



Κεφάλαιο **5**

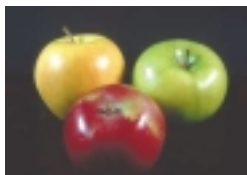
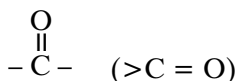


## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

## ΚΑΡΒΟΝΥΛΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ

### 5.1 Γενικά

Καρβονυλικές λέγονται οι οργανικές ενώσεις που περιέχουν στο μόριό τους τη χαρακτηριστική ομάδα του καρβονυλίου:



**Εικόνα 5.1**

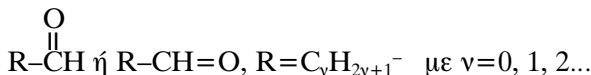
Αλδεϋδες δίνουν χαρακτηριστική μυρωδιά σε ορισμένα φρούτα

Οι κορεσμένες καρβονυλικές ενώσεις έχουν Γ.Μ.Τ.  $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$ .

Ανάλογα με τη θέση στην οποία βρίσκεται η καρβονυλική ομάδα στο μόριο της ένωσης, στην άκρη ή μέσα στην ανθρακική αλυσίδα, διακρίνουμε δύο ομάδες καρβονυλικών ενώσεων:

Το όνομα αλδεϋδες είναι εμπειρικό και προέρχεται από το *alcohol dehydrogenate* (aldehyde), που δείχνει την παρασκευή τους από αλκοόλη με αφαίρεση υδρογόνου (αφυδρογόνωση).

**α. Αλδεϋδες (ή αλκανάλες).** Το καρβονύλιο βρίσκεται στην άκρη της αλυσίδας:



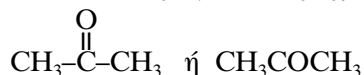
Το πρώτο μέλος των αλδεϋδών, η μεθανάλη, έχει συντακτικό τύπο:



**β. Κετόνες (ή αλκανόνες).** Το καρβονύλιο βρίσκεται μέσα στην αλυσίδα:



Το πρώτο μέλος των κετονών, η προπανόνη, έχει συντακτικό τύπο:



Επειδή οι αλδεϋδες και οι κετόνες έχουν τον ίδιο Γ.Μ.Τ. αλλά διαφορετικό τρόπο σύνδεσης των ατόμων τους, έχουν διαφορετικές ιδιότητες (φυσικές και χημικές) και κατά συνέπεια είναι ισομερείς (βλέπε ενότητα 1.6).

Σύμφωνα με την ονοματολογία κατά IUPAC, οι αλδεϋδες φέρουν τη χαρακτηριστική κατάληξη -άλη, ενώ οι κετόνες την κατάληξη -όνη (βλέπε ενότητα 1.4). Στον πίνακα 5.1 αναφέρονται τα ονόματα και οι τύποι των απλούστερων μελών των κορεσμένων άκυκλων αλδεϋδών και κετονών.

## Πίνακας 5.1

Χημικοί τύποι και ονόματα των απλούστερων  
αλδεϋδών και κετονών

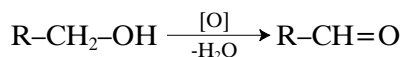
Αριθμός ατόμων άνθρακα	Μ. Τ.	Σ. Τ.	Όνομα	σ. β. (°C)
<b>Αλδεϋδες</b>				
1	CH <sub>2</sub> O	H-CH=O	μεθανάλη	-21
2	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	CH <sub>3</sub> -CH=O	αιθανάλη	20
3	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> -CH=O	προπανάλη	49
4	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> -CH=O	βουτανάλη	76
<b>Κετόνες</b>				
3	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	CH <sub>3</sub> -CO-CH <sub>3</sub>	προπανόνη	56
4	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	CH <sub>3</sub> -CO-CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	βουτανόνη	80

## 5.1.1 Παρασκευές

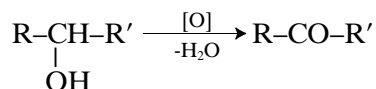
Υπάρχουν πολλές μέθοδοι παρασκευής των καρβονυλικών ενώσεων. Ως πρώτες ύλες για την παρασκευή τους σε βιομηχανική κλίμακα χρησιμοποιούνται κυρίως οι αλκοόλες, τα αλκένια και τα αλκάνια.

Η πιο απλή μέθοδος παρασκευής των καρβονυλικών ενώσεων είναι η οξειδωση των αλκοολών. Η οξειδωση μπορεί να γίνει με συνήθη οξειδωτικά (βλέπε παράγραφο 3.1.3) ή με ατμοσφαιρικό οξυγόνο παρουσία χαλκού (Cu) ως καταλύτη. Ανάλογα με τον τύπο της αλκοόλης, δηλαδή αν αυτή είναι πρωτοταγής ή δευτεροταγής, λαμβάνονται αντίστοιχα αλδεϋδες ή κετόνες:

Πρωτοταγείς αλκοόλες → αλδεϋδες



Δευτεροταγείς αλκοόλες → κετόνες



## 5.1.2 Φυσικές ιδιότητες

Όλες οι καρβονυλικές ενώσεις είναι σε συνήθεις συνθήκες υγρές, εκτός από το πρώτο μέλος των αλδεϋδών, τη μεθανάλη, που είναι αέριο.

### 5.1.3 Χημικές ιδιότητες

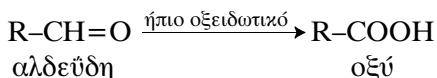
Οι καρβονυλικές ενώσεις είναι γενικά δραστικές ενώσεις λόγω της χαρακτηριστικής τους ομάδας. Έτσι οξειδώνονται, πολυμερίζονται και δίνουν αντιδράσεις προσθήκης στο διπλό δεσμό του καρβονυλίου.

#### Οξείδωση καρβονυλικών ενώσεων

##### α. Οξείδωση αλδεϋδών

Οι αλδεϋδες οξειδώνονται εύκολα ακόμα και με ήπια οξειδωτικά μέσα, όπως είναι το αντιδραστήριο Fehling (φελίγγειο υγρό) και το αντιδραστήριο Tollens.

Η οξείδωση τους οδηγεί στο σχηματισμό καρβοξυλικών οξέων που έχουν στο μόριό τους τον ίδιο αριθμό ατόμων άνθρακα με την αλδεϋδη:



Κατά την οξείδωση με **αντιδραστήριο Fehling**, που είναι ένα βαθύ μπλε αλκαλικό διάλυμα θειικού χαλκού ΙΙ ( $\text{CuSO}_4$ ), ανάγονται τα ιόντα  $\text{Cu}^{2+}$  και σχηματίζεται οξείδιο του χαλκού Ι ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ), που είναι κεραμέρυθρο. Έτσι το χρώμα του αντιδραστηρίου Fehling αλλάζει από μπλε σε κεραμέρυθρο.

Κατά την οξείδωση με το **αντιδραστήριο Tollens**, που είναι ένα αμμωνιακό διάλυμα νιτρικού αργύρου ( $\text{AgNO}_3$ ), ανάγονται τα ιόντα  $\text{Ag}^+$  και σχηματίζεται μεταλλικός άργυρος ( $\text{Ag}$ ), που επιβάθεται στα τοιχώματα του ποτηριού δημιουργώντας έναν καθρέφτη αργύρου.

##### β. Οξείδωση κετονών

Οι κετόνες δεν οξειδώνονται με ήπια οξειδωτικά μέσα. Αντίθετα, οξειδώνονται με την επίδραση ισχυρών οξειδωτικών μέσων (π.χ.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , θερμό  $\text{HNO}_3$ , υπεροξεία,  $\text{H}_2\text{O}_2$  κτλ.) με ταυτόχρονη διάσπαση της ανθρακικής τους αλυσίδας. Η διάσπαση της αλυσίδας γίνεται στη θέση του καρβονυλίου και παράγεται μείγμα οξέων.

Η διαφοροποίηση αυτή στην οξείδωση των αλδεϋδών με ήπια οξειδωτικά μέσα χρησιμοποιείται για την ανίχνευση και τη διάκρισή τους από τις κετόνες.

### 5.1.4 Χρήσεις

Οι καρβονυλικές ενώσεις έχουν ευρύτατη χρήση.

Οι αλδεΐδες χρησιμοποιούνται για την παρασκευή οργανικών ενώσεων (όπως είναι για παράδειγμα τα οξέα, οι εστέρες, οι αλκοόλες κτλ.), για την παρασκευή διάφορων υλικών (πλαστικών, χρωμάτων, τεχνητού καουτσούκ, υφάνσιμων υλών κτλ.), αλλά και ως αναγωγικά μέσα (π.χ. για την κατασκευή καθρεφτών). Το πρώτο μέλος της σειράς, η μεθανάλη, χρησιμοποιείται ακόμα ως απολυμαντικό και αντισηπτικό στην ιατρική.

Οι κετόνες χρησιμοποιούνται ομοίως για την παρασκευή διάφορων οργανικών ενώσεων (χλωροφορμίου, ιωδοφορμίου κτλ.), για την παρασκευή τεχνητού μεταξιού, καθώς επίσης και ως διαλυτικά μέσα (π.χ. του αιθινίου, των πλαστικών και των εκρηκτικών υλών).



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

- **Καρβονυλική ομάδα** ονομάζεται η ομάδα  $>C=O$ , ενώ οι ενώσεις που την περιέχουν στο μόριό τους ονομάζονται **καρβονυλικές ενώσεις**. Οι καρβονυλικές ενώσεις διακρίνονται σε αλδεΐδες και σε κετόνες.
- Στις **αλδεΐδες** η καρβονυλική ομάδα βρίσκεται στην άκρη της ανθρακικής αλυσίδας ( $R-CH=O$ ). Η **μεθανάλη** ( $H-CH=O$ ) είναι η πιο απλή αλδεΐδη.
- Στις **κετόνες** η καρβονυλική ομάδα βρίσκεται στο εσωτερικό της ανθρακικής αλυσίδας ( $R-CO-R$  ή  $R-CO-R'$ ). Η πιο απλή κετόνη είναι η προπανόνη ( $CH_3-CO-CH_3$ ).
- Οι αλδεΐδες και οι κετόνες είναι **ισομερείς ενώσεις** (ομόλογης σειράς) με ενιαίο Γ.Μ.Τ.  $C_nH_{2n}O$ .
- Οι καρβονυλικές ενώσεις (αλδεΐδες και κετόνες) παρασκευάζονται από τις αλκοόλες. Οι αλδεΐδες από τις πρωτοταγείς αλκοόλες, ενώ οι κετόνες από τις δευτεροταγείς αλκοόλες.
- Οι αλδεΐδες και οι κετόνες εμφανίζουν διαφορετική οξειδωτική συμπεριφορά.
- Οι αλδεΐδες οξειδώνονται εύκολα ακόμα και με ήπια οξειδωτικά μέσα, όπως είναι για παράδειγμα τα αντιδραστήρια Fehling (αλκαλικό διάλυμα θεικού χαλκού,  $CuSO_4$ ) και Tollens (αμμωνιακό διάλυμα νιτρικού αργύρου,  $AgNO_3$ ), και μετατρέπονται σε καρβοξυλικά οξέα με ίδιο αριθμό ατόμων άνθρακα.
- Οι κετόνες δεν οξειδώνονται με ήπια οξειδωτικά μέσα. Η οξείδωσή τους γίνεται μόνο με ισχυρά οξειδωτικά μέσα με ταυτόχρονη διάσπαση της ανθρακικής αλυσίδας και παράγεται μείγμα καρβοξυλικών οξέων.



1. Να χαρακτηρίσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις:

- α. Οι καρβονυλικές ενώσεις είναι ενώσεις αδρανείς.
- β. Οι κετόνες οξειδώνονται και δίνουν οξέα με τον ίδιο αριθμό ατόμων άνθρακα.
- γ. Το φελίγγειο υγρό αντιδρά και με αλδεΐδες και με κετόνες.
- δ. Οι κετόνες παρασκευάζονται από οξείδωση τριτοταγών αλκοολών.
- ε. Οι αλκοόλες σχηματίζονται από οξείδωση αλδεϋδών και κετονών.
- στ. Οι αλδεΐδες παρασκευάζονται από οξείδωση πρωτοταγών αλκοολών.
- ζ. Οι αλδεΐδες οξειδώνονται και δίνουν οξέα με τον ίδιο αριθμό ατόμων άνθρακα.

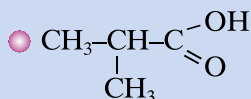
Να διατυπώσεις ξανά τις λανθασμένες προτάσεις, έτσι ώστε να είναι σωστές.

2. Να αντιστοιχίσεις τις καρβονυλικές ενώσεις (στήλη Ι) με τα προϊόντα οξείδωσής τους (στήλη ΙΙ).

## Στήλη Ι

## Στήλη ΙΙ

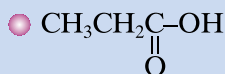
προπανάλη ●



2-προπανόνη ●



2-μεθυλο-προπανάλη ●



βουτανάλη ●

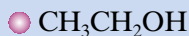
● δεν οξειδώνεται με ήπια οξειδωτικά μέσα

3. Να αντιστοιχίσεις τις καρβονυλικές ενώσεις (στήλη Ι) με τις αλκοόλες από τις οποίες μπορούν να παρασκευαστούν (στήλη ΙΙ):

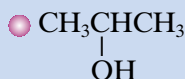
## Στήλη Ι

## Στήλη ΙΙ

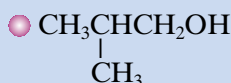
2-μεθυλο-προπανάλη ●



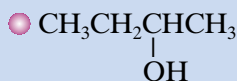
βουτανόνη ●



αιθανάλη ●

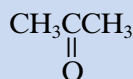
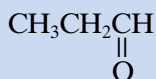


προπανόνη ●

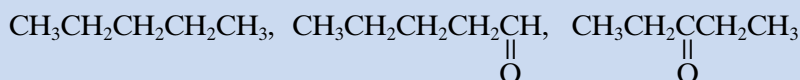


# ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ

4. Να προτείνεις δύο τρόπους με τους οποίους είναι δυνατόν να διακριθούν οι παρακάτω ενώσεις:

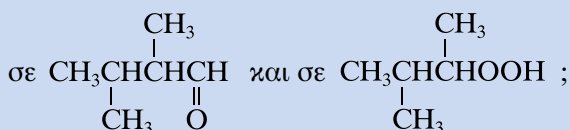


5. Σε φιάλη υπάρχει ουσία η οποία είναι μία από τις παρακάτω:



Βρέθηκε ότι αντιδρά με το αντιδραστήριο Tollens και σχηματίζει κάτοπτρο αργύρου. Ποια από τις τρεις είναι; Να αιτιολογήσεις την απάντησή σου.

6. Πώς μπορεί να μετατραπεί η  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{CHCHCH}_2\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$



7. Ποια (ή ποιες) από τις παρακάτω αλκοόλες μπορεί να οξειδωθεί με ήπια οξειδωτικά μέσα σε οξέα που έχουν στο μόριό τους τον ίδιο αριθμό ατόμων άνθρακα με τις αντίστοιχες αλκοόλες;

α. αιθανόλη,                      β. 2-προπανόλη,                      γ. 1-προπανόλη,

δ. 3-πεντανόλη,                      ε. 2,2-διμεθυλο-προπανόλη.

Για τις υπόλοιπες να προσδιορίσεις το προϊόν οξείδωσης.

8. Για τις καρβονυλικές ενώσεις: μεθανάλη, αιθανάλη, 2-προπανόνη, βουτανάλη, 3-πεντανόνη να γράψεις:

α. Το Σ.Τ.

β. Μία ένωση από την οποία μπορούν να παρασκευαστούν.

γ. Το προϊόν (ή τα προϊόντα) οξείδωσής τους με ήπια οξειδωτικά μέσα.

9. Να αναφέρεις δύο χρήσεις των αλδεϋδών, δύο χρήσεις των κετονών και δύο χρήσεις της μεθανάλης.



10. Κατά την οξείδωση 4,6 g αιθανόλης η μισή ποσότητα οξειδώθηκε προς καρβονυλική ένωση και η άλλη μισή προς καρβοξυλικό οξύ. Γνωρίζοντας ότι η αναλογία mol αντιδρώντος-προϊόντος και στις δύο περιπτώσεις είναι 1:1, να υπολογίσεις τις μάζες των προϊόντων οξείδωσης.

11. Δίνεται ο παρακάτω πίνακας:

A.	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	E.	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH} \\    \\ \text{O} \end{array}$
B.	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH} \\    \\ \text{O} \end{array}$	ΣΤ.	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CCH}_2\text{CH}_3 \\    \\ \text{O} \end{array}$
Γ.	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CCH}_3 \\    \\ \text{O} \end{array}$	Z.	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHOH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$
Δ.	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3\text{CHCH} \\    \\ \text{O} \end{array}$	H.	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CCH}_3 \\   \\ \text{OH} \end{array}$

α. Ποια (ή ποιες) από τις παραπάνω ενώσεις:

- Είναι αλδεΐδη.
- Είναι κετόνη.
- Μπορεί να μετατραπεί σε αλδεΐδη.
- Μπορεί να μετατραπεί σε κετόνη.

β. Πώς θα διακρίνουμε την ένωση Β από την ένωση Γ;

γ. Να ονομάσεις τις ενώσεις Δ και ΣΤ.

