη λέξη καρβοξύλιο.

Μία από τις χαρακτηριστικές ιδιότητες των οξέων είναι η ξινή (όξινη) γεύση, από την οποία πήραν και το όνομά τους. Από τα οργανικά οξέα πολύ γνωστά είναι:

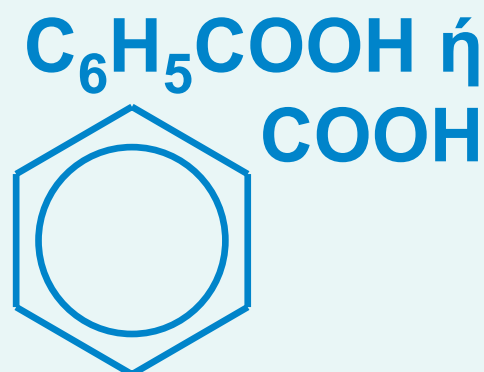
Το αιθανικό ή οξικό οξύ που βρίσκεται στο ξίδι.



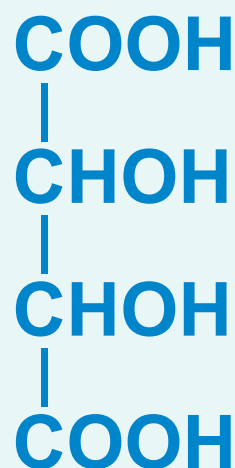
Το 2-υδροξυπροπανικό οξύ ή γαλακτικό οξύ που βρίσκεται στο γιαούρτι



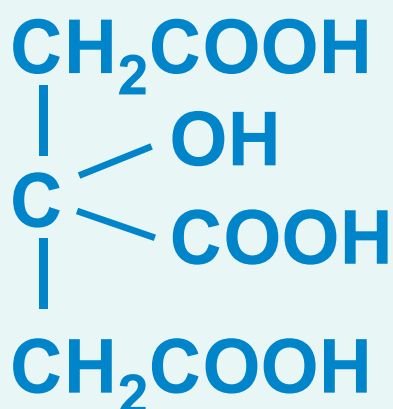
Το βενζοϊκό οξύ είναι αρωματικό οξύ και χρησιμοποιείται ως συντηρητικό τροφίμων (με τον κωδικό E120)



Το τρυγικό οξύ βρίσκεται στο κρασί και στα αναψυκτικά.



Το κιτρικό οξύ βρίσκεται στους χυμούς των εσπεριδοειδών και στα αναψυκτικά.



## Ταξινόμηση

Τα καρβοξυλικά οξέα μπορούν να διακριθούν:

- Σε μονοκαρβοξυλικά, δικαρβοξυλικά, τρικαρβοξυλικά κ.λπ., ανάλογα με τον αριθμό των καρβοξυλίων που περιέχουν στο μόριό τους,



αιθανικό ή οξικό οξύ  
(μονοκαρβοξυλικό)



αιθανοδιικό ή οξαλικό οξύ  
(δικαρβοξυλικό)

- Σε κορεσμένα ή ακόρεστα ανάλογα με τον τρόπο που συνδέονται τα άτομα του άνθρακα μεταξύ τους.

π.χ.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$

βουτανικό ή βουτυρικό οξύ  
(κορεσμένο μονοκαρβοξυλικό)

και  $\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$

προπενικό ή ακρυλικό οξύ  
(ακόρεστο μονοκαρβοξυλικό)

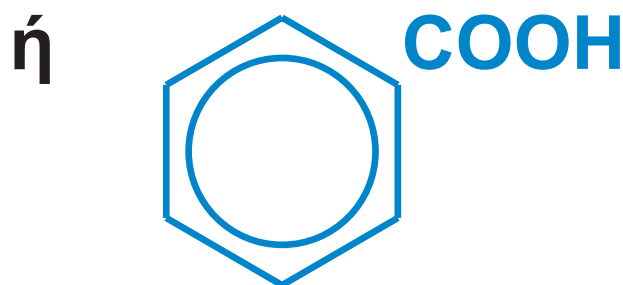
- Σε αλειφατικά (άκυκλα) και αρωματικά ανάλογα αν έχουν βεζολικό ή όχι δακτύλιο

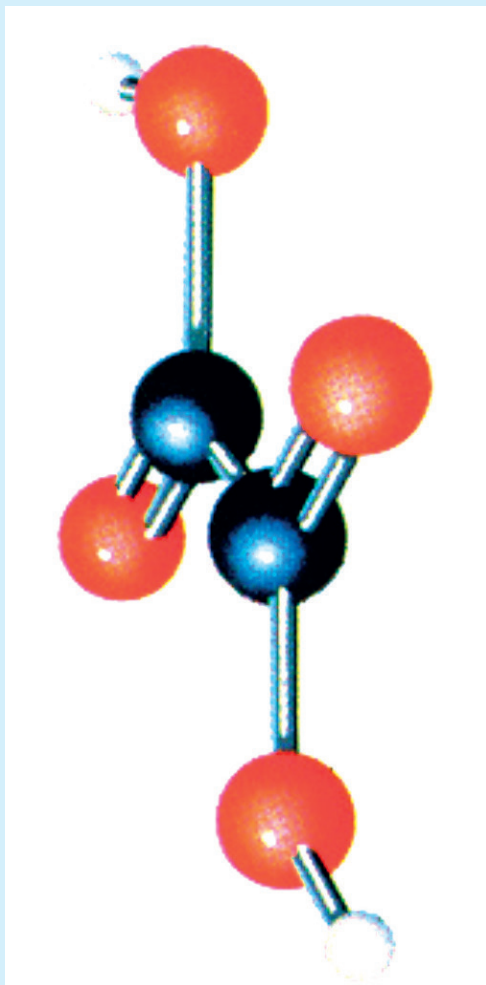
π.χ.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$

βουτανικό ή βουτυρικό οξύ

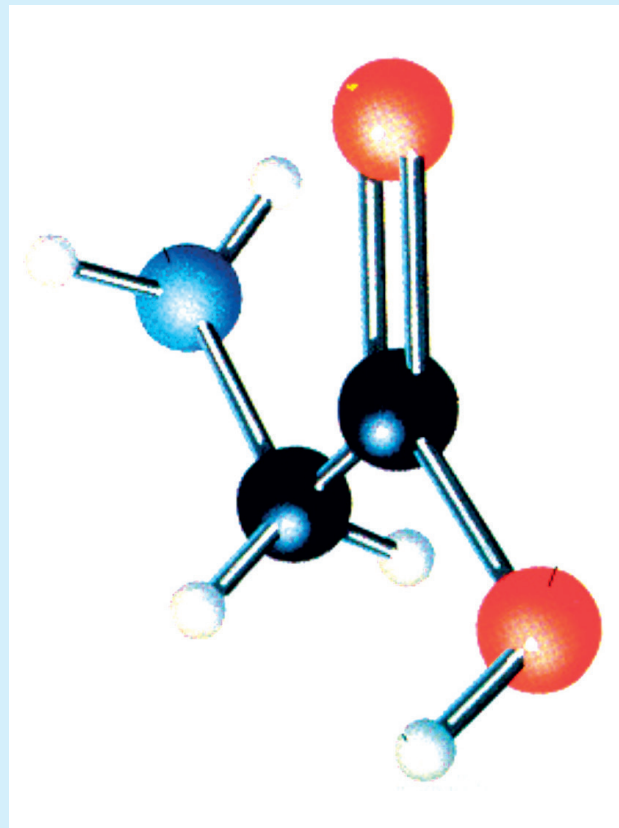
$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$

βενζοϊκό οξύ





α. Το οξαλικό οξύ είναι ένα δικαρβοξυλικό οξύ.

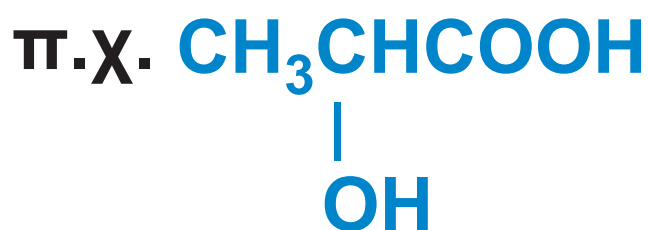


β. Η γλυκίνη είναι ένα αμινοξύ.

Μοριακά μοντέλα καρβοξυλικών οξέων.

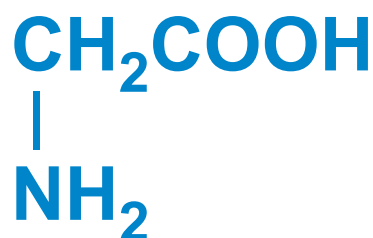
Τέλος, υπάρχουν διάφορα παράγωγα των καρβοξυλικών οξέων ανάλογα με τη χαρακτηριστική ομάδα (εκτός του καρβοξυλίου) που έχουν. Παράδειγμα τέτοιων οξέων είναι τα:

Κορεσμένα υδροξυκαρβοξυλικά οξέα, που περιέχουν υδροξύλιο:



2-υδροξυπροπανικό οξύ  
ή γαλακτικό οξύ

Αμινοξέα: π.χ.

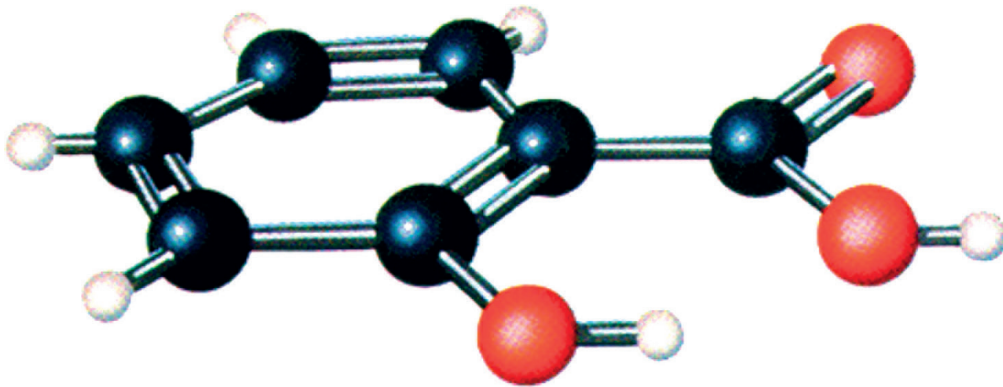


αμινοαιθανικό οξύ ή γλυκίνη

Χλωροξέα: π.χ.



χλωροαιθανικό οξύ



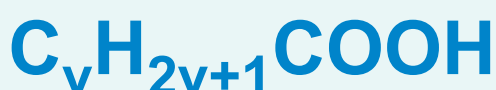
**ΣΧΗΜΑ 4.1** Μοριακό μοντέλο του σαλικυλικού οξέος (αρωματικό υδροξυκαρβοξυλικό οξύ), που αποτελεί τη βάση για την παρασκευή της ασπιρίνης.



## (4.1) Κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα - Αιθανικό οξύ

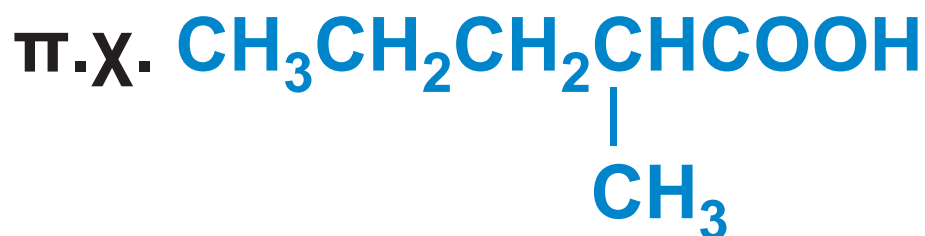
### Γενικά

Τα κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα προκύπτουν θεωρητικά από τα αλκάνια, αν αντικαταστήσουμε ένα άτομο υδρογόνου με τη ρίζα καρβοξύλιο **-COOH**. Έχουν το γενικό τύπο:

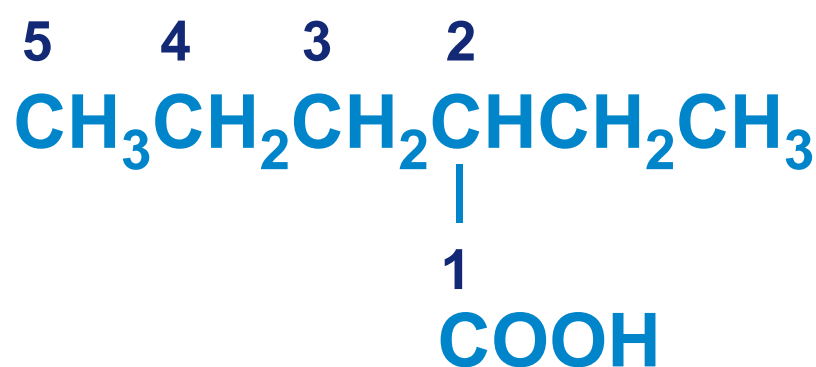


Για την ονομασία κατά IUPAC ενός οξέος δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι το άτομο άνθρακα του καρβοξυλίου αποτελεί μέρος της ανθρακικής αλυσίδας και χαρακτηρίζει την υπ' αριθμό 1 θέση αυτής. Επίσης ότι η

χαρακτηριστική κατάληξη της ονομασίας για τα οξέα είναι -ικό οξύ.



2-μεθυλοπεντανικό οξύ



2-αιθυλοπεντανικό οξύ

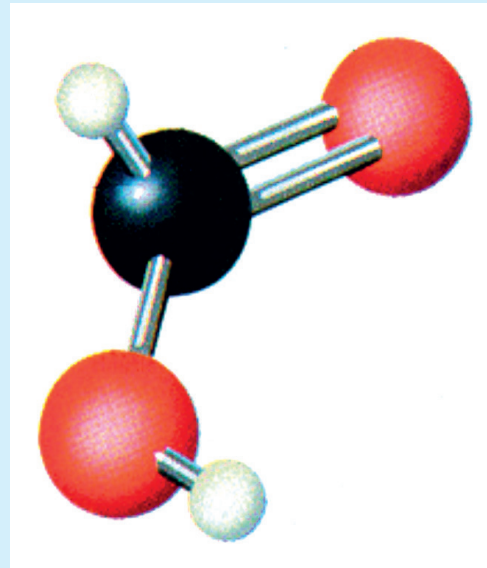
Πολλά από τα αλειφατικά καρβοξυλικά οξέα ήταν γνωστά εδώ και πολλά χρόνια γι' αυτό και έχουν κοινά ονόματα (εμπειρικά), που αναφέρονται πολλές φορές στην προέλευσή τους και όχι στη χημική τους δομή. Η «εμπειρική» αυτή

**ονομασία είναι σε ορισμένες περιπτώσεις επίσημα αποδεκτή από την IUPAC. Τα σημαντικότερα κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα αναφέρονται στον ακόλουθο πίνακα:**

## Πίνακας 4.1: Ονομασίες κορεσμένων μονοκαρβοξυλικών οξέων

Τύπος	Όνομα IUPAC	Κοινό Όνομα
$\text{HCOOH}$	μεθανικό οξύ	μυρμηκικό
$\text{CH}_3\text{COOH}$	αιθανικό οξύ	οξικό
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$	προπανικό οξύ	προπιονικό

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	βουτανικό οξύ	βουτυρικό
$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCOOH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	μεθυλοπροπανικό οξύ	ισοβουτυρικό
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	δεκαεξανικό οξύ	παλμιτικό
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	δεκαοκτανικό οξύ	στεατικό



Το απλούστερο μέλος της σειράς απαντά σε ορισμένο είδος μυρμηγκιών, εξ ου και το όνομά του.



Μοριακό μοντέλο  
του στεατικού οξέος.

**Το σημαντικότερο μέλος της  
σειράς είναι το αιθανικό ή οξικό οξύ  
( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), το οποίο και θα εξετα-  
στεί αναλυτικότερα.**

**23 / 112 - 113**

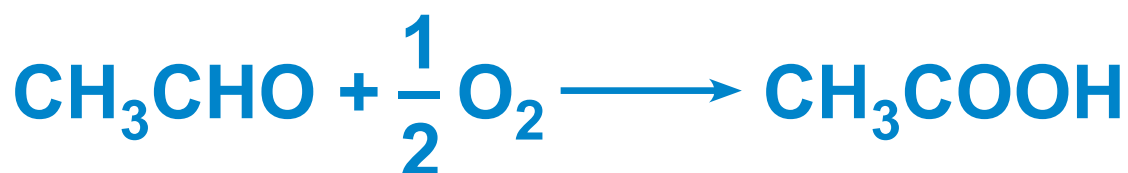
# Παρασκευές

## Βιομηχανική παρασκευή

- Το «βιομηχανικό» οξικό οξύ, που αποβλέπει στη σύνθεση άλλων προϊόντων, όπως π.χ. του πολυοξικού βινυλεστέρα παρασκευάζεται

α. με καταλυτική οξείδωση αλκανίων (π.χ. βουτάνιο  $C_4H_{10}$ ),

β. με καταλυτική οξείδωση ακεταλδεΐδης,

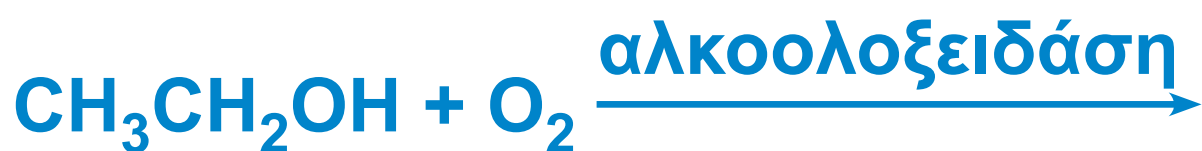


γ. από μεθανόλη με επίδραση  $CO$  παρουσία καταλυτών.

- Το ξίδι είναι διάλυμα οξικού οξέος, το οποίο παρασκευάζεται από τη ζύμωση κρασιού ή άλλου αλκοολούχου ποτού μικρής περιεκτι-

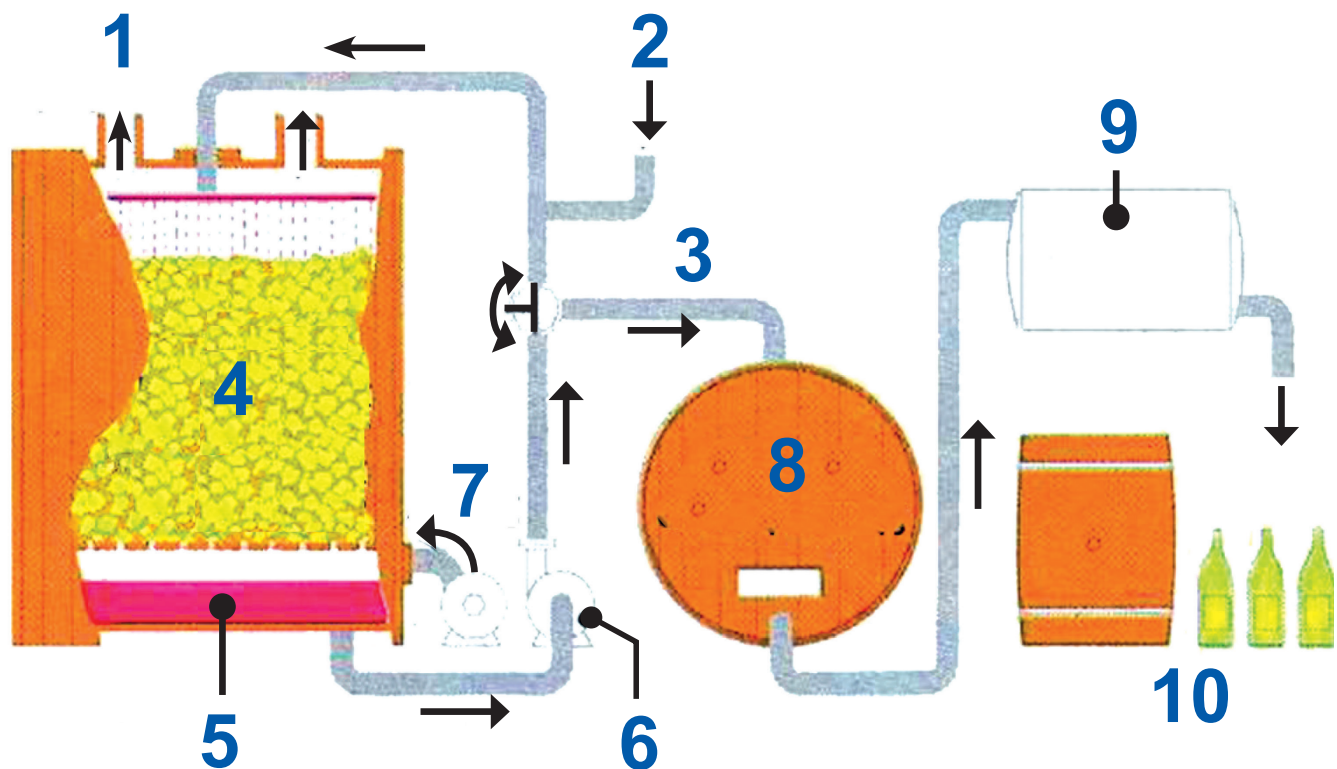


κότητας σε οινόπνευμα (περίπου 5%-8%). Κατά τη διεργασία αυτή λαμβάνει χώρα οξείδωση της αιθυλικής αλκοόλης προς οξικό οξύ παρουσία του ενζύμου αλκοολοξειδάση.



αιθανόλη (στο κρασί)





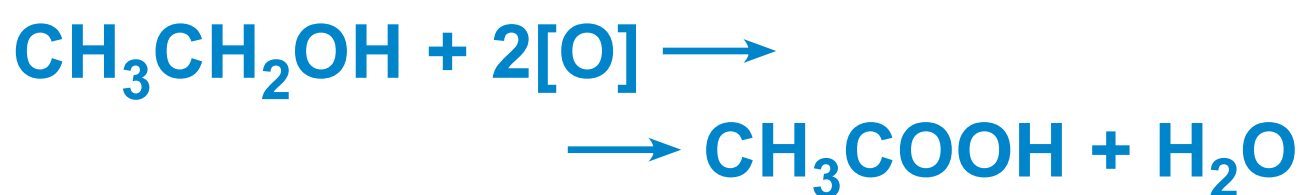
- 1.** Εξαέρωση **2.** Αλκοολούχο ποτό  
**3.** Ξύδι **4.** Ροκανίδια με βακτήρια οξικού οξέος  
**5.** Χώρος συλλογής **6.** Αντλία **7.** Αέρας **8.** Δεξαμενές αποθήκευσης  
**9.** Φίλτρο **10.** Εμφιάλωση

**ΣΧΗΜΑ 4.2** Διάταξη για τη βιομηχανική παραγωγή ξιδιού.

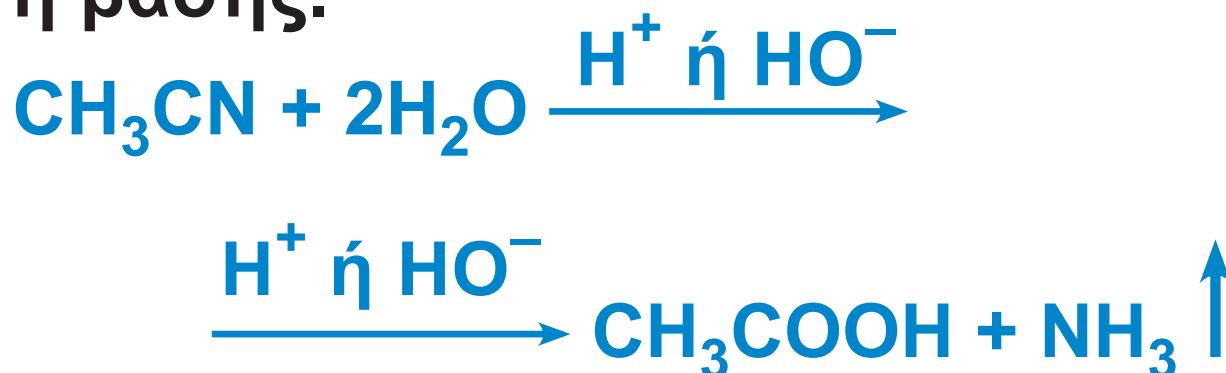
- Από τα ζωικά ή φυτικά λίπη μπορούμε με κατάλληλη διεργασία να πάρουμε τα ανώτερα μέλη της σειράς με μεγάλη καθαρότητα.

## Στο εργαστήριο

- Με οξείδωση της αιθυλικής αλκοόλης με τα κατάλληλα οξειδωτικά μέσα.



- Με υδρόλυση του  $\text{CH}_3\text{CN}$  (αιθανονιτρίλιο ή μεθυλοκυανίδιο). Η υδρόλυση γίνεται παρουσία οξέος ή βάσης.



Οι δύο αυτές παρασκευές οξικού οξέος μπορούν κάλλιστα να εφαρμοστούν για την παρασκευή κι άλλων κορεσμένων μονοκαρβοξυλικών οξέων.

## Φυσικές Ιδιότητες

Το οξικό οξύ και τα κατώτερα μέλη της ομόλογης σειράς, όπως το  $\text{HCOOH}$  (μεθανικό) και  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$  (προπανικό) είναι υγρά που διαλύονται εύκολα στο νερό και έχουν χαρακτηριστική οσμή ξιδιού. Τα μέσα μέλη  $\text{C}_4\text{--C}_8$  είναι υγρά με βαριά δυσάρεστη οσμή (το βουτυρικό οξύ μυρίζει σαν ταγκισμένο βούτυρο) και λίγο διαλυτά στο νερό. Τα ανώτερα μέλη είναι στερεά, αδιάλυτα στο νερό και άο-

σμα. Τα καρβοξυλικά οξέα γενικά διαλύονται στον αιθέρα και σε άλλους οργανικούς διαλύτες.



Το άνυδρο καθαρό οξικό οξύ σε  $\theta < 17^{\circ}\text{C}$  στερεοποιείται σχηματίζοντας κρυστάλλους που μοιάζουν

με πάγο και φέρεται στο εμπόριο με την ονομασία **glacial**.

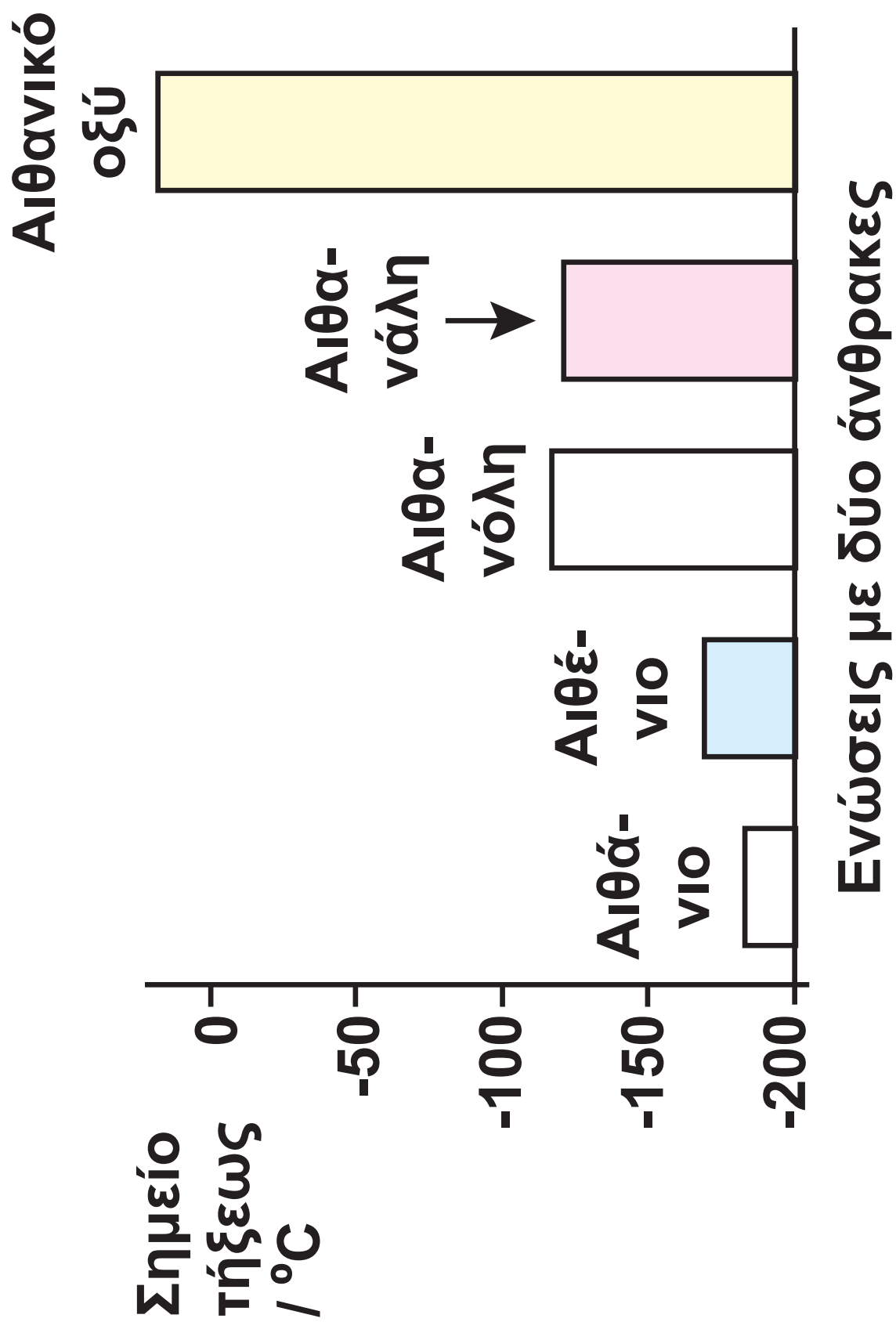


## Ανθρώπινος ιδρώ- τας και οργανικά οξέα

Το βουτανικό οξύ  
σε μικρή συγκέ-  
ντρωση υπάρχει  
και στον ανθρώ-

πινο ιδρώτα. Η οσμή του βουτα-  
νικού οξέος, που μοιάζει με αυτή  
του ταγκισμένου βουτύρου, γίνε-  
ται αντιληπτή από τον άνθρωπο,  
όταν η συγκέντρωση του βουτα-  
νικού οξέος είναι μεγαλύτερη από  
 $10^{-11}$  mol/L. Η ίδια οσμή γίνεται  
αντιληπτή από το σκύλο, όταν εί-  
ναι σε συγκέντρωση μεγαλύτερη  
από  $10^{-17}$  mol/L. Σε αυτό οφείλεται  
η ικανότητα του σκύλου να μυρί-

ζει από πολύ μακριά πρόσωπα που μπορεί να μη βλέπει. Κάθε άνθρωπος στον ιδρώτα του έχει ένα ειδικό μίγμα οργανικών οξέων από τη σύνθεση του οποίου προκύπτει η χαρακτηριστική οσμή του ιδρώτα του.



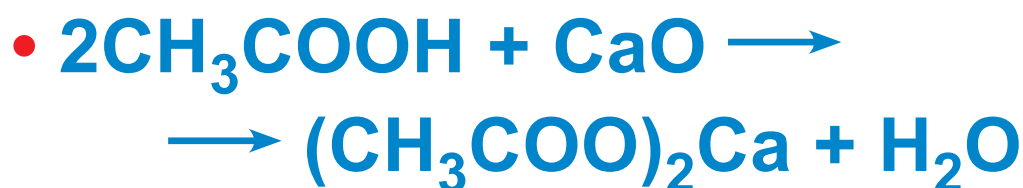
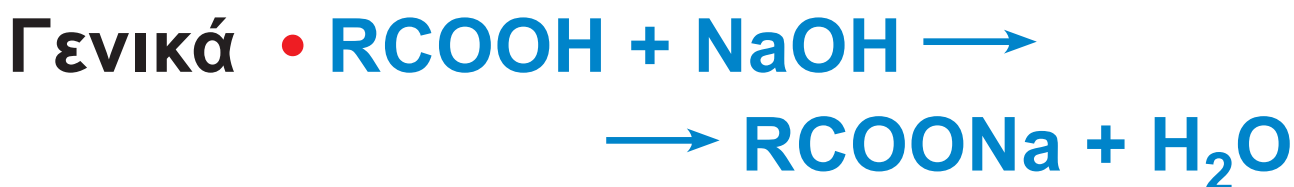
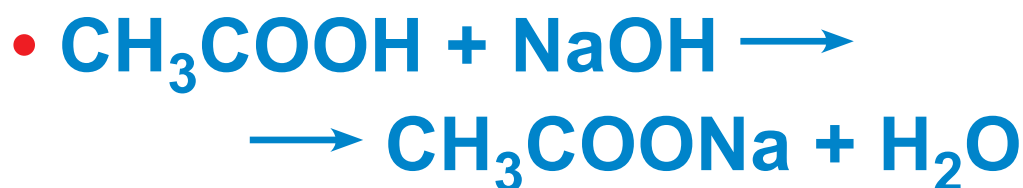


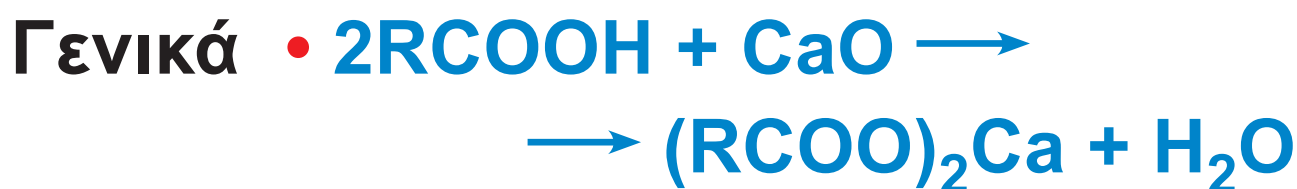
**ΣΧΗΜΑ 3.3 Το οξικό οξύ εμφανίζει ασυνήθιστα υψηλό σημείο τήξεως σε σχέση με άλλες ενώσεις με τον ίδιο αριθμό ατόμων άνθρακα.**

## Χημικές Ιδιότητες

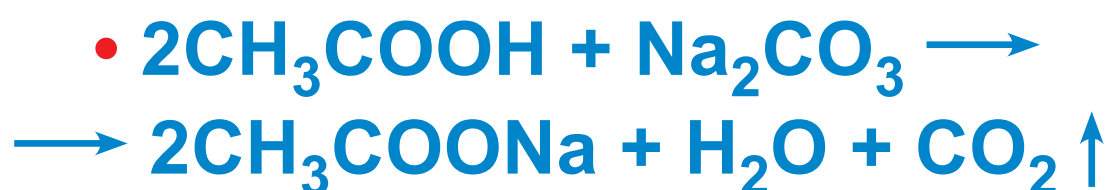
- Όξινος χαρακτήρας. Αυτός εκφράζει το σύνολο των ιδιοτήτων που οφείλονται στην ικανότητα των οξέων να δημιουργούν σε υδατικά διαλύματα κατιόντα  $H^+$ . Οι ιδιότητες αυτές των οξέων είναι:

- 1 Έχουν ξινή γεύση και αλλάζουν το χρώμα των δεικτών.
- 2 Αντιδρούν με βάσεις και βασικά οξειδία.

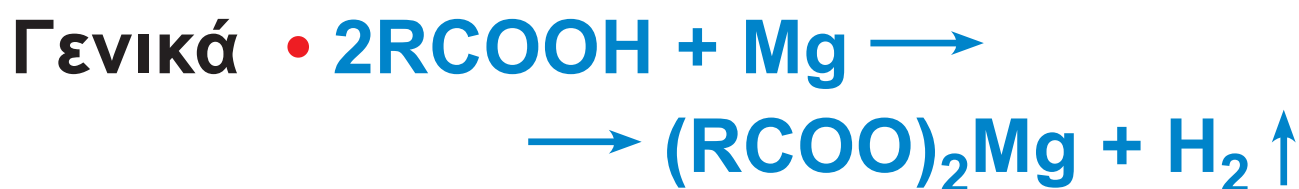
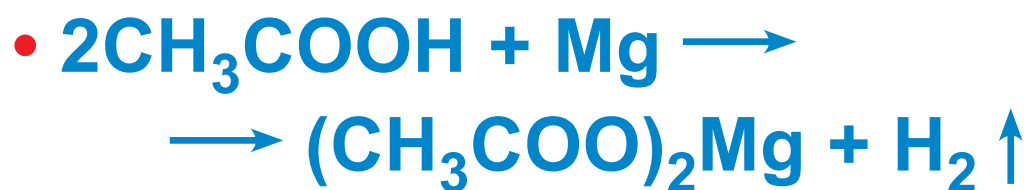




**3** Διασπούν τα ανθρακικά άλατα και ελευθερώνουν  $\text{CO}_2$  (ανίχνευση οξέων).

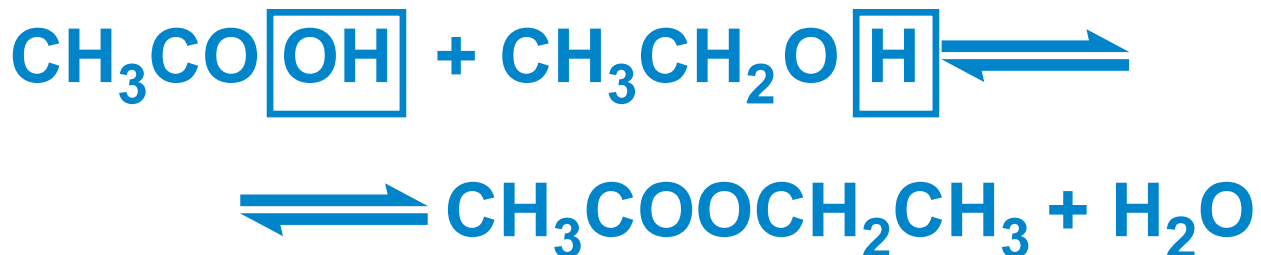


**4** Αντιδρούν με μέταλλα δραστικότερα από το  $\text{H}$ .



• **Εστεροποίηση.** Τα κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα, όπως ήδη

γνωρίζουμε, αντιδρούν με αλκο-  
όλες σε όξινο περιβάλλον και δί-  
νουν εστέρες, π.χ.



## Χρήσεις

Το ξίδι, που χρησιμοποιούμε καθημερινά στο τραπέζι μας, είναι διάλυμα οξικού οξέος (περίπου 5% w/v). Το ξίδι χρησιμοποιείται επίσης στη βιομηχανία τροφίμων για τη συντήρηση τροφίμων (τουρσιά, ελιές κ.λπ.)

Το οξικό οξύ χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία ως πρώτη ύλη:

α. στη βαφική για τη στερέωση

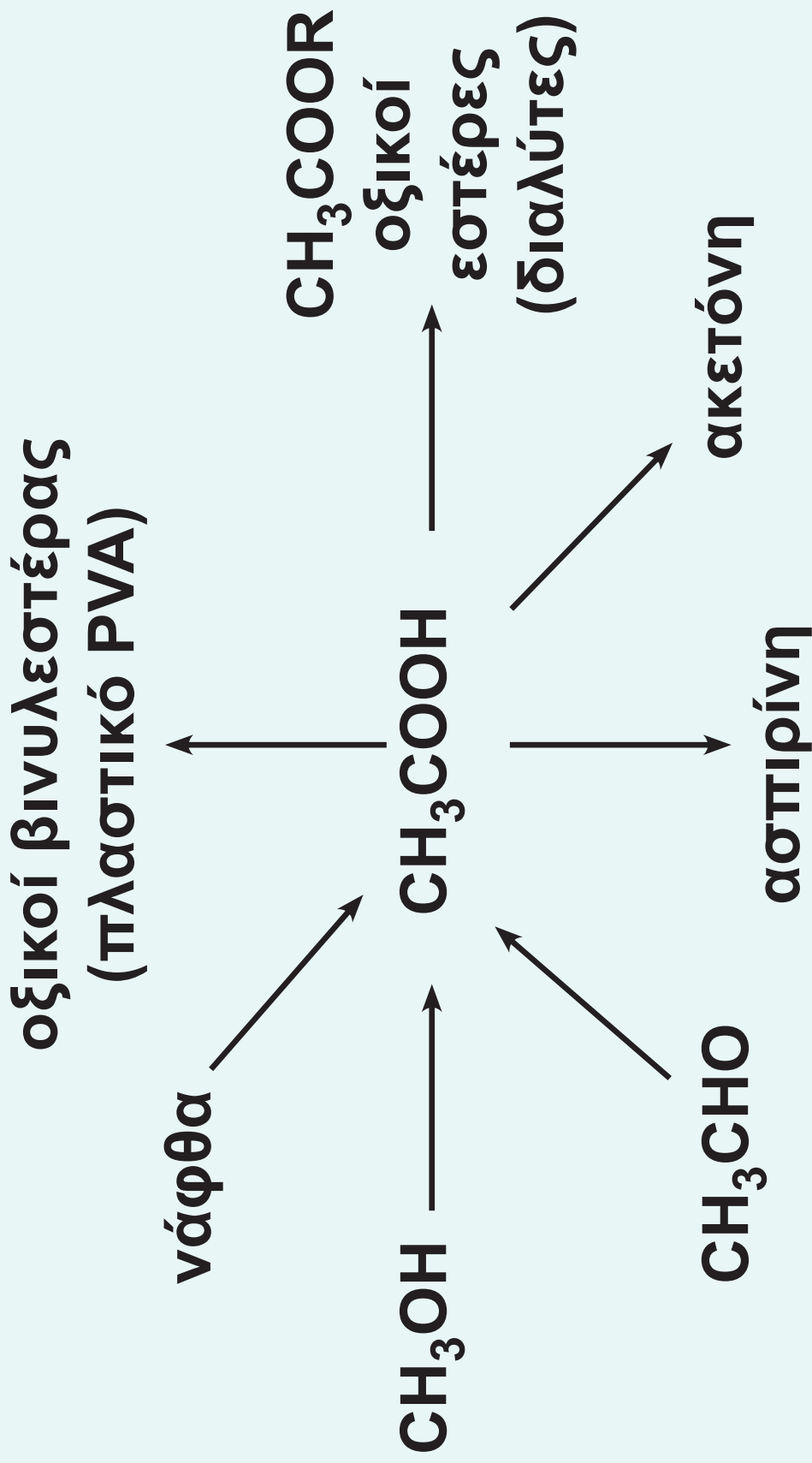
**των χρωμάτων στις ίνες,**

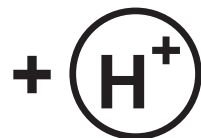
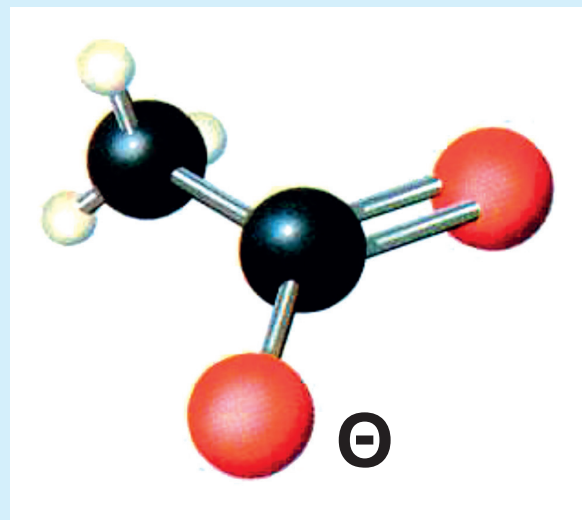
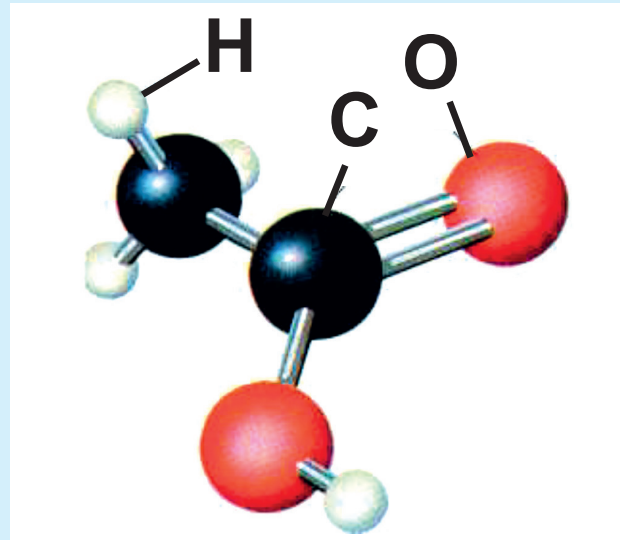
**β. στην παρασκευή τεχνητής μέταξας (οξική κυτταρίνη),**

**γ. στη βιομηχανία φαρμάκων (ασπιρίνη) και άλλων χημικών ουσιών (ακετόνη, εστέρες κ.ά.)**

**Στον πίνακα που ακολουθεί συνοψίζονται οι σημαντικότερες βιομηχανικές παρασκευές και χρήσεις του οξικού οξέος.**

# Το οξικό οξύ στη βιομηχανία



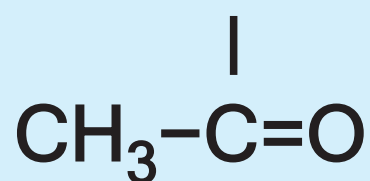


Το οξικό οξύ είναι ασθενές οξύ και ιοντίζεται μερικώς σε  $\text{H}^+$ , όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα με μοριακά μοντέλα.

• Κατά την εστεροποίηση οργανικού οξέος με αλκοόλη αντιδρά συνήθως το υδροξύλιο του οξέος. Η ρίζα που προκύπτει, αν από το  $\text{RCOOH}$  αφαιρέσουμε το υδροξύλιο, είναι το:

$\text{RCO-}$  ακύλιο

Το ακύλιο του οξικού οξέος ονομάζεται ακετύλιο:



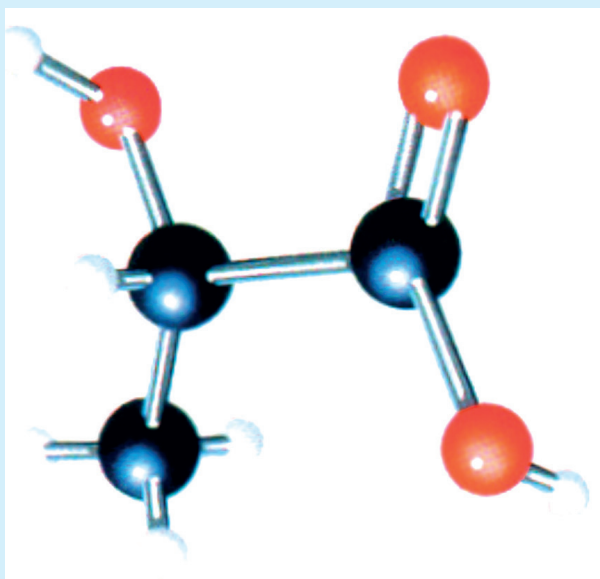
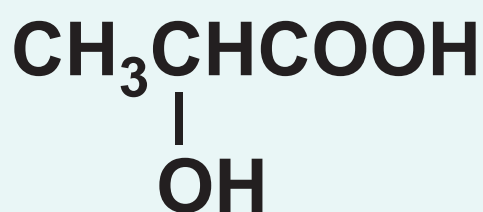


## **(4.2.) Γαλακτικό οξύ ή 2-υδροξυπροπανικό οξύ**

**Το σημαντικότερο από τα κορεσμένα μονοδροξυμονοκαρβοξυλικά οξέα είναι το γαλακτικό οξύ. Το γαλακτικό οξύ είναι πολύ διαδεδομένο στη φύση. Βρίσκεται στους μύς, όπου σχηματίζεται από τη διάσπαση του γλυκογόνου. Η περιεκτικότητα των μυών σε γαλακτικό οξύ αυξάνει κατά την κίνηση κι αυτό δημιουργεί την αίσθηση της κόπωσης. Κατά την ανάπαυση το γαλακτικό οξειδώνεται προς  $\text{CO}_2$ .**

**Η ονομασία του σύμφωνα με την IUPAC είναι 2-υδροξυπροπανικό οξύ ή α-υδροξυπροπανικό οξύ,**

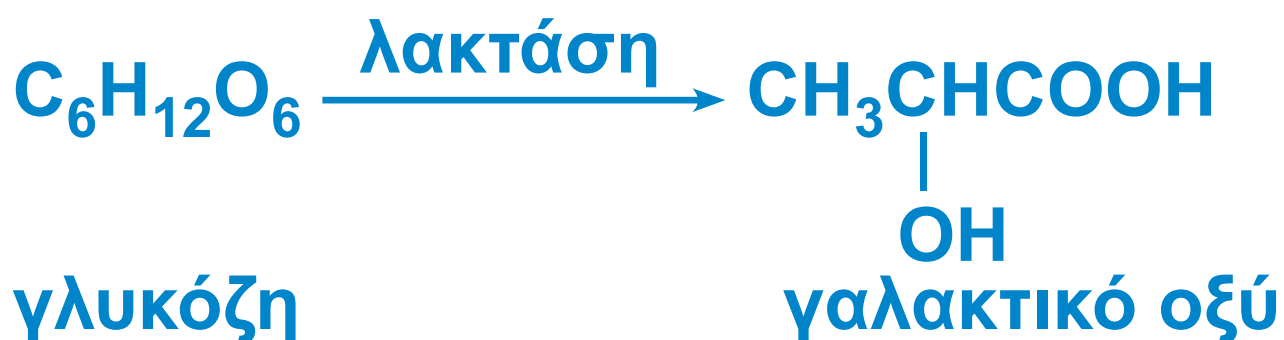
γιατί το άτομο του άνθρακα, το γειτονικό στο καρβοξύλιο, ονομάζεται και άλφα άτομο άνθρακα. Ο συντακτικός τύπος του οξέος είναι:



Μοριακό μοντέλο γαλακτικού οξέος.

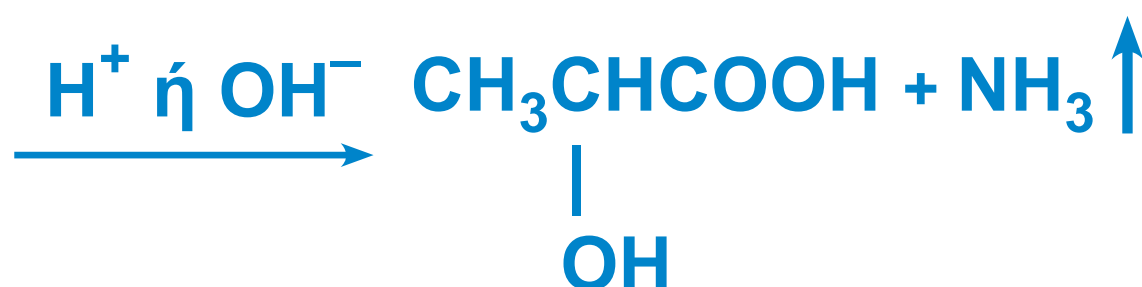
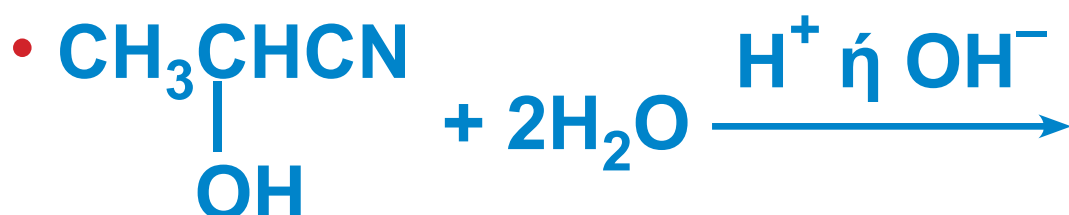
## Παρασκευές

- Με γαλακτική ζύμωση διαφόρων σακχάρων, κυρίως γλυκόζης ή γαλακτόζης παρουσία ενζύμου που ονομάζεται λακτάση (βιομηχανική μέθοδος).



Η ζύμωση αυτή συντελείται κατά την παρασκευή του γιαουρτιού ή άλλων γαλακτοκομικών προϊόντων (ξινόγαλα κ.λπ.).

- Συνθετικά παρασκευάζεται από την αιθανάλη (ακεταλδεΐδη) με την ακόλουθη σειρά αντιδράσεων:



• **Κυανυδρινική Σύνθεση** είναι μία γενική μέθοδος παρασκευής α - υδροξυοξέων. Στη σύνθεση αυτή εφαρμόζουμε κάποιες από τις γνώσεις που ήδη έχουμε αποκτήσει. Δηλαδή, την αντίδραση προσθήκης υδροκυανίου σε καρβονυλική ένωση και την υδρόλυση νιτριλίου.

## Φυσικές Ιδιότητες

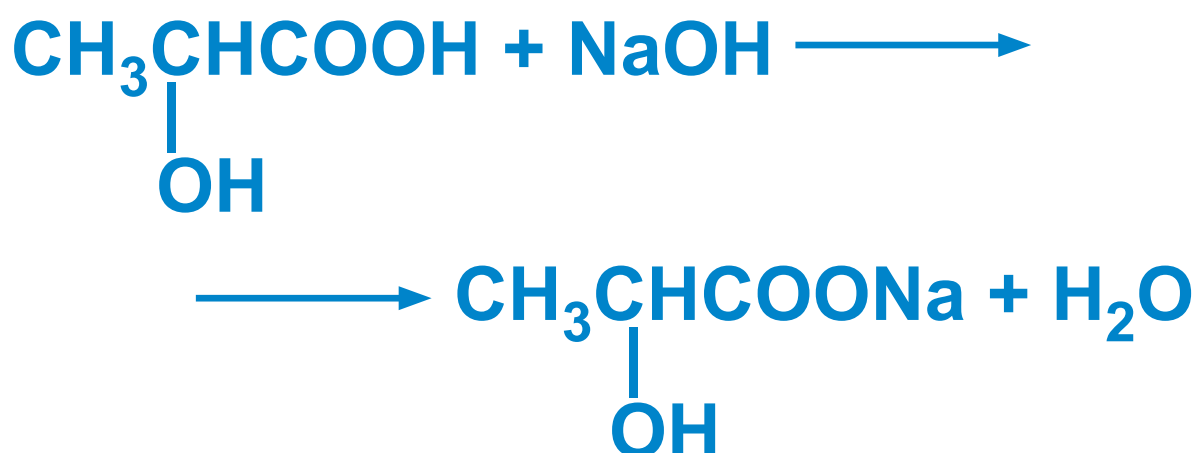
Το γαλακτικό οξύ είναι άχρωμο στερεό, κρυσταλλικό, υγροσκοπικό, διαλύεται στο νερό και στο οινόπνευμα.

## Χημικές Ιδιότητες

Το γαλακτικό οξύ έχει δύο χαρακτηριστικές ομάδες, το υδροξύλιο και το καρβοξύλιο. Γι' αυτό το λόγο, συνδυάζει τις ιδιότητες των καρβοξυλικών οξέων και των αλκοολών.

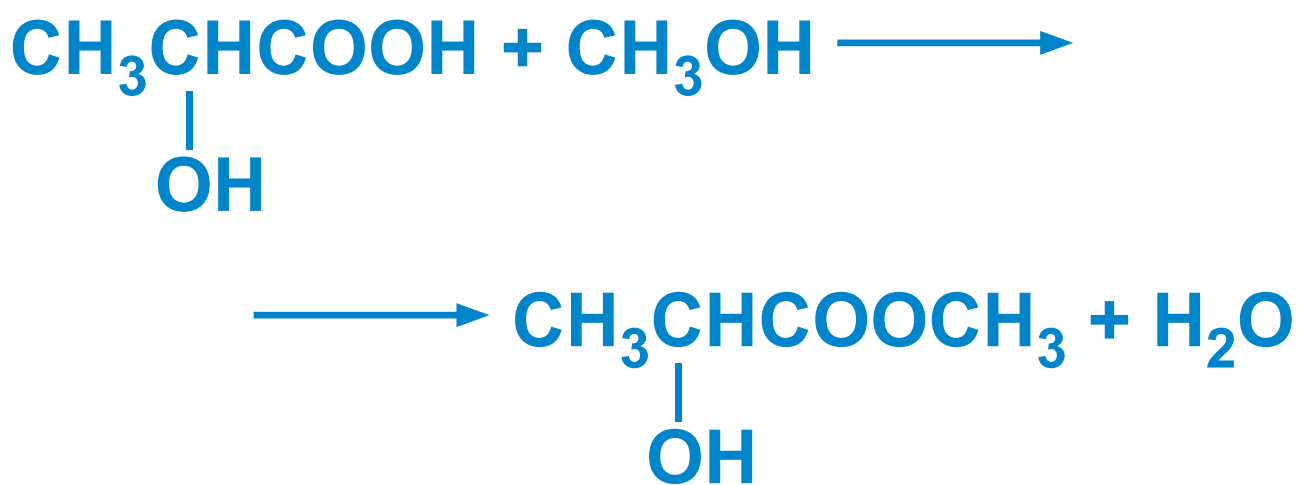
### • Ιδιότητες οξέος

#### 1. Εξουδετέρωση



45 / 116 - 117

## 2. Εστεροποίηση:

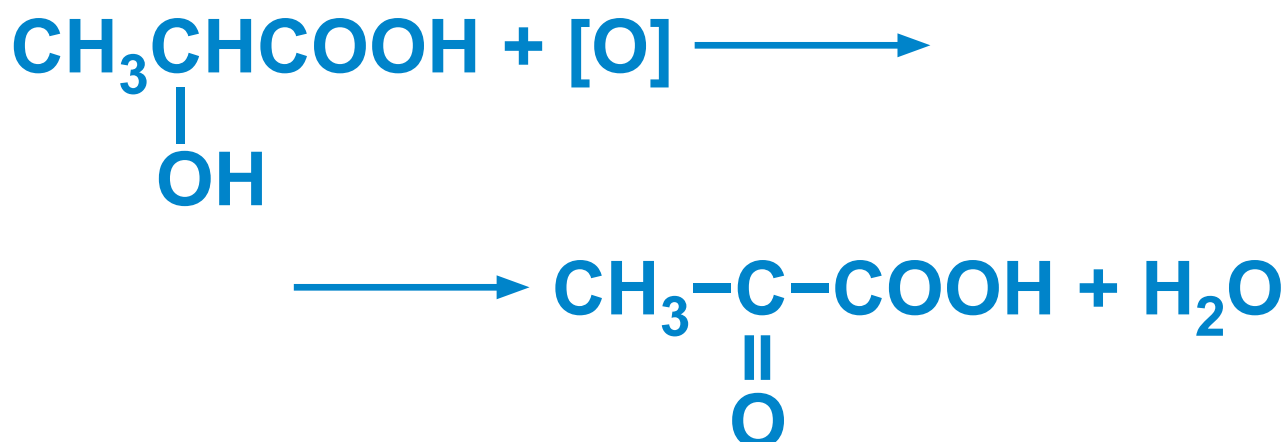


γαλακτικός μεθυλεστέρας

- **Ιδιότητες αλκοόλης**

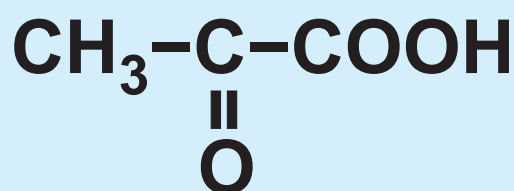
### 1. Οξείδωση

Το γαλακτικό οξύ, ως δευτεροταγής αλκοόλη, οξειδώνεται προς πυροσταφυλικό οξύ, το οποίο είναι ένα κετονοξύ με μεγάλη βιολογική σημασία.



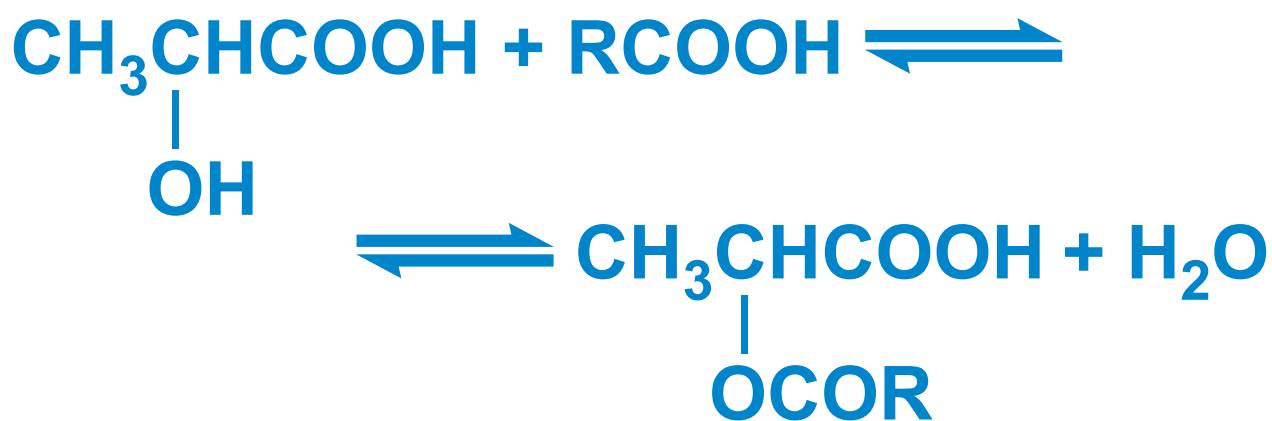
πυροσταφυλικό οξύ

- Ονομασία κατά IUPAC:  
2-κετοπροπανικό οξύ



## 2. Εστεροποίηση

Αντιδρά με οξέα και δίνει εστέρες.



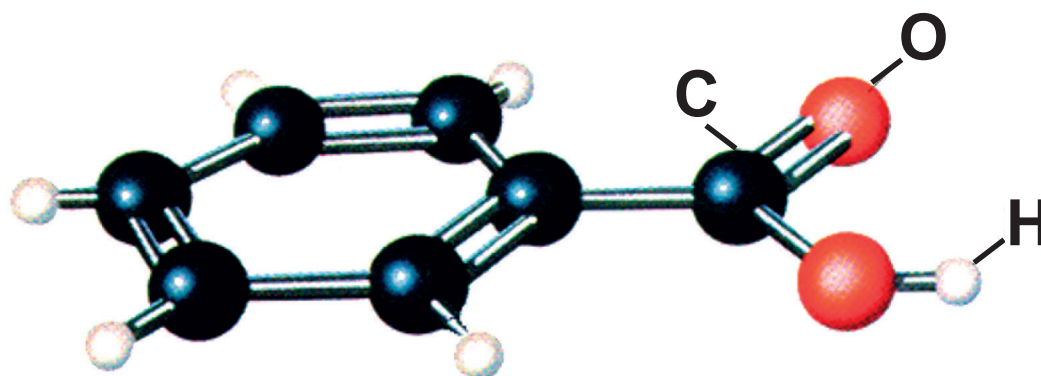
## **Χρήσεις**

**Χρησιμοποιείται στη βαφική, στη βυρσοδεψία και στη θεραπευτική ως ήπιο αντισηπτικό. Η παρασκευή γιαουρτιού στηρίζεται στη γαλακτική ζύμωση σακχάρων που περιέχονται στο γάλα. Η ξινή γεύση του γιαουρτιού οφείλεται στο γαλακτικό οξύ που περιέχεται σε αυτό.**



## (4.3.) Βενζοϊκό οξύ

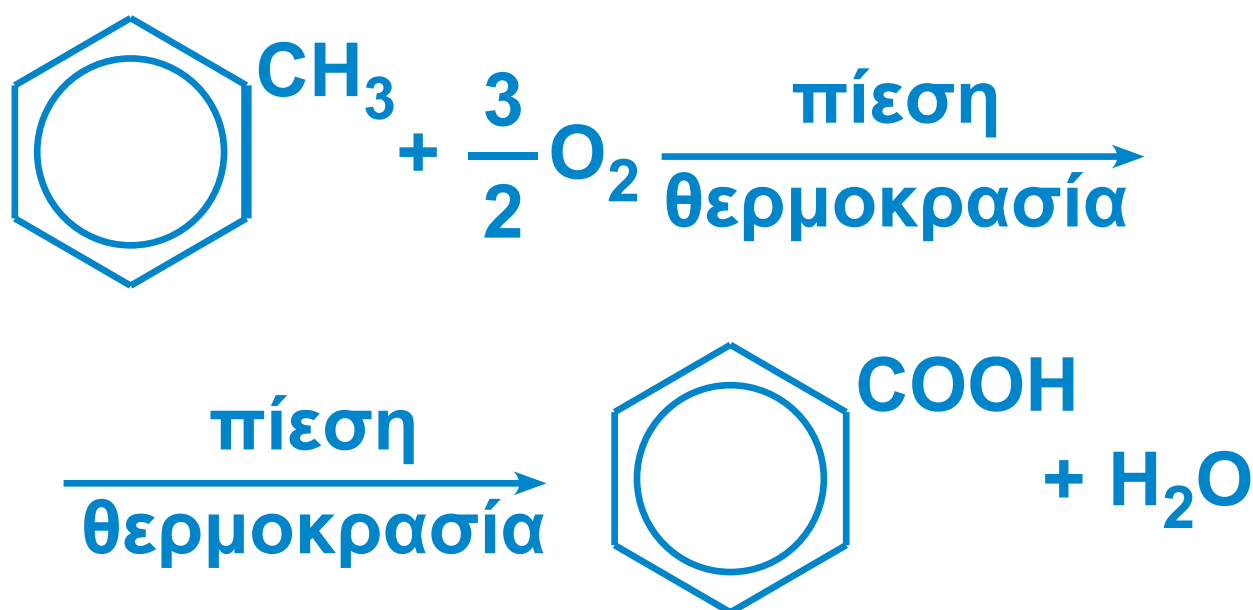
Το βενζοϊκό οξύ είναι το απλούστερο αρωματικό οξύ και προκύπτει θεωρητικά αν αντικαταστήσουμε ένα υδρογόνο του βενζολίου με καρβοξύλιο. Συνεπώς έχει τον τύπο:



ΣΧΗΜΑ 4.4 Μοριακό μοντέλο βενζοϊκού οξέος.

## Παρασκευές

Στη βιομηχανία το βενζοϊκό οξύ παρασκευάζεται με καταλυτική οξείδωση του μεθυλοβενζολίου (τολουολίου).



Το τολουόλιο, που χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη, σχηματίζεται κατά την πυρόλυση κλασμάτων του πετρελαίου και κυρίως της νάφθας. Πολύ μικρότερες ποσότητες τολουολίου απευθείας απομονώνονται

από λιθανθρακόπισσα.

## Φυσικές Ιδιότητες

Το βενζοϊκό οξύ είναι στερεό, διαλυτό σε οργανικούς διαλύτες.

## Χημικές Ιδιότητες

Το βενζοϊκό οξύ, όπως όλες οι αρωματικές ενώσεις, που έχουν χαρακτηριστική ομάδα ενωμένη με άνθρακα του δακτυλίου, παρουσιάζει δύο κατηγορίες αντιδράσεων.

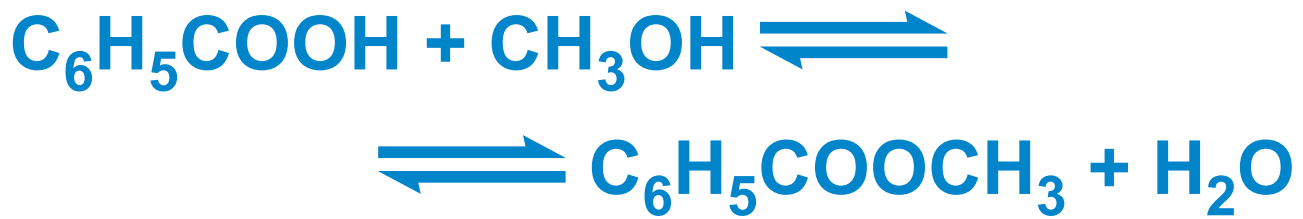
- **Αντιδράσεις δακτυλίου** (αρωματικός χαρακτήρας). Δηλαδή, δίνει εύκολα αντιδράσεις υποκατάστασης του υδρογόνου του βενζολικού δακτυλίου.

- **Αντιδράσεις πλευρικής ομάδας.**  
Δηλαδή, στην περίπτωση του βενζοϊκού οξέος, δίνει αντιδράσεις οξέος λόγω του καρβοξυλίου.

## Όξινος χαρακτήρας:

- $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{NaOH} \longrightarrow$   
 $\longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{NaHCO}_3 \longrightarrow$   
 $\longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
- $2\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{Zn} \longrightarrow$   
 $\longrightarrow (\text{C}_6\text{H}_5\text{COO})_2\text{Zn} + \text{H}_2 \uparrow$

## Εστεροποίηση:



βενζοϊκός μεθυλεστέρας

## Χρήσεις

Τα μεγαλύτερα ποσά βενζοϊκού οξέος σήμερα χρησιμοποιούνται στη συντήρηση των τροφίμων και φέρεται στο εμπόριο με το κωδικό όνομα E210. Χρησιμοποιείται επίσης στη βιομηχανία χρωμάτων, καλλυντικών και πλαστικών.

## **Γνωρίζεις ότι...**

### **Τα «Θαλασσινά» Οξέα**

Το φυτοπλαγκτόν, η πρωτόγονη, μικροσκοπική αλλά τόσο ευεργετική μονάδα ζωής, παράγει εξαιρετικής βιολογικής σημασίας ουσίες όπως γλυκόζη, λιπίδια, πρωτεΐνες, οξυγόνο και τα θαλασσινά οξέα. Γενικά, τα θαλασσινά οξέα παράγονται «προνομιακά» από τους θαλασσινούς οργανισμούς. Ανάμεσά τους ξεχωρίζουν ορισμένα, όπως το εικοσι-πεντεν-ικό οξύ (με είκοσι άτομα άνθρακα και πέντε διπλούς δεσμούς) και το εικοσιδυο-εξεν-ικό οξύ (με εικοσιδύο άτομα άνθρακα και έξι διπλούς δεσμούς).

**Οι δεσμοί αυτοί ξεκινούν από τη θέση 3, από το τέλος του μορίου, γι' αυτό και οι ενώσεις χαρακτηρίζονται ως  $\omega$ -3 πολυακόρεστα οξέα.**

**Το φυτοπλαγκτόν αποτελεί τροφή για τα μικροσκοπικά, άορατα στο μάτι γαριδάκια, δηλαδή το ζωοπλαγκτόν, αλλά και για την άκακη φάλαινα, τα καλαμάρια και πολλά άλλα ακόμα θαλασσινά. Με τη σειρά τους, τα μικρά ψάρια τρέφονται με το ζωοπλαγκτόν και αυτά καταβροχθίζονται από τα μεγαλύτερα ψάρια. Τα οξέα αυτά, που υπάρχουν κυρίως στα ψάρια, δεν είναι δυνατό να δημιουργηθούν από τον ανθρώπινο**

**οργανισμό, γι' αυτό εισάγονται σ' αυτόν με την τροφή. Οι ενάλιοι, δηλαδή, οργανισμοί έχουν κληρονομήσει τα ω-3 οξέα από την πανάρχαια ιστορία της ζωής, δισεκατομμύρια χρόνια πριν, τότε, που δεν υπήρχε παρά μόνο φυτοπλαγκτόν.**

**Αξίζει να σημειωθεί ότι στη στεριά οι σπόροι, κύρια πηγή των λαδιών (σπορέλαια), περιέχουν κυρίως ω-6 ακόρεστα οξέα, ενώ τα ω-3 σπανίζουν. Τα ω-6 ακόρεστα οξέα έχουν την τάση να μετασχηματίζονται σε αραχιδονικό οξύ. Το αραχιδονικό οξύ αποτελείται από είκοσι άτομα άνθρακα και περιέχει τέσσερις διπλούς**



**δεσμούς και, παρόλο που είναι απαραίτητο ως συστατικό της μεμβράνης των κυττάρων, έχει και δυσάρεστες παρενέργειες. Οι ουσίες που προέρχονται από αυτό, φαίνεται ότι συμβάλλουν στην αθηροσκλήρωση, στη θρόμβωση, στη ρευματική αρθρίτιδα και στο βρογχικό άσθμα.**

**Τα ω-3 ακόρεστα οξέα του θαλασσινού βασιλείου ανταγωνίζονται το σχηματισμό του αραχιδονικού οξέος, αναστέλλουν την παραγωγή του και των «απογόνων» ουσιών του. Το ίδιο αποτέλεσμα επιτυγχάνει η ασπιρίνη, το παλαιότερο συνθετικό φάρμακο, γνωστό από το 1895, της οποίας**

**η αντιθρομβωτική και η παυσίπονη δράση οφείλεται στον ίδιο μηχανισμό παρεμπόδισης της ενζυματικής μετατροπής του αραχιδονικού οξέος στους «απογόνους» του.**

**Για τους παραπάνω λόγους οι καρδιολόγοι όλου του κόσμου συνιστούν τα λιπαρά ψάρια ως κύρια τροφή και μικρές δόσεις ασπιρίνης στους ηλικιωμένους.**



## **Γνωρίζεις ότι...**

### **Χημικά Πρόσθετα**

Τα χημικά πρόσθετα που χρησιμοποιούνται στα τρόφιμα είναι ουσίες ή μίγματα ουσιών, που διαφέρουν από τα βασικά συστατικά των τροφίμων και προστίθενται σε αυτά με σκοπό να βελτιώσουν την παραγωγή τους, την επεξεργασία τους και γενικά τη συντήρηση και την εμφάνισή τους.

Τα χημικά πρόσθετα περιλαμβάνουν πάρα πολλές ομάδες, όπως τα συντηρητικά, τα αντιοξειδωτικά, τις χρωστικές, τις αρωματικές και τις γλυκαντικές

**ύλες, τους γαλακτοματοποιητές, τους σταθεροποιητές, τα πηκτικά μέσα, τα μέσα οξίνισης κι άλλες.**

**Σε διεθνή βάση υπάρχουν διάφορα συστήματα κωδικοποίησης των προσθέτων, για να διευκολύνεται η μελέτη και η χρήση τους. Το σύστημα κωδικοποίησης, που ισχύει από το 1978 στην Ευρωπαϊκή Ένωση, δηλώνει τα συγκεκριμένα πρόσθετα με το γράμμα «E». Το «E» συνοδεύεται από κάποιο τριψήφιο αριθμό και είναι ένας κωδικός χαρακτηριστικός της κατηγορίας, στην οποία ανήκει το πρόσθετο. Αυτός ο κωδικός σημαίνει ότι το χημικό πρόσθετο έχει λάβει την έγκρισή του από την Ευρωπαϊκή Ένωση**

και μπορεί να χρησιμοποιηθεί νόμιμα ως «ουσία ασφαλής για τη δημόσια υγεία» σε όλα τα κράτη μέλη.

Οι έλεγχοι για την έγκριση του προσθέτου γίνονται με μία σειρά δοκιμών, κυρίως σε πειραματόζωα, και αποβλέπουν στον καθορισμό της μέγιστης ακίνδυνης δόσης για τον άνθρωπο. Αυτή ονομάζεται «αποδεκτή ημερήσια πρόσληψη» (Α.Η.Π.) για τον άνθρωπο και εκφράζεται σε γραμμάρια ανά κιλό βάρους σώματος.

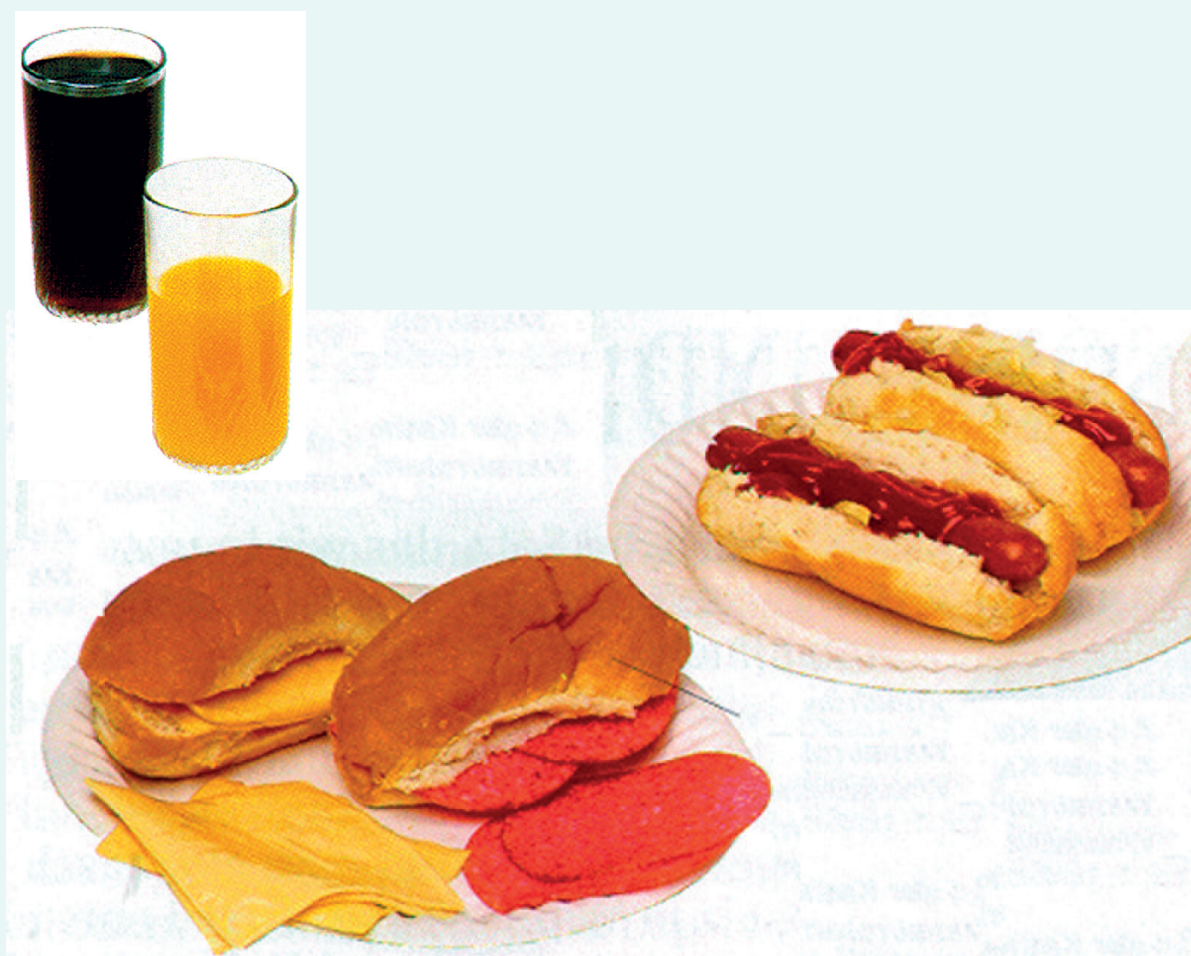
Οι κατηγορίες των προσθέτων είναι:

- E100-E199 (χρωστικές)
- E200-E299 (συντηρητικά)
- E300-E399 (αντιοξειδωτικά)

- **E400-E599** (γαλακτοποιητές, μέσα οξίνισης κ.ά.)
- **E620-E637** (ενισχυτικά γεύσης και αρώματος) κ.ο.κ.

**Τα πρόσθετα που χρησιμοποιούνται στα τρόφιμα περιλαμβάνονται στον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών κάθε χώρας. Σ' αυτόν αναφέρονται αναλυτικά οι ύλες που επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται (ουσίες ή μίγματα ουσιών), καθώς και οι δόσεις που είναι ασφαλείς για τον άνθρωπο σύμφωνα με τις τελευταίες επιστημονικές έρευνες.**





## Γνωρίζεις ότι...

Ο κατάλογος των χημικών προσθέτων περιλαμβάνει πολλά οργανικά οξέα και άλατά τους, ανά κατηγορία προσθέτων όπως είναι τα:

E260	Οξικό οξύ	$\text{CH}_3\text{COOH}$
E262	Οξικό νάτριο	$\text{CH}_3\text{COONa}$

Το οξικό οξύ έχει αντιμικροβιακές ιδιότητες και χρησιμοποιείται ως συντηρητικό τροφίμων. Στην αρτοποιία χρησιμοποιείται για να εμποδίζει την ανάπτυξη μυκήτων, που προκαλούν το



**μούχλιασμα. Στη ζυθοποιία χρησιμοποιείται για την παραγωγή σταθερής ποιότητας μπίρας. Δεν υπάρχουν γνωστά τοξικολογικά προβλήματα από την κατανάλωσή του.**

<b>E270</b>	<b>γαλακτικό οξύ</b>	$\text{CH}_3\text{CHCOOH}$   $\text{OH}$
<b>E325</b>	<b>γαλακτικό νάτριο</b>	$\text{CH}_3\text{CHCOONa}$   $\text{OH}$
<b>E326</b>	<b>γαλακτικό κάλιο</b>	$\text{CH}_3\text{CHCOOK}$   $\text{OH}$
<b>E327</b>	<b>γαλακτικό ασβέστιο</b>	$\left( \text{CH}_3\text{CHCOO} \right)_2\text{Ca}$   $\text{OH}$

**Το γαλακτικό οξύ χρησιμοποιείται ως συντηρητικό στα τρόφιμα, ακόμα και για τον αρωματισμό τους και αυξάνει την αντιοξειδωτική δράση άλλων ουσιών. Τα προϊόντα που το περιέχουν είναι πάρα πολλά, όπως η μαλακή μαργαρίνη, ποτά με διοξείδιο του άνθρακα, γάλατα βρεφών, σάλτσες για σαλάτα, συμπυκνωμένοι χυμοί ντομάτας, μαρμελάδες, κονσερβαρισμένα φρούτα κι άλλα. Στη βιολογική του δράση δεν αναφέρονται προβλήματα.**

<b>E210</b>	<b>Βενζοϊκό οξύ</b>	<b><math>C_6H_5COOH</math></b>
<b>E211</b>	<b>Βενζοϊκό νάτριο</b>	<b><math>C_6H_5COONa</math></b>
<b>E212</b>	<b>Βενζοϊκό κάλιο</b>	<b><math>C_6H_5COOK</math></b>
<b>E213</b>	<b>Βενζοϊκό ασβέστιο</b>	<b><math>(C_6H_5COO)_2Ca</math></b>

Τα παραπάνω πρόσθετα είναι συντηρητικά, χρησιμοποιούνται σε χυμούς φρούτων, σε ανθρακούχα ποτά, σε γιαούρτια με φρούτα, σε μαργαρίνες κ.ά.

**Το βενζοϊκό οξύ και οι ενώσεις του επιβαρύνουν την κατάσταση αλλεργικών ατόμων, όπως των ασθματικών και των ευαίσθητων στην ασπιρίνη.**

# Ανακεφαλαίωση

1. Τα σημαντικότερα οργανικά οξέα είναι αυτά που περιέχουν τη ρίζα καρβοξύλιο ( $-\text{COOH}$ ) και ονομάζονται καρβοξυλικά.
2. Οργανικά οξέα υπάρχουν: στο ξίδι, στο γιαούρτι, στο κρασί, στα αναψυκτικά, στους χυμούς των εσπεριδοειδών, στα τρόφιμα ως συντηρητικά.
3. Τα σπουδαιότερα καρβοξυλικά οξέα είναι τα μονοκαρβοξυλικά και πολλά από αυτά έχουν εμπειρική ονομασία που δείχνει την προέλευσή τους.

- 4.** Το σπουδαιότερο μονοκαρβοξυλικό οξύ είναι το αιθανικό ή οξικό οξύ που υπάρχει στο ξίδι. Παρασκευάζεται στη βιομηχανία με οξείδωση αλκανίων ή ακεταλδεΐδης, ή με επίδραση  $\text{CO}$  σε μεθανόλη.
- 5.** Η χαρακτηριστική ιδιότητα των κορεσμένων μονοκαρβοξυλικών οξέων είναι ο όξινος χαρακτήρας, δηλαδή το σύνολο των ιδιοτήτων που οφείλονται στην ικανότητα των οξέων να δημιουργούν σε υδατικά διαλύματα κατιόντα υδρογόνου.
- 6.** Τα κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα αντιδρούν με αλκοόλες και δίνουν εστέρες.

- 7.** Το σημαντικότερο από τα κορεσμένα μονοϋδροξυμονοκαρβοξυλικά οξέα είναι το γαλακτικό οξύ. Στη βιομηχανία παρασκευάζεται με γαλακτική ζύμωση διαφόρων σακχάρων.
- 8.** Το γαλακτικό οξύ έχει δύο χαρακτηριστικές ομάδες. Γι' αυτό δίνει αντιδράσεις οξέος (λόγω του καρβοξυλίου) και αντιδράσεις αλκοόλης (λόγω του υδροξυλίου).
- 9.** Το βενζοϊκό οξύ είναι το απλούστερο αρωματικό οξύ, προκύπτει θεωρητικά με υποκατάσταση ενός ατόμου υδρογόνου του βενζολίου με καρβοξύλιο.



**10.** Το βενζοϊκό οξύ παρουσιάζει δύο κατηγορίες αντιδράσεων. Δίνει δηλαδή τις αντιδράσεις του αρωματικού δακτυλίου, αλλά και αντιδράσεις της πλευρικής ομάδας (του καρβοξυλίου).

## Λέξεις-κλειδιά

- καρβοξύλιο
- οξικό οξύ
- όξινος χαρακτήρας
- εστεροποίηση
- γαλακτικό οξύ
- γαλακτική ζύμωση
- υδροξυοξύ
- βενζοϊκό οξύ



# Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα

## Ερωτήσεις Επανάληψης

1. Πώς ταξινομούνται τα οξέα ανάλογα με τον αριθμό των καρβοξυλίων που έχουν και πώς ανάλογα με τον τρόπο που συνδέονται τα άτομα της ανθρακικής αλυσίδας τους; Να δώσετε μερικά παραδείγματα.

- 2. Να δώσετε τους συντακτικούς τύπους τριών καρβοξυλικών οξέων που να περιέχουν και άλλη χαρακτηριστική ομάδα εκτός από το καρβοξύλιο στο μόριό τους.**
- 3. Πώς προκύπτουν θεωρητικά τα κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα;**
- 4. Τι είναι το ξίδι και πώς παρασκευάζεται;**
- 5. Τι είναι ο όξινος χαρακτήρας;**
- 6. Γιατί το γαλακτικό οξύ έχει δύο κατηγορίες χημικών ιδιοτήτων;**
- 7. Πώς προκύπτει θεωρητικά και ποιος είναι ο συντακτικός τύπος του βενζοϊκού οξέος;**

- 8.** Να αναφέρετε τις δύο κατηγορίες αντιδράσεων που δίνει το βενζοϊκό οξύ.
- 9.** Να αναφέρετε μερικές χρήσεις του οξικού οξέος.
- 10.** Πού χρησιμοποιούνται σήμερα τα μεγαλύτερα ποσά του βενζοϊκού οξέος;

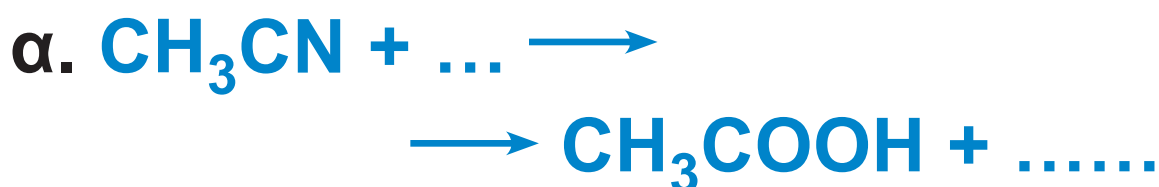
## **Ασκήσεις – Προβλήματα**

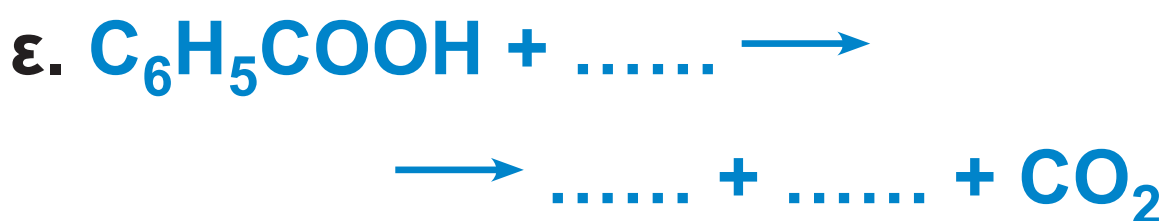
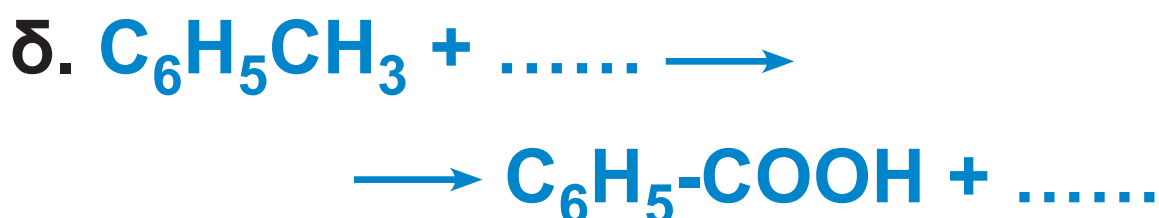
- 11.** Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις με Σ αν είναι σωστές και με Λ αν είναι λανθασμένες.
  - α.** Το οξικό οξύ βιομηχανικά παρασκευάζεται από οξειδωση αλκανίων της νάφθας.

β. Το οξικό οξύ είναι το ξίδι.  
 γ. Το βενζοϊκό οξύ έχει επτά άτομα άνθρακα στο μόριό του.  
 δ. Το γαλακτικό οξύ δίνει χημική αντίδραση με ένα άλλο οξύ.  
 Να εξηγήσετε τις απαντήσεις σας στις προτάσεις γ και δ.

**12.** Να δώσετε δύο μεθόδους παρασκευής του οξικού οξέος χρησιμοποιώντας ως οργανική ύλη:  
 α) το αιθυλένιο και β) το ακετυλένιο

**13.** Να συμπληρώσετε τις αντιδράσεις:





**14.** Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων του οξικού οξέος με:

- α) βάση, β) βασικό οξειδίο,  
γ) ανθρακικό άλας, δ) μέταλλο δραστικότερο από το υδρογόνο.

**\*15.** Διαθέτουμε στο εργαστήριο ακετυλένιο και ανόργανα υλικά και θέλουμε να παρασκευάσουμε μεθάνιο. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις της παρασκευής αυτής.

Να συνδυάσετε τις αντιδράσεις των υδρογονανθράκων και των καρβοξυλικών οξέων.

**\*16.** Το γαλακτικό οξύ παρασκευάζεται στη βιομηχανία με γαλακτική ζύμωση διαφόρων σακχάρων και συνθετικά από την ακεταλδεΐδη. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων που λαμβάνουν χώρα.

**17.** Το γαλακτικό, το αιθανικό και το βενζοϊκό οξύ έχουν μία κοινή χημική ιδιότητα, την εστεροποίηση. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις εστεροποίησης των οξέων αυτών με τη μεθανόλη.

**18.** Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις με Σ, αν είναι σωστές και με Λ, αν είναι λανθασμένες.

α. Το γαλακτικό οξύ μπορεί να αντιδράσει με το οξικό οξύ.

β. Το βενζοϊκό οξύ μπορεί να αντιδράσει με το οξικό οξύ.

γ. Το οξικό οξύ μπορεί να αντιδράσει με χαλκό.

δ. Το γαλακτικό οξύ μπορεί να αντιδράσει με την αιθανόλη.

Να αιτιολογήσετε τις σωστές



προτάσεις, δίνοντας τις σχετικές αντιδράσεις.

**19.** Πώς μπορείτε να διακρίνετε:

α) το βουτανικό οξύ από το 3-βουτενικό οξύ;

β) το προπανικό οξύ από τον οξικό μεθυλεστέρα;

**20.** Πόσα γραμμάρια οξικού οξέος και πόσα γραμμάρια υδροξειδίου του νατρίου απαιτούνται για να παρασκευαστούν 33,6 L  $\text{CH}_4$  που μετρήθηκαν σε πρότυπες συνθήκες;

90 g - 120 g

**\*21.** Το ξίδι είναι ένα διάλυμα οξικού οξέος που παράγεται από τη ζύμωση της αιθυλικής αλκοόλης ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ). Θέλουμε να παρασκευάσουμε ξίδι από κρασί  $11,5^\circ$  (αλκοολικοί βαθμοί). Να βρείτε τη μάζα του  $\text{CH}_3\text{COOH}$  που περιέχεται σε 1 L ξιδιού. Η πυκνότητα της αιθανόλης είναι  $\rho = 0,8 \text{ g/mL}$ . (Θεωρούμε ότι κατά τη ζύμωση δεν αλλάζει πρακτικά ο όγκος του διαλύματος.)

120 g

**\*22.** 30,4 g μίγματος που αποτελείται από οξικό και βενζοϊκό οξύ απαιτεί για την πλήρη εξουδετέρωσή του 16,8 g **KOH**. Να βρείτε τη σύσταση του μίγματος των δύο οξέων.

6 g - 24,4 g

**\*\*23.** 5,6 g αιθυλενίου αντιδρούν με νερό και παράγεται αλκοόλη που οξειδώνεται ποσοτικά προς την αντίστοιχη αλδεΐδη. Η αλδεΐδη αντιδρά με **HCN**, οπότε παράγεται το 2-υδροξυπροπανονιτρίλιο, το οποίο αντιδρά με το νερό σε όξινο

περιβάλλον και δίνει γαλακτικό οξύ. Το γαλακτικό οξύ διαλύεται στο νερό και παίρνουμε διάλυμα μάζας 500 g.

α) Να γράψετε όλες τις αντιδράσεις που αναφέρθηκαν.

β) Να βρείτε την % w/w (κατά βάρος) περιεκτικότητα του διαλύματος του γαλακτικού οξέος.

3,6% w/w

**24.** Σε 1 L διάλυματος **NaOH** 0,2 M προσθέτουμε 6 g καθαρού **CH<sub>3</sub>COOH**. Το διάλυμα που σχηματίζεται θερμαίνεται μέχρι το νερό να εξατμιστεί πλήρως

**και παίρνουμε στερεό υπόλειμμα Α.**

**α) Από τι αποτελείται το Α;**

**β) Πυρώνεται το Α, οπότε σχηματίζεται αέριο Β. Ποιο είναι το Β και ποιος ο όγκος του σε πρότυπες συνθήκες (STP);**

**2,24 L**

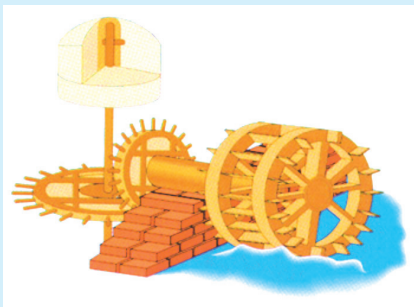
# Απαντήσεις στις ασκήσεις πολλαπλής επιλογής και σωστού - λάθους

**11.** Σ είναι: α, γ, δ

Λ είναι: β

**18.** Σ είναι: α, δ

Λ είναι: β, γ



**( ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α )**

**ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ ΟΡΩΝ**

**87 / 161**

# ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ ΟΡΩΝ

## A

**Ακόρεστες ενώσεις:** οι ενώσεις στις οποίες δύο τουλάχιστον άτομα άνθρακα συνδέονται μεταξύ τους με διπλό ή τριπλό δεσμό.

**Άκυκλες:** οι ενώσεις στις οποίες τα άτομα του άνθρακα ενώνονται σε ευθεία ή διακλαδισμένη ανθρακική αλυσίδα. Οι ενώσεις αυτές ονομάζονται αλειφατικές (ή λιπαρές).

**Αλεικυκλικές:** όλες οι μη αρωματικές ισοκυκλικές ενώσεις.

**Αλκαδιένια:** υδρογονάνθρακες με δύο διπλούς δεσμούς στο μόριό τους.



**Αλκάνια:** οι κορεσμένοι υδρογονάνθρακες.

**Αλκένια:** οι υδρογονάνθρακες με ένα διπλό δεσμό στο μόριό τους.

**Αλκίνια:** υδρογονάνθρακες με ένα τριπλό δεσμό στο μόριό τους.

**Αλκοόλες:** οργανικές ενώσεις με χαρακτηριστική ομάδα το υδροξύλιο (OH).

**Αλκοολική ζύμωση:** η παρασκευή οινοπνεύματος από τη γλυκόζη παρουσία ενζύμου.

**Αλκύλια:** κορεσμένες μονοσθενείς ρίζες, που έχουν γενικό τύπο  $C_nH_{2n+1}-$ , συμβολίζονται με R-.

**Αριθμός οκτανίου:** δείκτης ποιότητας βενζίνης.

**Αρωματική ένωση:** οργανική ένωση που περιέχει ένα τουλάχιστον βενζολικό πυρήνα.

**Ατμοσφαιρική ρύπανση:** η αλλοίωση της ποιοτικής και ποσοτικής σύστασης του ατμοσφαιρικού αέρα που μπορεί να έχει βλαβερές συνέπειες.

## **B**

**Βενζίνη:** μίγμα υδρογονανθράκων με 5 έως 12 άτομα άνθρακα στο μόριο τους. Οι μέσες τιμές των ιδιοτήτων της βενζίνης πλησιάζουν αυτές του οκτανίου.

**Βενζοϊκό οξύ:** το απλούστερο αρωματικό οξύ, προκύπτει θεωρητικά με υποκατάσταση ενός ατόμου υδρογόνου του βενζολίου με καρβοξύλιο. Παρουσιάζει δύο κατηγορίες αντιδράσεων: τις αντιδράσεις του αρωματικού δακτυλίου και τις αντιδράσεις της πλευρικής ομάδας (του καρβοξυλίου).

**Βενζόλιο:** ο κύριος εκπρόσωπος των αρωματικών υδρογονανθράκων. Στο βενζολικό δακτύλιο τα άτομα του άνθρακα συνδέονται μεταξύ τους με δεσμό ενδιάμεσο του απλού και διπλού δεσμού.

**Βιομόρια:** χημικά μόρια που υπάρχουν στους ζωντανούς οργανισμούς.

**Γ**

**Γαλακτικό οξύ:** ως υδροξυοξύ δίνει αντιδράσεις οξέος (λόγω του καρβοξυλίου) και αντιδράσεις αλκοόλης (λόγω του υδροξυλίου).

**Γαλακτική ζύμωση:** διεργασία που βρίσκει εφαρμογή στη βιομηχανία

για την παρασκευή γαλακτικού οξέ-  
ος.

**Δ**

**Διύλιση:** η κατεργασία μετατροπής του αργού πετρελαίου σε εμπορεύσιμα προϊόντα.

**Ε**

**Εμπειρικός τύπος:** δείχνει από ποια στοιχεία αποτελείται η ένωση και την αναλογία των ατόμων στο μόριο αυτής.

**Ετεροκυκλικές:** ονομάζονται οι κυκλικές ενώσεις στις οποίες ο δακτύλιος σχηματίζεται όχι μόνο από άτομα άνθρακα, αλλά και από άτομα άλλου στοιχείου, συνήθως O, N.

**Εστεροποίηση:** η αντίδραση οξέος με αλκοόλη.

**Η**

**Ηλεκτρόνια σθένους:** ηλεκτρόνια εξωτερικής στιβάδας που καθορίζουν τη χημική συμπεριφορά του ατόμου.

**Ι**

**Ισοκυκλικές:** ονομάζονται οι κυκλικές ενώσεις στις οποίες ο δακτύλιος σχηματίζεται αποκλειστικά και μόνο από άτομα άνθρακα.

**Ισομέρεια:** το φαινόμενο κατά το οποίο δύο ή και περισσότερες ενώσεις με τον ίδιο μοριακό τύπο

έχουν διαφορές στις ιδιότητές τους.

## **Κ**

**Καρβοξυλικά οξέα:** οργανικά οξέα που περιέχουν τη ρίζα καρβοξύλιο ( $-\text{COOH}$ ).

**Καταλύτης αυτοκινήτου:** συσκευή που περιορίζει μέσω χημικών αντιδράσεων μερικά επικίνδυνα συστατικά των καυσαερίων.

**Καύση:** η αντίδραση μιας ουσία με οξυγόνο ή αέρα που συνοδεύεται από παραγωγή φωτός και θερμότητας.

**Καύσιμα:** ουσίες που όταν καίγονται, αποδίδουν σημαντικά και εκμεταλλεύσιμα ποσά ενέργειας.

**Κορεσμένες ενώσεις:** ενώσεις στις οποίες όλα τα άτομα άνθρακα συνδέονται μεταξύ τους με απλούς δεσμούς.

**Κυκλικές:** ενώσεις στο μόριο των οποίων υπάρχει ένας τουλάχιστον δακτύλιος, δηλαδή σχηματίζεται κλειστή αλυσίδα.

**M**

**Μοριακός τύπος:** είναι ο χημικός τύπος που δείχνει τον ακριβή αριθμό των ατόμων των διαφόρων στοιχείων στο μόριο της ένωσης.

**N**

**Νάφθα:** το κλάσμα της απόσταξης



του αργού πετρελαίου μεταξύ βενζίνης και κηροζίνης.



**Ξίδι:** το διάλυμα του οξικού οξέος.

**O**

**Οινόπνευμα:** Η σπουδαιότερη κορεσμένη μονοσθενής αλκοόλη (αιθανόλη  $C_2H_5OH$ ). Μεγάλες ποσότητες αυτού παρασκευάζονται από το αιθυλένιο. Χρησιμοποιείται κυρίως στα αλκοολούχα ποτά, καθώς και ως πρώτη ύλη για την σύνθεση οργανικών ενώσεων.

**Ομόλογη σειρά:** ένα σύνολο οργανικών ενώσεων, των οποίων τα μέλη (οργανικές ενώσεις) έχουν τα

**εξής κοινά χαρακτηριστικά:**

- 1. Έχουν τον ίδιο γενικό μοριακό τύπο.**
- 2. Όλα τα μέλη έχουν ανάλογη σύνταξη και περιέχουν την ίδια χαρακτηριστική ομάδα.**
- 3. Έχουν παρόμοιες χημικές ιδιότητες, καθώς η χημική συμπεριφορά τους εξαρτάται από τη σύνταξη του μορίου και τις χαρακτηριστικές ομάδες.**
- 4. Οι φυσικές τους ιδιότητες μεταβάλλονται ανάλογα με τη σχετική μοριακή τους μάζα ( $M_r$ ) και τη θέση της χαρακτηριστικής ομάδας.**
- 5. Έχουν παρόμοιες παρασκευές.**
- 6. Κάθε μέλος διαφέρει από το προηγούμενο και το επόμενο του κατά την ομάδα  $-CH_2-$ .**

**Ομοιοπολικός δεσμός:** ο δεσμός που δημιουργείται με αμοιβαία συνεισφορά ηλεκτρονίων.

**Όξινη βροχή:** η βροχή που έχει pH μικρότερο του 5,6 που είναι το pH της καθαρής βροχής.

**Όξινος χαρακτήρας:** κοινές ιδιότητες των οξέων.

**Οργανικά οξέα:** τα οξέα που περιέχουν την ομάδα του καρβοξυλίου.

**Οργανική Χημεία:** η χημεία των ενώσεων του άνθρακα.

# **Π**

**Περιεκτικότητα διαλύματος:** το μέγεθος που δείχνει την ποσότητα της διαλυμένης ουσίας σε ορισμένη ποσότητα διαλύματος.

**Πετρέλαιο:** υγρό ορυκτό που αποτελείται κυρίως από υγρούς υδρογονάνθρακες στους οποίους είναι διαλυμένοι αέριοι και στερεοί υδρογονάνθρακες.

**Πετροχημεία:** ο κλάδος της βιομηχανικής χημείας που περιλαμβάνει το σύνολο των μεθόδων παραγωγής χημικών προϊόντων με πρώτη ύλη το πετρέλαιο.

**Πολυμερισμός:** η συνένωση μικρών μορίων, που ονομάζονται μονομερή, προς σχηματισμό ενός μεγαλύτερου μορίου που ονομάζεται πολυμερές.

**Πρωτεΐνες:** βιολογικά μακρομόρια που προέρχονται από την συνένωση αμινοξέων μέσω πεπτιδικού δεσμού.

**Πυρόλυση:** η θέρμανση υδρογονανθράκων και γενικότερα ουσιών, παρουσία καταλυτών και απουσία αέρα.

**Σ**

**Σάπωνες:** μίγματα αλάτων, μακράς αλυσίδας, καρβοξυλικών οξέων με

**Na ή K.**

**Σαπωνοποίηση:** η υδρόλυση, παρουσία βάσεων, των τριγλυκεριδίων που δίνει γλυκερίνη και σάπωνες.

**Στερεοϊσομερή:** ενώσεις με ίδιο μοριακό και συντακτικό τύπο αλλά διαφορετικό στερεοχημικό.

**Στοιχειακή χημική ανάλυση:** το σύνολο των εργασιών που γίνονται για τον προσδιορισμό της χημικής σύστασης μιας ένωσης. Περιλαμβάνει την ποιοτική και ποσοτική στοιχειακή ανάλυση.

**ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΑ ΙΣΟΜΕΡΗ: ενώσεις με ίδιο μοριακό αλλά διαφορετικό συντακτικό τύπο. Διακρίνονται σε ισομερή αλυσίδας, θέσης και ομόλογης σειράς.**

**Υ**

**Υδατάνθρακες: πολυυδροξυαλδεΐδες και πολυυδροξυκετόνες.**

**Υφάνσιμες ύλες: με κατάλληλη επεξεργασία μπορούν να μετατραπούν σε ίνες από τις οποίες παρασκευάζονται νήματα και υφάσματα.**

## **Φ**

**Φαινόλη ή υδροξυβενζόλιο:** η απλούστερη αρωματική αλκοόλη. Τα μεγαλύτερα ποσά της σήμερα παρασκευάζονται από το πετρέλαιο.

**Φυσικό αέριο:** μίγμα υδρογονανθράκων που συνυπάρχει με το πετρέλαιο και έχει ως κύριο συστατικό του το μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ).

**Φωτοσύνθεση:** η σύνθεση των υδρογονανθράκων στα φυτά με ταυτόχρονη παραγωγή οξυγόνου από την αντίδραση του  $\text{CO}_2$  με το  $\text{H}_2\text{O}$  και με τη βοήθεια της ηλιακής ενέργειας.



**Φωτοχημική ρύπανση: η ρύπανση που προκαλείται από την μετατροπή πρωτογενών ρυπαντών σε δευτερογενείς υπό την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας.**

# ( ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β )

## ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ

Για τον Περιοδικό Πίνακα βλέπε  
στο τέλος του βιβλίου.

**( ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ )**

**ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΑΤΟΜΙΚΕΣ  
ΜΑΖΕΣ ΟΡΙΣΜΕΝΩΝ  
ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΓΙΑ  
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥΣ**

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΕΤΙΚΩΝ  
ΑΤΟΜΙΚΩΝ ΜΑΖΩΝ  
ΜΕ ΤΕΣΣΕΡΑ  
ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ ΨΗΦΙΑ**

**107 / 169**

**Σχετικές Ατομικές Μάζες  
ορισμένων στοιχείων  
(για υπολογισμούς)**

**Άζωτο N 14**

**Άνθρακας C 12**

**Αργίλιο Al 27**

**Άργυρος Ag 108**

**Ασβέστιο Ca 40**

**Βάριο Ba 137**

**Βρώμιο Br 80**

**Θείο S 32**

**Ιώδιο I 127**

**Κάλιο K 39**

**108 / 169**

**Σχετικές Ατομικές Μάζες  
ορισμένων στοιχείων  
(για υπολογισμούς)**

**Κασσίτερος Sn 119**

**Μαγγάνιο Mn 55**

**Μαγνήσιο Mg 24**

**Μόλυβδος Pb 207**

**Νάτριο Na 23**

**Νικέλιο Ni 59**

**Οξυγόνο O 16**

**Πυρίτιο Si 28**

**Σίδηρος Fe 56**

**Υδράργυρος Hg 201**

**109 / 169**

<b>Υδρογόνο</b>	<b>H</b>	<b>1</b>
<b>Φθόριο</b>	<b>F</b>	<b>19</b>
<b>Φωσφόρος</b>	<b>P</b>	<b>31</b>
<b>Χαλκός</b>	<b>Cu</b>	<b>63,5</b>
<b>Χλώριο</b>	<b>Cl</b>	<b>35,5</b>
<b>Χρώμιο</b>	<b>Cr</b>	<b>52</b>
<b>Ψευδάργυρος</b>	<b>Zn</b>	<b>65</b>

**ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΑΤΟΜΙΚΕΣ ΜΑΖΕΣ ( $A_r$ ) ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΜΕ  
ΤΕΣΣΕΡΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ ΨΗΦΙΑ**

**Η σύγκριση έγινε με βάση το ισότοπο  $^{12}\text{C}$  που έχει**

**$A_r = 12$  ακριβώς**

**111 / 170**

<b>Ατομ. Αριθ.</b>	<b>Όνομα</b>	<b>Σύμβολο</b>	<b><math>A_r</math></b>
<b>1</b>	<b>Υδρογόνο</b>	<b>H</b>	<b>1.008</b>
<b>2</b>	<b>Ήλιο</b>	<b>He</b>	<b>4.003</b>
<b>3</b>	<b>Λίθιο</b>	<b>Li</b>	<b>6.941</b>
<b>4</b>	<b>Βηρύλλιο</b>	<b>Be</b>	<b>9.012</b>
<b>5</b>	<b>Βόριο</b>	<b>B</b>	<b>10.81</b>

Ατομ. Αριθ.	Όνομα	Σύμβολο	$A_r$
6	Άνθρακας	C	12.01
7	Άζωτο	N	14.01
8	Οξυγόνο	O	16.00
9	Φθόριο	F	19.00
10	Νέο	Ne	20.18
11	Νάτριο	Na	22.99
12	Μαγνήσιο	Mg	24.31
13	Αργίλιο (Αλουμίνιο)	Al	26.98



14	Πυρίτιο	Si	28.09
15	Φώσφορος	P	30.97
16	Θείο	S	32.07
17	Χλώριο	Cl	35.45
18	Αργό	Ar	39.95
19	Κάλιο	K	39.10
20	Ασβέστιο	Ca	40.08
21	Σκάνδιο	Sc	44.96
22	Τιτάνιο	Ti	47.88
23	Βανάδιο	V	50.94
24	Χρώμιο	Cr	52.00

Ατομ. Αριθ.	Όνομα	Σύμβολο	$A_r$
25	Μαγγάνιο	Mn	54.94
26	Σίδηρος	Fe	55.85
27	Κοβάλτιο	Co	58.93
28	Νικέλιο	Ni	58.69
29	Χαλκός	Cu	63.55
30	Ψευδάργυρος	Zn	65.39
31	Γάλλιο	Ga	69.72
32	Γερμάνιο	Ge	72.59
33	Αρσενικό	As	74.92

34	Σελήνιο	Se	78.96
35	Βρώμιο	Br	79.90
36	Κρυπτό	Kr	83.80
37	Ρουβίδιο	Rb	85.47
38	Στρόντιο	Sr	87.62
39	Ύττιριο	Y	88.91
40	Ζιρκόνιο	Zr	91.22
41	Νιόβιο	Nb	92.21
42	Μολυβδαίνιο	Mo	95.94
43	Τεχνήτιο	<sup>99</sup> Tc	98.91
44	Ρουθήνιο	Ru	101.1

Ατομ. Αριθ.	Όνομα	Σύμβολο	$A_r$
45	Ρόδιο	Rh	102.9
46	Παλλάδιο	Rd	106.4
47	Άργυρος	Ag	107.9
48	Κάδμιο	Cd	112.4
49	Ίνδιο	In	114.8
50	Κασσίτερος	Sn	118.7
51	Αντιμόνιο	Sb	121.8
52	Τελλούριο	Te	127.6
53	Ιώδιο	I	126.9

54	Ξένο	Xe	131.3
55	Καίσιο	Cs	132.9
56	Βάριο	Ba	137.3
57	Λανθάνιο	La	138.9
58	Δημήτριο	Ce	140.1
59	Πρασινοδύμιο	Pr	140.9
60	Νεοδύμιο	Nd	144.2
61	Προμήθειο	<sup>145</sup> Pm	144.9
62	Σαμάριο	Sm	150.4
63	Ευρώπιο	Eu	152.0
64	Γαδολίνιο	Gd	157.3

Ατομ. Αριθ.	Όνομα	Σύμβολο	$A_r$
65	Τέρβιο	Tb	158.9
66	Δυσπρόσιο	Dy	162.5
67	Όλμιο	Ho	164.9
68	Έρβιο	Er	167.3
69	Θούλιο	Tm	168.9
70	Υπτέρβιο	Yb	173.0
71	Λουτήτιο	Lu	175.0
72	Άφνιο	Hf	178.5
73	Ταντάλιο	Ta	180.9

74	<b>Βολφράμιο (Τουγκοστένιο)</b>	<b>W</b>	<b>183.9</b>
75	<b>Ρήνιο</b>	<b>Re</b>	<b>186.2</b>
76	<b>Όσμιο</b>	<b>Os</b>	<b>190.2</b>
77	<b>Ιρίδιο</b>	<b>Ir</b>	<b>192.2</b>
78	<b>Λευκόχρυσος (Πλατίνα)</b>	<b>Pt</b>	<b>195.1</b>
79	<b>Χρυσός</b>	<b>Au</b>	<b>197.0</b>
80	<b>Υδράργυρος</b>	<b>Hg</b>	<b>200.6</b>
81	<b>Θάλλιο</b>	<b>Tl</b>	<b>204.4</b>
82	<b>Μόλυβδος</b>	<b>Pb</b>	<b>207.2</b>

**119 / 170**

Ατομ. Αριθ.	Όνομα	Σύμβολο	$A_r$
83	Βισμούθιο	<b>Bi</b>	209.0
84	Πολώνιο	<sup>210</sup> Po	210.0
85	Άστατο	<sup>210</sup> At	210.0
86	Ραδόνιο	<sup>222</sup> Rn	222.0
87	Φράγκιο	<sup>223</sup> Fr	223.0
88	Ράδιο	<sup>226</sup> Ra	226.0
89	Ακτίνιο	<sup>227</sup> Ac	227.0
90	Θόριο	Th	232.0

120 / 170



<b>91</b>	<b>Πρωτακτίνιο</b>	<b><math>^{231}\text{Pa}</math></b>	<b>231.0</b>
<b>92</b>	<b>Ουράνιο</b>	<b>U</b>	<b>238.0</b>
<b>93</b>	<b>Ποσειδώνιο (Νεπτούνιο)</b>	<b><math>^{237}\text{Np}</math></b>	<b>237.0</b>
<b>94</b>	<b>Πλουτώνιο</b>	<b><math>^{239}\text{Pu}</math></b>	<b>239.1</b>
<b>95</b>	<b>Αμερίκιο</b>	<b><math>^{243}\text{Am}</math></b>	<b>243.1</b>
<b>96</b>	<b>Κιούριο</b>	<b><math>^{247}\text{Cm}</math></b>	<b>247.1</b>
<b>97</b>	<b>Μπιρκέλιο</b>	<b><math>^{247}\text{Bk}</math></b>	<b>247.1</b>
<b>98</b>	<b>Καλιφόρνιο</b>	<b><math>^{252}\text{Cf}</math></b>	<b>252.1</b>
<b>99</b>	<b>Αϊνσταϊνίο</b>	<b><math>^{252}\text{Es}</math></b>	<b>252.1</b>

Ατομ. Αριθ.	Όνομα	Σύμβολο	$A_r$
100	Φίρμιο	$^{257}\text{Fm}$	257.1
101	Μεντελέβιο	$^{256}\text{Md}$	256.1
102	Νομπτέλιο	$^{259}\text{No}$	259.1
103	Λωρένσιο	$^{260}\text{Lr}$	260.1

**( ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ )**

**ΘΕΜΕΛΙΩΔΗ ΜΕΓΕΘΗ  
ΚΑΙ ΜΟΝΑΔΕΣ**

**ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑ ΚΑΙ  
ΥΠΟΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑ  
ΜΟΝΑΔΩΝ**

<b>Μέγεθος</b>	<b>Σύμβολο μεγέθους</b>	<b>Ονομασία μονάδας</b>	<b>Σύμβολο μονάδας</b>
<b>Μήκος</b>	<b>l</b>	<b>μέτρο</b>	<b>m</b>
<b>Μάζα</b>	<b>m</b>	<b>χιλιόγραμμα</b>	<b>kg</b>
<b>Χρόνος</b>	<b>t</b>	<b>δευτερόλεπτο</b>	<b>s</b>
<b>Θερμοκρασία</b>	<b>T</b>	<b>κέλβιν</b>	<b>K</b>
<b>Ποσότητα ουσίας</b>	<b>n</b>	<b>μολ</b>	<b>mol</b>
<b>Ποσότητα ηλεκτρισμού</b>	<b>I</b>	<b>αμπέρ</b>	<b>A</b>
<b>Φωτεινή Ισχύς</b>	<b>I<sub>u</sub></b>	<b>καντέλα</b>	<b>cd</b>

**Πρόθεμα Σύμβολο**      **Σχέση με τη**  
**βασική μονάδα**      **Παράδειγμα**

**Mega-**      **M**       $10^6$        $1\text{Mm} = 10^6\text{m}$

**kilo-**      **k**       $10^3$        $1\text{km} = 10^3\text{m}$

**deci-**      **d**       $10^{-1}$        $1\text{dm} = 10^{-1}\text{m}$

**centi-**      **c**       $10^{-2}$        $1\text{cm} = 10^{-2}\text{m}$

**milli-**      **m**       $10^{-3}$        $1\text{mm} = 10^{-3}\text{m}$

**micro-**      **μ**       $10^{-6}$        $1\mu\text{m} = 10^{-6}\text{m}$

**nano-**      **n**       $10^{-9}$        $1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$

**pico-**      **p**       $10^{-12}$        $1\text{pm} = 10^{-12}\text{m}$

# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

## Ελληνόγλωσση

- \* Α.Γ. Βάρβογλης, «Χημείας Απόσταγμα», Εκδ. Τροχαλία, 1992.
- \* Α.Γ. Βάρβογλης, «Η Κρυφή Γοητεία της Χημείας», Εκδ. Τροχαλία, 1994.
- \* Α.Γ. Βάρβογλης, «Μεγάλοι Χημικοί», Εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 1995.
- \* Α.Γ. Βάρβογλης και Ν. Ε. Αλεξάνδρου, «Οργανική Χημεία», 4η έκδοση, Θεσσαλονίκη, 1970.
- \* Δ. Γάκης, «Ασκήσεις Χημικής Ισορροπίας σε Υδατικά Διαλύματα», Εκδ. ΕΜΠ, 1980.

- \* **Δ. Γάκης, Α. Κάλλης, Κ. Καφετζόπουλος, Σ. Κονιδάρης, Δ. Κούρτης, «Χημεία Β' Λυκείου», ΟΕΔΒ, Αθήνα, 1996.**
- \* **Δ. Γάκης, Α. Κάλλης, Κ. Καφετζόπουλος, Σ. Κονιδάρης, Δ. Κούρτης, «Χημεία Β' Λυκείου, Λύσεις Ασκήσεων», ΟΕΔΒ, Αθήνα, 1997.**
- \* **Τ. Γεωργιάδου, Κ. Καφετζόπουλος, Ν. Πρόβης, Ν. Σπυρέλλης, Δ. Χηνιάδης, «Χημεία Β' Γυμνασίου», ΟΕΔΒ, Αθήνα, 1998.**
- \* **Τ. Γεωργιάδου, Κ. Καφετζόπουλος, Ν. Πρόβης, Ν. Σπυρέλλης, Δ. Χηνιάδης, «Χημεία Γ' Γυμνασίου», ΟΕΔΒ, Αθήνα 1998.**

- \* **Δ. Θεοδωρόπουλος, Π. Θεοδωρόπουλος, Κ. Παπαζήσης, «Ονοματολογία-Ισομέρεια», Εκδ. Πελεκάνος, 1995.**
- \* **Δ. Θεοδωρόπουλος, Π. Θεοδωρόπουλος, «Μαθήματα Οργανικής Χημείας», Εκδ. Πελεκάνος, 1997.**
- \* **Δ. Θεοδωρόπουλος, Π. Θεοδωρόπουλος, Κ. Κομνηνός, «Μαθήματα Γενικής Χημείας», Εκδ. Σαββάλα, 1995.**
- \* **Π. Θεοδωρόπουλος, Δ. Θεοδωρόπουλος, Κ. Παπαζήσης, «Ασκήσεις Χημείας Α' Λυκείου», Εκδ. Πελεκάνος, 1996.**
- \* **Ε. Καπετάνου, Α. Μαυρόπουλος, «Χημεία Β' Ενιαίου Λυκείου», ΟΕΔΒ, 1998.**



- \* Β. Καρώνης, Α. Μπομπέτσης, Δ. Υφαντής, «Εργαστήριο Χημείας - Γ' Τάξη ΕΠΛ», ΟΕΔΒ, 1992.
- \* Β. Καρώνης, Α. Μπομπέτσης, Δ. Υφαντής, «Εργαστήριο Χημείας Γ' Τάξη ΕΠΛ - Τετράδιο Πειραμάτων», ΟΕΔΒ, 1992.
- \* Δ. Κατάκης - Γ. Πνευματικάκης «Πανεπιστημιακή Ανόργανος Χημεία», ΟΕΔΒ, 1983.
- \* Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας, «Αξιολόγηση των μαθητών της Α' Λυκείου στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών», ΟΕΔΒ, Αθήνα, 1997.
- \* Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας, «Αξιολόγηση των μαθητών της Α' Λυκείου (γενικές οδηγίες και

**στοιχεία μεθοδολογίας»**, ΟΕΔΒ,  
Αθήνα, 1997.

- \* **Ν.Δ. Κλούρας**, «**Βασική Ανόργανη Χημεία**», Εκδ. Π. Τρακλός-Ε. Κωσταράκη, Αθήνα, 1998.
- \* **Θ.Σ. Κουσούρης**, **Α.Μ. Αθανασάκης**, «**Περιβάλλον, Οικολογία, Εκπαίδευση**», Εκδ. Σαββάλα, 1994.
- \* **Σ. Λιοδάκης**, «**Ασκήσεις Ανοργάνου Χημείας**», Εκδ. ΕΜΠ, 1982.
- \* **Σ. Λιοδάκης**, «**Εισαγωγικά Μαθήματα Αναλυτικής Χημείας**», Εκδ. ΕΜΠ, 1999.
- \* **Ζ. Λοΐζος**, «**Γενική Χημεία**», Εκδ. ΕΜΠ, 1997.

- \* **Γ. Μανουσάκης, «Γενική και Ανόργανη Χημεία», Εκδ. Αφοί Κυριακίδη, 2<sup>η</sup> έκδοση, 1994.**
- \* **Κ. Μανωλκίδης, Κ. Μπέζας, «Χημεία Γενική και Ανόργανη», Αθήνα, 1993.**
- \* **Α. Μαυρόπουλος, Ε. Καπετάνου, «Χημεία Α' Ενιαίου Λυκείου», ΟΕΔΒ, 1998.**
- \* **Α. Μπομέτσης, Π. Καλλίτσης, «Εργαστήριο Χημείας Β' Τάξη ΕΠΛ», ΟΕΔΒ, 1986.**
- \* **Α. Μπομέτσης, Π. Καλλίτσης, «Εργαστήριο Χημείας Β' Τάξη ΕΠΛ - Τετράδιο Πειραμάτων», ΟΕΔΒ, 1986.**

- \* **J. Mc Murry «Οργανική Χημεία, Τόμος Ι», Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, 1998.**
- \* **Morrison και Boyd «Οργανική Χημεία», Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 1991.**
- \* **Γ.Κ. Παρισσάκης, «Βασικές Αρχές Αναλυτικής Χημείας», Εκδ. Παπασωτηρίου, 1996.**
- \* **Γ.Κ. Παρισσάκης, «Εργαστηριακές Ασκήσεις Ανοργάνου Χημείας», Εκδ. Παπασωτηρίου, 1996.**
- \* **Ε. Παπαχριστοδούλου, Β Λοΐζου, Γ. Παπαχρυσοστόμου, Κ. Κουμίδης «Οργανική Χημεία Γ' Λυκείου», Λευκωσία, 1998.**

- \* Π.Ο. Σακελλαρίδης, «Γενική Χημεία», Αθήνα, 1981.
- \* Α. Σταυρόπουλου, «Φυσικές Επιστήμες», Εκδ. Α. Σταμούλης, 1988.
- \* Κ.Α. Τσίπης, «Χημεία Ι, Άτομα & Μόρια», Εκδ. Ζήτη, 1996.
- \* Κ.Α. Τσίπης, «Χημεία ΙΙ, Καταστάσεις της ύλης», Εκδ. Ζήτη, 1997.
- \* P.W. Atkins, «Η Δημιουργία», Εκδ. Κάτοπτρο, 1993.
- \* P.W. Atkins, «Το περιοδικό βασίλειο», Εκδ. Κάτοπτρο, 1995.
- \* R.P. Feynman, «Έξι εύκολα κομμάτια», Εκδ. Κάτοπτρο, 1998.

- \* **Morisson and Boyd, «Οργανική Χημεία», 4η έκδοση, Εκδ. Παν. Ιωαννίνων, 1988.**
- \* **Nuffield Advanced Science, «Χημεία - Θέματα 1 έως 11», Εκδ. Γ.Α. Πνευματικού, 1998.**

## **Ξενόγλωσση**

- \* **D. Abbot, “Advanced Level Chemistry Basic Exercises”, J. M. Dent and Sons Ltd., London, 1967.**
- \* **P.W. Atkins, J.A. Beran, “General Chemistry”, 2nd Ed., Freeman and Company, 1990.**
- \* **P.W. Atkins, L. Jones, “Chemistry”, 3rd Ed., Freeman and Company, 1997.**

- \* **P.W. Atkins, "Molecules", W.H. Freeman and Company, New York, 1987.**
- \* **Becker-Wentworth, "General Chemistry", Houghton Mifflin Co, Boston, 1980.**
- \* **J.E. Brady, "General Chemistry", John Wiley and Sons, 5th Ed., 1990.**
- \* **T. Brown, H. Le May, B. Bursten, "Chemistry - The Central Science", 7th Ed., Prentice - Hall, 1997.**
- \* **Chadwick., "Chemistry", George Allen & Unwin Ltd., London, 1977.**
- \* **R. Chang, "Chemistry", 6th Ed., Mc Grow-Hill, 1998.**

**135 / 174 - 175**

- \* **G.W. Daub, W. Seese, "Basic Chemistry", Prentice-Hall, 1996.**
- \* **D.D. Ebbing, "General Chemistry" 5th Ed., Houghton Mifflin Co, 1996.**
- \* **W. Eisner, et al. "Elemente Chemie I", Ernst Klett Verlag, Stuttgart, 1986.**
- \* **M. Freemantle, "Chemistry in Action", Mac Milan Education, London, 1987.**
- \* **R.G. Gillespie, D. Humphreys, N.C. Baird, E.A. Robinsen, "Chemistry", 2nd Ed., Allyn and Bacon, Massachusetts, 1989.**
- \* **G. Hill, "Chemistry Counts", Hodder and Stoughton, London, 1986.**



- \* **G. Hill and J. Holman, "Chemistry in Context", 4th Ed., Nelson, 1995.**
- \* **J.W. Hill and D.K. Kolb, "Chemistry for Changing Times", Prentice - Hall, 1998.**
- \* **J.W. Hill and R.H. Petrucci, "General Chemistry", Prentice - Hall, 1996.**
- \* **N.R. Kneen, M.J. Rogers, P. Simpson, "Chemistry", Addison-Wesley Ltd., 1972.**
- \* **J.C. Kotz and P. Treichel, "Chemistry and Chemical Reactivity", 3rd Ed., Saunders College Publishing, USA, 1996.**

- \* **P. Lebrun, A. Cunnington, R. Vogel, "Chimie 1er D.E.", Hatier, 1979.**
- \* **T. Lister and J. Renshaw, "Understanding Chemistry", 2nd Ed., Stanley Thornes Ltd., 1991.**
- \* **H. Meislich, H. Nechamkin, J. Sharefkin, "Organic Chemistry", McGraw - Hill, 1977.**
- \* **F.J. Moore, "A History of Chemistry", McGraw-Hill, 1939.**
- \* **Murray S. Peter, "Principles of Organic Chemistry", 2nd Ed., Heinemann Educational, 1977.**
- \* **E.N. Rausden, "A-Level Chemistry", Stanley Thornes Ltd., 1985.**

- \* **J.L. Rosenberg, "College Chemistry", 5th Ed., McGraw Hill Book Company, 1972.**
- \* **Richards, Cram, Hammond, "Elements of Organic Chemistry", McGraw - Hill, 1967.**
- \* **K.K. Sharma, D.S. Sharma, "Problems in Organic Chemistry", Vikas Publishing House Ltd., 1994.**
- \* **P. Yurkanis Bruice, "Organic Chemistry", Prentice - Hall, 1992.**
- \* **S. Zumdahl, "Chemical Principles", Houghton Mifflin, 3rd Ed., 1998.**



# ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	57-71 *La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Th	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	89-103 **Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110	111	112						

Μέταλλα
  Μεταλλοειδή

Αμέταλλα

Ευγενή αέρια

λανθανίδες

ακτινίδες

58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr



# Περιεχόμενα Γενικής Παιδείας Β' Λυκείου

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ 5ου ΤΟΜΟΥ

<b>4</b>	<b>Καρβοξυλικά οξέα</b>	
<b>4.1</b>	Κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα - Αιθανικό οξύ	<b>17</b>
<b>4.2</b>	Γαλακτικό οξύ ή 2 - υδροξυπροπανικό οξύ	<b>41</b>
<b>4.3</b>	Βενζοϊκό οξύ	<b>49</b>
	Γνωρίζεις ότι: «Τα θαλασσινά οξέα»	<b>54</b>
	Γνωρίζεις ότι: «Χημικά πρόσθετα»	<b>59</b>

---

**Ανακεφαλαίωση - Λέξεις  
κλειδιά - Ερωτήσεις - 70  
Ασκήσεις - Προβλήματα**

---

**Παραρτήματα 87**

---

**Βιβλιογραφία 126**

---





**Βάσει του ν. 3966/2011 τα διδακτικά βιβλία του Δημοτικού, του Γυμνασίου, του Λυκείου, των ΕΠΑ.Λ. και των ΕΠΑ.Σ. τυπώνονται από το ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ και διανέμονται δωρεάν στα Δημόσια Σχολεία. Τα βιβλία μπορεί να διατίθενται προς πώληση, όταν φέρουν στη δεξιά κάτω γωνία του εμπροσθόφυλλου ένδειξη «ΔΙΑΤΙΘΕΤΑΙ ΜΕ ΤΙΜΗ ΠΩΛΗΣΗΣ». Κάθε αντίτυπο που διατίθεται προς πώληση και δεν φέρει την παραπάνω ένδειξη θεωρείται κλεψίτυπο και ο παραβάτης διώκεται σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 7 του νόμου 1129 της 15/21 Μαρτίου 1946 (ΦΕΚ 1946,108, Α').**

**Απαγορεύεται η αναπαραγωγή οποιουδήποτε τμήματος αυτού του βιβλίου, που καλύπτεται από δικαιώματα (copyright), ή η χρήση του σε οποιαδήποτε μορφή, χωρίς τη γραπτή άδεια του Υπουργείου Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων / ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ.**