

Κεφάλαιο **3**



## 3.1 Αλκοόλες

Ποιος από εμάς δεν έχει δοκιμάσει κρασί, μπίρα, ούζο, κονιάκ ή κάποιο σπιτικό λικέρ;

Όλα τα παραπάνω «αλκοολούχα» ποτά ξεχωρίζουν από τα υπόλοιπα ποτά, επειδή περιέχουν **αιθανόλη**.

Η αιθανόλη ή αιθυλική αλκοόλη ή πιο απλά οινόπνευμα, χημική ένωση γνωστή από πολύ παλιά, είναι το δεύτερο μέλος της ομόλογης σειράς των κορεσμένων μονοσθενών αλκοολών και έχει συντακτικό τύπο  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ .

### 3.1.1 Ταξινόμηση των αλκοολών



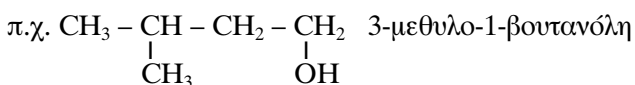
**Εικόνα 3.1**  
Δοχείο κρασιού από την αρχαία Κόρινθο

Οι αλκοόλες είναι μια πολύ μεγάλη ομάδα οργανικών ενώσεων που περιέχουν τη χαρακτηριστική ομάδα  $-\text{OH}$ .

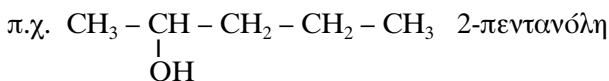
Οι αλκοόλες ταξινομούνται, ανάλογα με:

**α.** τον αριθμό των οργανικών ομάδων οι οποίες συνδέονται με το άτομο του άνθρακα που φέρει το υδροξύλιο, σε:

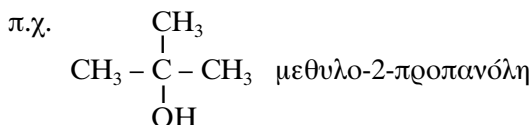
1. **πρωτοταγείς** αλκοόλες, όταν το άτομο του άνθρακα που φέρει το υδροξύλιο συνδέεται με μία οργανική ομάδα και δύο άτομα υδρογόνου,



2. **δευτεροταγείς** αλκοόλες, όταν το άτομο του άνθρακα που φέρει το υδροξύλιο συνδέεται με δύο οργανικές ομάδες και ένα άτομο υδρογόνου,



3. **τριτοταγείς** αλκοόλες, όταν το άτομο του άνθρακα που φέρει το υδροξύλιο συνδέεται με τρεις οργανικές ομάδες,



και

Με χαρακτηριστικές αντιδράσεις είναι δυνατόν να διακρίνουμε αν μια αλκοόλη είναι πρωτοταγής, δευτεροταγής ή τριτοταγής

**β.** τον αριθμό των  $-OH$  που περιέχουν στο μόριό τους, σε:

1. **μονοσθενείς** αλκοόλες, αν περιέχουν ένα  $-OH$ ,  
π.χ.  $CH_3-OH$  μεθανόλη
2. **δισθενείς** αλκοόλες ή διόλες, αν περιέχουν δύο  $-OH$ ,  
π.χ.  $CH_2-CH_2$  γλυκόλη ή 1,2-αιθανοδιόλη  

$$\begin{array}{cc} | & | \\ OH & OH \end{array}$$
3. **τρισθενείς** αλκοόλες ή τριόλες, αν περιέχουν τρία  $-OH$ ,  
π.χ.  $CH_2-CH-CH_2$  1,2,3-προπανοτριόλη ή γλυκερίνη  

$$\begin{array}{ccc} | & | & | \\ OH & OH & OH \end{array}$$
4. **τετρασθενείς, πεντασθενείς** κτλ. αλκοόλες, αν περιέχουν τα αντίστοιχα  $-OH$ .



**Εικόνα 3.2**  
Προϊόντα γλυκερίνης

### 3.1.2 Αιθανόλη

#### Αλκοολική ζύμωση

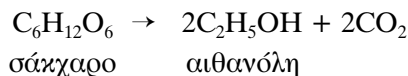
Ο πιο γνωστός τρόπος παρασκευής της αιθανόλης είναι η **αλκοολική ζύμωση**, στην οποία στηρίζεται και η παραγωγή των αλκοολούχων ποτών.

Ζύμωση είναι η αναερόβια μετατροπή πολύπλοκων οργανικών ενώσεων σε πιο απλές, παρουσία ειδικών ενζύμων.

Τα ένζυμα ή βιολογικοί καταλύτες είναι μεγαλομοριακές οργανικές ενώσεις, κυρίως πρωτεϊνικής σύστασης (βλέπε ενότητα 9.3), διαλυτές στο νερό, που μεταβάλλουν την ταχύτητα συγκεκριμένων χημικών αντιδράσεων.

Η παρασκευή αιθανόλης κατά τη ζύμωση σακχάρων με την επίδραση μαγιάς (ή ζύμης) ήταν γνωστή από την αρχαιότητα.

Η μαγιά περιέχει το ένζυμο ζυμάση, η παρουσία της οποίας οδηγεί εκλεκτικά σε μετατροπή των διάφορων σακχάρων σε αιθανόλη. Η αντίδραση περιγράφεται με τη χημική εξίσωση:



Ως πρώτη ύλη χρησιμοποιούνται καρποί που περιέχουν απλά ζυμώσιμα σάκχαρα. Τέτοιοι είναι τα σταφύλια, οι σταφίδες ή διάφορα άλλα φρούτα. Χρησιμοποιούνται επίσης η βύνη (σπόροι κριθαριού) ή



**Εικόνα 3.3**  
Καρποί: πρώτη ύλη παραγωγής αιθανόλης

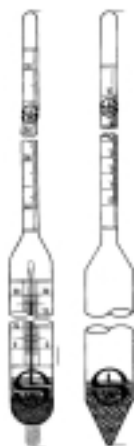
**Ζυμώσιμα σάκχαρα:** τα σάκχαρα που μπορούν να υποστούν ζύμωση

η μελάσα (υπόλειμμα της βιομηχανικής παρασκευής της ζάχαρης), που περιέχουν μη ζυμώσιμα σάκχαρα. Στην περίπτωση αυτή τα σάκχαρα μετατρέπονται πριν από τη ζύμωση σε ζυμώσιμα.

Όταν η ζύμωση γίνεται σε κλειστό δοχείο, το  $\text{CO}_2$  που παράγεται παραμένει διαλυμένο στο κρασί (προϊόν ζύμωσης). Στην περίπτωση αυτή το προϊόν χαρακτηρίζεται ως «αφρώδης οίνος».

Σήμερα η αιθανόλη παρασκευάζεται βιομηχανικά με την επίδραση νερού σε αιθένιο και με καταλύτη  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Το αιθένιο  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  παράγεται είτε από την επεξεργασία του κοκ είτε από την πυρολυτική διάσπαση του πετρελαίου. Η αυξανόμενη όμως ζήτηση του πετρελαίου για την παραγωγή καυσίμων οδηγεί σε μεγαλύτερη χρήση της αλκοολικής ζύμωσης σε βιομηχανικό επίπεδο για την παραγωγή αιθανόλης.

### Αλκοολικός βαθμός



Μέτρο της περιεκτικότητας ενός διαλύματος σε αιθανόλη είναι ο αλκοολικός βαθμός.

Όταν αναφέρεται ότι μια μπίρα είναι  $5^\circ$  (5 αλκοολικών βαθμών), σημαίνει ότι σε 100 mL μπίρας περιέχονται 5 mL αιθανόλης, δηλαδή πρόκειται για διάλυμα 5% v/v σε αιθανόλη.

Συνεπώς ο αλκοολικός βαθμός ορίζεται ως η ποσότητα όγκου (σε mL) της αιθανόλης που περιέχεται σε όγκο 100 mL αλκοολούχου ποτού.

Σήμερα η μέτρηση των αλκοολικών βαθμών ενός αλκοολούχου ποτού γίνεται με τη χρήση ειδικών οργάνων που ονομάζονται αλκοολόμετρα, και παρέχουν τη δυνατότητα άμεσης ανάγνωσης των αλκοολικών βαθμών ενός ποτού.

**Εικόνα 3.4**  
Αλκοολόμετρα

**Πίνακας 3.1**

Αλκοολούχα ποτά

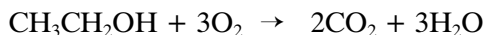
Αλκοολούχα ποτά	Αλκοολικοί βαθμοί
λευκό κρασί	$11^\circ - 13^\circ$
κόκκινο κρασί	$16^\circ - 20^\circ$
μπίρα	$3^\circ - 5^\circ$
ούζο	$30^\circ - 50^\circ$
κονιάκ	$30^\circ - 50^\circ$

## Χημικές ιδιότητες της αιθανόλης

Η αιθανόλη δίνει τις εξής χαρακτηριστικές αντιδράσεις:

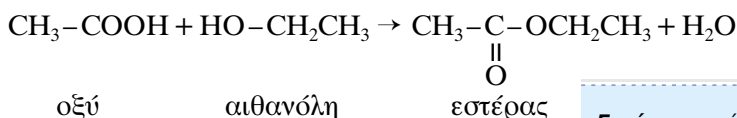
### α. Καύση

Κατά την τέλεια καύση της αιθανόλης παράγεται θερμότητα και μια χαρακτηριστική γαλάζια φλόγα. Η αντίδραση αποδίδεται από τη χημική εξίσωση:



### β. Εστεροποίηση

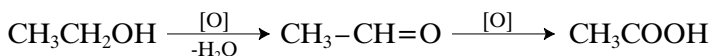
Όταν η αιθανόλη αντιδρά με οργανικό καρβοξυλικό οξύ, με καταλύτη ένα **αφυδα-  
τικό** σώμα (π.χ.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), παράγεται εστέ-  
ρας (βλέπε κεφάλαιο 7). Η αντίδραση πε-  
ριγράφεται από τη χημική εξίσωση:



**Αφυδατικό σώμα:** έχει την ιδιότη-  
τα να απορροφά νερό και να συ-  
γκρατεί υγρασία

### γ. Οξείδωση

Η αιθανόλη, που είναι πρωτοταγής αλκο-  
όλη, μπορεί να οξειδωθεί παρουσία διά-  
φορων οξειδωτικών σωμάτων, όπως είναι το διχρωμικό κά-  
λιο ή το υπερμαγγανικό κάλιο. Στην αρχή παράγεται αιθα-  
νάλη, η οποία στη συνέχεια οξειδώνεται σε αιθανικό οξύ. Η  
αντίδραση περιγράφεται σχηματικά από τη χημική εξίσωση:

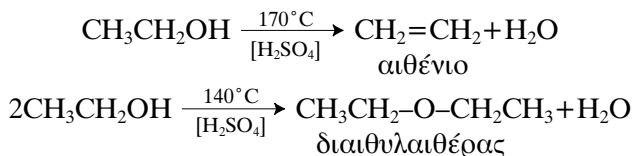


**Εστέρες:** ομόλογη σειρά οργανι-  
κών ενώσεων με τύπο  $\text{R}-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{O}-\text{R}'$

Το αλκοτέστ στους οδηγούς των αυτοκινήτων βασιζόταν πα-  
λαιότερα στις χρωματικές αλλαγές που παρατηρούνταν κατά  
την αντίδραση οξείδωσης της αιθανόλης (βλέπε παράγραφο  
3.1.3).

### δ. Αφυδάτωση

Η αφυδάτωση της αιθανόλης παρουσία καταλύτη οδηγεί, ανά-  
λογα με τις συνθήκες αντίδρασης, στην παραγωγή αιθενίου ή  
διαιθυλαιθέρα. Συγκεκριμένα έχουμε:



### Φυσιολογική δράση της αιθανόλης



**Εικόνα 3.5**  
Αλκοολούχα ποτά

Η αιθανόλη είναι ένα υγρό με ιδιαίτερη οσμή και γεύση. Σ' αυτήν οφείλονται οι χαρακτηριστικές ιδιότητες των οινοπνευματωδών ποτών και ιδιαίτερα όσων έχουν αυξημένη περιεκτικότητα σε αιθανόλη.

Η ψαλμική φράση «οίνος ευφραίνει καρδίαν ανθρώπου» αποτελεί μια πραγματικότητα. Η κατανάλωση μικρής ποσότητας αιθανόλης δημιουργεί στον άνθρωπο ευχάριστα συναισθήματα. Η αύξηση όμως της ποσότητας της αιθανόλης στον οργανισμό προκαλεί προβλήματα, ιδιαίτερα όταν πρόκειται κάποιος να οδηγήσει. Στο αυξημένο ποσοστό οινοπνεύματος στο αίμα του πότη οφείλονται οι διαταραχές στην ικανότητα αντίδρασης, η μείωση της ικανότητας συγκέντρωσης και, στη χειρότερη περίπτωση, οι ανωμαλίες στην όραση. Οι διαταραχές αυτές αποτελούν, πολλές φορές, τη βασική αιτία πρόκλησης ατυχημάτων.

Γι' αυτό ακριβώς το λόγο έχει θεσπιστεί από το κράτος ο έλεγχος της κατανάλωσης οινοπνεύματος από τους οδηγούς, το γνωστό αλκοτέστ (βλέπε παράρτημα II). Σύμφωνα με το μέτρο αυτό, η ποσότητα της αιθανόλης στο αίμα του οδηγού πρέπει να είναι κάτω από ένα όριο, το οποίο καθορίζεται με νόμο του κράτους.

Σημειώνεται επίσης ότι η υπερβολική και τακτική κατανάλωση αλκοολούχων ποτών οδηγεί σε συνθήκες εξάρτησης (ψυχολογικές και σωματικές) από αυτά, με σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία, στην κοινωνική και την επαγγελματική ζωή του πότη (αλκοολισμός).

Η μακροχρόνια υπερβολική κατανάλωση αλκοόλ προκαλεί επίσης κίρρωση του ήπατος, η οποία οδηγεί ακόμη και στο θάνατο.

### Πίνακας 3.2

Επιτρεπτές ποσότητες αλκοόλ στο αίμα των οδηγών  
σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Χώρα	Επιτρεπόμενη ποσότητα (σε g) αλκοόλης ανα 1L αίματος
Αυστρία	0,5
Βέλγιο	0,5
Γαλλία	0,5
Γερμανία	0,5
Δανία	0,5
Ελλάδα	0,5
Ιταλία	0,8
Ιρλανδία	0,8
Ισπανία	0,5
Λουξεμβούργο	0,8
Μεγάλη Βρετανία	0,8
Νορβηγία	0,8
Ολλανδία	0,5
Πορτογαλία	0,5
Σουηδία	0,2

## Χρήσεις της αιθανόλης – Μετουσίωση

### Χρήσεις

Η αιθανόλη, όπως και άλλες αλκοόλες, χρησιμοποιείται στη βιομηχανία ως διαλύτης χρωμάτων, βερνικιών, καλλυντικών, αρωμάτων κτλ.

Επίσης αποτελεί πρώτη ύλη για την παραγωγή διάφορων οργανικών ενώσεων, όπως είναι για παράδειγμα το αιθανικό οξύ, ο διαιθυλαιθέρας κτλ.

Η αιθανόλη χρησιμοποιείται ακόμη για φαρμακευτικούς σκοπούς, γιατί έχει αντισηπτικές ιδιότητες.

Σε διάφορες χώρες χρησιμοποιούν την αιθανόλη ως συμπληρωματικό καύσιμο για τους κινητήρες των αυτοκινήτων. Τα αυτοκίνητα αυτά λειτουργούν καταναλώνοντας gasohol, δηλαδή μείγμα βενζίνης με αιθανόλη.

Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι η μεγαλύτερη χρήση της αιθανόλης γίνεται για την παρασκευή αλκοολούχων ποτών.

### Μετουσίωση

Οι σοβαρές επιπτώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό από την αυξημένη κατανάλωση αιθανόλης οδήγησαν τα κράτη στην επιβολή βαριάς δασμολογίας κατά τη χρήση της στην παρασκευή αλκοολούχων ποτών. Αυτό φυσικά δεν ισχύει για την αιθανόλη που καταναλώνεται για βιομηχανική και οικιακή χρήση. Σ' αυτές τις περιπτώσεις η αιθανόλη υποβάλλεται σε «μετουσίωση», οπότε και προκύπτει η μετουσιωμένη αιθανόλη, στην οποία έχει προστεθεί μεθανόλη (που είναι τοξική), 5% πυριδίνη και χρώμα (π.χ. κυανού του μεθυλίου), για να διακρίνεται από την καθαρή αιθανόλη. Το προϊόν αυτό είναι γνωστό σ' εμάς ως «μπλε οινόπνευμα».

### 3.1.3 Αλκοόλες - Γενικά

#### Φυσικές ιδιότητες

Τα κατώτερα μέλη της ομόλογης σειράς των κορεσμένων μονοσθενών αλκοολών (π.χ. μεθανόλη, αιθανόλη, προπανόλη) είναι υγρά, με ευχάριστη σχετικά οσμή και διαλύονται στο νερό.

Τα μεσαία μέλη της ομόλογης σειράς είναι επίσης υγρά αλλά ελαιώδη, με δυσάρεστη μάλλον οσμή και λιγότερο διαλυτά στο νερό.

**Κορεσμένες αλκοόλες:** αλκοόλες στις οποίες τα άτομα του άνθρακα συνδέονται μεταξύ τους με απλό δεσμό.



Τέλος, τα ανώτερα μέλη είναι στερεά, άχρωμα, άοσμα και σχεδόν αδιάλυτα στο νερό. Για παράδειγμα, η βουτανόλη παρουσιάζει διαλυτότητα 8,3 g / 100 g νερού, η εξανόλη μόλις 1 g / 100 g νερού, ενώ η αλκοόλη με εννέα άτομα άνθρακα και ευθύγραμμη αλυσίδα είναι αδιάλυτη στο νερό.

### Πίνακας 3.3

Φυσικά χαρακτηριστικά αλκοολών

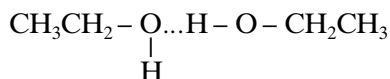
Όνομα	Μοριακός Τύπος	Σημείο τήξης (°C)	Σημείο βρασμού (°C)	Πυκνότητα (g/mL)
μεθανόλη	CH <sub>3</sub> OH	-97	64,7	0,792
αιθανόλη	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	-114	78,3	0,789
1-προπανόλη	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	-126	97,2	0,804
2-προπανόλη	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_3 \\   \\ \text{OH} \end{array}$	-88,5	82,3	0,786
1-οκτανόλη	C <sub>7</sub> H <sub>15</sub> CH <sub>2</sub> OH	-16	194	0,827
1-δεκανόλη	C <sub>9</sub> H <sub>19</sub> CH <sub>2</sub> OH	6	232,9	0,829

Η μεγάλη διαλυτότητα των απλών αλκοολών στο νερό εξηγείται από την ομοιότητα της δομής των μορίων των αλκοολών και των μορίων του νερού, δηλαδή:



Όσο όμως η ομάδα του αλκυλίου R- γίνεται πιο ογκώδης, τόσο πιο μικρή είναι η διαλυτότητα της αλκοόλης στο νερό.

Τα πρώτα μέλη των αλκοολών εμφανίζουν υψηλά σημεία βρασμού σε σχέση με εκείνα των υδρογονανθράκων ή των αιθέρων που έχουν παραπλήσιες Σ.Μ.Μ. Αυτό είναι αποτέλεσμα της δημιουργίας ισχυρών δεσμών μεταξύ των μορίων των αλκοολών. Για παράδειγμα, για την αιθανόλη έχουμε:



Αντίθετα, τα σημεία βρασμού των ανώτερων αλκοολών είναι ανάλογα των σημείων βρασμού των αντίστοιχων αλκανίων. Μεταξύ ισομερών αλκοολών το σημείο βρασμού αυξάνεται, όταν ελαττώνεται ο αριθμός των υποκαταστατών.

Τέλος, οι αλκοόλες -ιδιαίτερα τα πρώτα μέλη της σειράς- είναι πολύ καλοί διαλύτες για πολλές άλλες οργανικές ενώσεις.

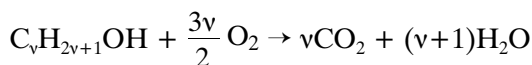


## Χημικές ιδιότητες

Οι αλκοόλες παρουσιάζουν γενικότερα ιδιότητες αντίστοιχες με εκείνες της αιθανόλης:

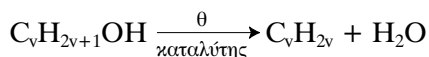
### α. Καύση

Οι αλκοόλες καίγονται τέλεια δίνοντας  $\text{CO}_2$  και  $\text{H}_2\text{O}$ :

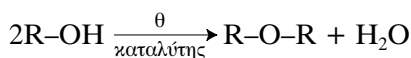


### β. Αφυδάτωση

Απομάκρυνση νερού από το μόριο μιας αλκοόλης, είτε με θέρμανση στους  $300^\circ\text{C}$  παρουσία αλουμίνας ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) είτε με κατεργασία στους  $170^\circ\text{C}$  χρησιμοποιώντας πυκνό θειικό οξύ, οδηγεί στο σχηματισμό αλκένιου. Η αντίδραση περιγράφεται από την εξίσωση:

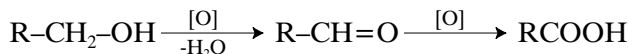


Κάτω από ηπιότερες συνθήκες είναι δυνατόν με αφυδάτωση αλκοολών να παρασκευαστούν αιθέρες. Στην περίπτωση αυτή ένα μόριο νερού απομακρύνεται από δύο μόρια αλκοόλης είτε σε θερμοκρασία  $240\text{--}260^\circ\text{C}$  είτε σε θερμοκρασία  $140^\circ\text{C}$  παρουσία καταλύτη  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ή  $\text{H}_2\text{SO}_4$  αντίστοιχα και με συνεχή προσθήκη αλκοόλης. Η αντίδραση είναι:

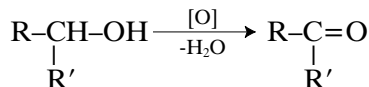


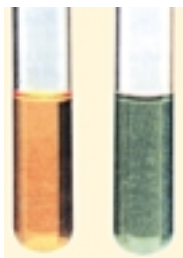
### γ. Οξείδωση

Οι αλκοόλες είναι ενώσεις οι οποίες, παρουσία κατάλληλων οξειδωτικών μέσων, οξειδώνονται και δίνουν, ανάλογα με την κατηγορία στην οποία ανήκουν (πρωτοταγείς, δευτεροταγείς κτλ., βλέπε ενότητα 3.1), αλδεΐδες και οξέα ή κετόνες. Προσεκτική οξείδωση των πρωτοταγών αλκοολών οδηγεί στην παρασκευή αλδεϋδών, οι οποίες στη συνέχεια οξειδώνονται εύκολα σε οξέα. Η αντίδραση περιγράφεται από την εξίσωση:



Οξείδωση δευτεροταγών αλκοολών δίνει κετόνες και η εξίσωση που περιγράφει την αντίδραση είναι:





**Εικόνα 3.6**  
Χρωματικές αλλαγές κατά την οξείδωση αλκοολών με  $K_2Cr_2O_7$

Τέλος, οι τριτοταγείς αλκοόλες δεν οξειδώνονται, εκτός και αν βρεθούν κάτω από ιδιαίτερα δραστικές συνθήκες, στις οποίες διασπώνται οι δεσμοί των ατόμων του άνθρακα που περιέχουν. Ως οξειδωτικά μέσα χρησιμοποιούνται συνήθως το διχρωμικό κάλιο ( $K_2Cr_2O_7$ ) ή το υπερμαγγανικό κάλιο ( $KMnO_4$ ) σε όξινο περιβάλλον.

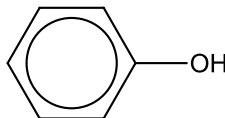
Με τις αντιδράσεις οξείδωσης μπορούμε να διακρίνουμε το είδος της αλκοόλης (πρωτοταγής, δευτεροταγής ή τριτοταγής) που οξειδώνεται, παρακολουθώντας τις μεταβολές των χρωμάτων στα όξινα διαλύματα των οξειδωτικών μέσων. Συγκεκριμένα, όταν οξειδώνεται πρωτοταγής ή δευτεροταγής αλκοόλη, αποχρωματίζεται το ερυθροϊώδες διάλυμα των  $MnO_4^-$ , λόγω του σχηματισμού  $Mn^{2+}$ , ή μετατρέπεται το πορτοκαλί διάλυμα των  $Cr_2O_7^{2-}$  σε πράσινο, λόγω των ιόντων  $Cr^{3+}$  που σχηματίζονται. Φυσικά, αν η αλκοόλη είναι τριτοταγής, δεν παρατηρούνται αυτές οι χρωματικές αλλαγές.

## 3.2 Φαινόλες

### 3.2.1 Γενικά

Φαινόλες είναι οι αρωματικές ενώσεις που περιέχουν τη χαρακτηριστική ομάδα  $-OH$  συνδεδεμένη άμεσα με το δακτύλιό τους. Παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές ως προς τις χημικές ιδιότητες από τις αλκοόλες, γι' αυτό και εξετάζονται ξεχωριστά.

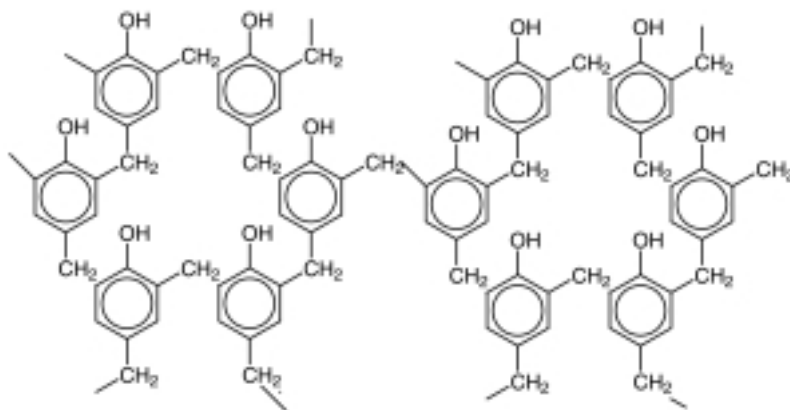
Φαινόλη ονομάζεται και το πιο απλό μέλος αυτής της ομάδας. Ο συντακτικός τύπος της φαινόλης ( $C_6H_5-OH$ ) είναι:



### 3.2.2 Χρήσεις

Η φαινόλη χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη σε πολλές βιομηχανικές διεργασίες:

- στη σύνθεση αρωματικών, χρωστικών, απορρυπαντικών και εκρηκτικών υλών,
- στην παρασκευή ακετυλοσαλικυλικού οξέος ή πιο απλά ασπιρίνης,
- στην παρασκευή πολυμερών ουσιών όπως του βακελίτη, ο οποίος είναι τεχνητή ρητίνη και προκύπτει από την αντίδραση συμπύκνωσης φαινόλης και μεθανάλης.



**Εικόνα 3.7**  
Βακελίτης

Η φαινόλη και τα παράγωγά της παρουσιάζουν αντισηπτικές ιδιότητες, γι' αυτό και αραιά διαλύματά τους χρησιμοποιούνται ανάλογα.

### 3.2.3 Φαινόλη και ρύπανση περιβάλλοντος

Οι φαινόλες είναι πολύ διαδεδομένες στη φύση.

Η φαινόλη ειδικότερα είναι πολύ τοξική ουσία ( $LD_{50} < 5 \text{ mg/L}$  σε περίπτωση εισπνοής) και πρέπει να αποφεύγεται η επαφή της με το δέρμα, γιατί προκαλεί σοβαρά εγκαύματα. Σε μια τέτοια περίπτωση πρέπει, αφού απομακρυνθούν τα ρούχα και γίνει τοπική πλύση με νερό, να δοθεί χωρίς καθυστέρηση ιατρική βοήθεια.

Σε περίπτωση διαρροής της φαινόλης στο περιβάλλον, μπορεί να προκληθεί μόλυνση του εδάφους και του νερού. Για να αποφευχθεί αυτό το ενδεχόμενο, πρέπει πρώτα να κατασκευαστούν αμέσως φυσικά εμπόδια από άμμο ή χώμα, για να μην περάσει η φαινόλη σε ρυάκια ή ποτάμια. Στη συνέχεια πρέπει να ξεπλυθεί καλά η περιοχή με άφθονο νερό, να απομακρυνθεί η φαινόλη και, αν δεν υπάρχει περίπτωση ανάκτησής της, να αποτεφρωθεί.

Αν η φαινόλη παραμείνει στο έδαφος, θα εξατμιστεί κατά ένα μέρος, αλλά ένα σημαντικό ποσοστό θα παραμείνει και μπορεί να μολύνει το υπέδαφος.

Η φαινόλη διαλυμένη σε υδατικό περιβάλλον είναι πολύ τοξική ουσία ( $LD_{50} < 10 \text{ mg/L}$ ) και συνεπώς θανατηφόρα για τους υδρόβιους οργανισμούς.

Τέλος, η φαινόλη είναι εύφλεκτη ουσία, γι' αυτό και πρέπει να αποφεύγεται η αποθήκευση ή η μεταφορά της σε θερμοκρασία πάνω από  $79^\circ \text{C}$ , γιατί μπορεί να δημιουργήσει εύφλεκτα ή και εκρηκτικά μείγματα με τον αέρα.

**$LD_{50}$ :** Η ποσότητα της ουσίας που, χορηγούμενη σε μια δόση, θανατώνει το 50% του πληθυσμού που την καταναλώνει.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι



Πράσινη απλώνεται η φυτιά κι ρώγες  
 μεστωμένες  
 μαύρες και κίτρινες, ξανθές μαυρολογούν  
 γυαλίζουν  
 στην πρώτη ακτίνα του ζεστού του ήλιου  
 που ανατέλλει  
 σαν μαύρα μάτια, σαν χονδρά κλωνιά  
 μαργαριτάρια  
 οι βέργες οι καμαρωτές λαμποκοπούν κι  
 εκείνες  
 κι οι πέργολες ξαπλώνονται στα  
 διάπλατα κρεββάτια . . .

Κώστας Κρυστάλλης



### Ιστορικά στοιχεία

Το αμπέλι και το κρασί ήταν γνωστά στους ανθρώπους από την προϊστορική εποχή.

Απολιθωμένοι σπόροι και φύλλα από αμπέλι βρέθηκαν σε τάφους των Φαραώ της Αιγύπτου (6η χιλιετία π.Χ.).

Ο οίνος υπήρξε ανέκαθεν το ποτό των Ελλήνων, όπως δείχνουν οι σχετικές αναφορές του Ομήρου, του Ησίοδου, του Αριστοτέλη κ.ά. Ο Όμηρος αναφέρει πολλές ποικιλίες κρασιών, όπως το θρακιώτικο κρασί με το οποίο ο Οδυσσέας μέθυσε τον κύκλωπα Πολύφημο.

Στην Παλαιά Διαθήκη αναφέρεται ότι ο Νώε φύτεψε αμπέλι μετά τον κατακλυσμό και από το κρασί του μέθυσε.

Στην Καινή Διαθήκη ο Ιησούς ευλόγησε το κρασί στο γάμο στην Κανά.

Στην Ορθόδοξη Εκκλησία χρησιμοποιείται ο οίνος στο μυστήριο της Θείας Ευχαριστίας.

Πολλοί ποιητές έχουν υμνήσει το αμπέλι και το κρασί από παλιά.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II

**Μέτρηση αιθανόλης με το αλκοτέστ**

Παλιά χρησιμοποιούσαν ειδικά «μπαλόνια», στο στόμιο των οποίων περιεχόταν οξινισμένο  $K_2Cr_2O_7$  με πορτοκαλί χρώμα. Αν στον εκπνεόμενο αέρα του ελεγχόμενου οδηγού υπήρχε αιθανόλη σε ποσότητα μεγαλύτερη από ένα συγκεκριμένο όριο, τότε διαπιστωνόταν αλλαγή του χρώματος από πορτοκαλί σε πράσινο λόγω των σχηματιζόμενων  $Cr^{3+}$ .

Σήμερα το αλκοτέστ γίνεται με ειδική συσκευή που περιέχει ένα ηλεκτροχημικό στοιχείο, στα ηλεκτρόδια του οποίου πραγματοποιείται οξείδωση της αιθανόλης. Όσο περισσότερη αιθανόλη περιέχεται στον αέρα που εκπνέει ο οδηγός, τόσο μεγαλύτερη είναι η ένδειξη του αλκοολόμετρου.



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

- Οι **αλκοόλες** είναι το σύνολο των οργανικών ενώσεων που περιέχουν στο μόριό τους τη χαρακτηριστική ομάδα **υδροξύλιο** (-OH).
- Οι αλκοόλες ταξινομούνται είτε ανάλογα με τον αριθμό των οργανικών ομάδων οι οποίες συνδέονται με το άτομο του άνθρακα που φέρει το υδροξύλιο (**πρωτοταγείς**, **δευτεροταγείς**, **τριτοταγείς**) είτε ανάλογα με τον αριθμό των υδροξυλίων στο μόριό τους.
- Οι φυσικές ιδιότητες των αλκοολών εξαρτώνται από τον αριθμό των ατόμων του άνθρακα στο μόριό τους και από τη δομή της ανθρακικής τους αλυσίδας.
- Οι κύριες χημικές ιδιότητες των αλκοολών είναι η **καύση**, η **εστεροποίηση**, η **οξείδωση** και η **αφυδάτωση**. Με την οξείδωση των **πρωτοταγών** αλκοολών παρασκευάζονται **αλδεΐδες** και στη συνέχεια **οξέα**, ενώ με την οξείδωση των **δευτεροταγών** αλκοολών παρασκευάζονται **κετόνες**. Με την αφυδάτωσή τους παρασκευάζονται **αλκένια** ή **αιθέρες**, ανάλογα με τις συνθήκες της αντίδρασης.
- Η **αιθανόλη** ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ) είναι το κύριο συστατικό των αλκοολούχων ποτών. Παρασκευάζεται με **αλκοολική ζύμωση** διάφορων σακχαρούχων διαλυμάτων παρουσία κατάλληλων ενζύμων. Χρησιμοποιείται κυρίως ως διαλύτης αλλά και ως πρώτη ύλη για την παρασκευή διάφορων οργανικών ενώσεων.
- Οι **φαινόλες** είναι αρωματικές ενώσεις που περιέχουν -OH ενωμένο στο δακτύλιό τους.
- Η **φαινόλη** ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ) είναι το πιο απλό μέλος της σειράς των φαινολών και χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη για την παρασκευή οργανικών ενώσεων. Είναι τοξική ουσία και απαιτείται προσοχή κατά τη μεταφορά και την αποθήκευσή της.



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

- α. Η αιθανόλη είναι μονοσθενής αλκοόλη.
- β. Η 2-βουτανόλη είναι πρωτοταγής αλκοόλη.
- γ. Τα προϊόντα της αλκοολικής ζύμωσης είναι η  $\text{CH}_3\text{OH}$  και το  $\text{CO}_2$ .
- δ. Κατά την οξείδωση της αιθανόλης παράγεται διαιθυλαιθέρας.
- ε. Ο βακελίτης είναι προϊόν πολυμερισμού του βενζολίου.
- στ. Η αιθανόλη δε διαλύεται στο νερό.
- ζ. Η διάκριση της 2-βουτανόλης από τη μεθυλο-2-προπανόλη γίνεται με τη βοήθεια οξινομένου διαλύματος  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .
- η. Η αφυδάτωση μιας αλκοόλης οδηγεί πάντα στο σχηματισμό ενός προϊόντος.
- θ. Οι τριτοταγείς αλκοόλες οξειδώνονται εύκολα σε κετόνες.
- ι. Οι φαινόλες περιέχουν αρωματικό δακτύλιο.

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

2. Να αντιστοιχίσεις τις λέξεις από τις παρακάτω στήλες:

A. Τις αλκοόλες από τη στήλη (I) με το χαρακτηρισμό τους από τη στήλη (II):

**Στήλη I**

**Στήλη II**

- |                        |                |
|------------------------|----------------|
| γλυκερίνη ●            | ● πρωτοταγής   |
| γλυκόλη ●              | ● δευτεροταγής |
| αιθανόλη ●             | ● τρισθενής    |
| 2-πεντανόλη ●          | ● τριτοταγής   |
| 2-μεθυλο-2-βουτανόλη ● | ● δισθενής     |

B. Τις χημικές διεργασίες από τη στήλη (I) με τα παραγόμενα προϊόντα από τη στήλη (II):

**Στήλη I**

**Στήλη II**

- |                |                         |
|----------------|-------------------------|
| καύση ●        | ● βακελίτης             |
| εστεροποίηση ● | ● αιθανάλη              |
| αφυδάτωση ●    | ● αιθέριο               |
| οξείδωση ●     | ● διοξείδιο του άνθρακα |
| πολυμερισμός ● | ● εστέρας               |



# ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Γ. Τις αλκοόλες από τη στήλη (I) με το όνομά τους από τη στήλη (II):

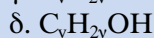
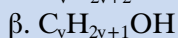
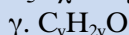
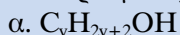
Στήλη I	Στήλη II
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ●	● φαινόλη
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$ ●	● αιθανόλη
$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ●	● 2-βουτανόλη
$\text{CH}_3\text{C}(\text{OH})(\text{CH}_3)_2$ ●	● μεθυλο-2-προπανόλη
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ●	● 1-προπανόλη

Δ. Τις χημικές αντιδράσεις από τη στήλη (I) με το χαρακτηρισμό τους από τη στήλη (II):

Στήλη I	Στήλη II
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ●	● πολυμερισμός
$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{βακελίτης}$ ●	● οξείδωση
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ ●	● αφυδάτωση
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{CO}_2$ ●	● καύση
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[-\text{H}_2\text{O}]{[\text{O}]}} \text{CH}_3\text{CH}=\text{O}$ ●	● ζύμωση

3. Να βάλεις σε κύκλο τη σωστή απάντηση:

A. Οι κορεσμένες μονοσθενείς αλκοόλες έχουν γενικό μοριακό τύπο:



B. Ανάλογα με το είδος του ατόμου του άνθρακα με το οποίο ενώνεται το  $-\text{OH}$ , οι αλκοόλες διακρίνονται σε:

α. μονοσθενείς, δισθενείς και τρισθενείς

β. πρωτοταγείς, δευτεροταγείς και τριτοταγείς

γ. όξινες και βασικές

δ. ισχυρές και ασθενείς

Γ. Όταν λέμε για ένα κρασί ότι είναι 11 αλκοολικών βαθμών, εννοούμε ότι:

α. σε 100 mL κρασιού περιέχονται 11 mL αιθανόλη

β. σε 100 mL κρασιού περιέχονται 11 g αιθανόλη

- γ. σε 100 mL κρασιού περιέχονται 11 mol αιθανόλης  
δ. το κρασί σερβίρεται στους 11 °C

- Δ. Η μεθυλο-2-προπανόλη είναι:  
α. μονοσθενής και πρωτοταγής  
β. μονοσθενής και δευτεροταγής  
γ. ακόρεστη και τριτοταγής  
δ. κορεσμένη και τριτοταγής

- Ε. Αιθέρες είναι δυνατόν να προκύψουν με:  
α. καύση των αλκοολών  
β. αφυδάτωση των αλκοολών  
γ. πλήρη οξείδωση των πρωτοταγών αλκοολών  
δ. αντίδραση μεταξύ αλκοόλης και οργανικού οξέος

- ΣΤ. Αιθανόλη παρασκευάζεται με:  
α. θέρμανση του αιθινίου παρουσία καταλύτη  
β. καύση του αιθενίου  
γ. αφυδάτωση διαιθυλαιθέρα  
δ. αλκοολική ζύμωση

- Ζ. Η φαινόλη είναι:  
α. αρωματική κετόνη  
β. κυκλική ένωση με χαρακτηριστική ομάδα  $-\text{COOH}$   
γ. αρωματική ένωση με χαρακτηριστική ομάδα  $-\text{OH}$   
δ. ετεροκυκλική ένωση

- Η. Οι κετόνες παρασκευάζονται με:  
α. προσθήκη νερού σε αλκοόλες  
β. οξείδωση δευτεροταγών αλκοολών  
γ. αφυδάτωση αλκοολών  
δ. οξείδωση τριτοταγών αλκοολών

- Θ. Οι ισομερείς ενώσεις που αντιστοιχούν στον τύπο  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$  είναι:  
α. δύο  
β. τρεις  
γ. τέσσερις  
δ. πέντε

- Ι. Ο βακελίτης είναι ένα πολυμερές που παρασκευάζεται με την αντίδραση:  
α. φαινόλης και ουρίας  
β. ουρίας και μεθανόλης  
γ. μεθανόλης και φαινόλης  
δ. φαινόλης και μεθανάλης

4. Να συμπληρώσεις με τις κατάλληλες λέξεις τα κενά που υπάρχουν στις παρακάτω προτάσεις:
- α. Η αιθανόλη παράγεται κατά την ....., κατά την οποία γίνεται διάσπαση των ..... του τύπου ..... σε αιθανόλη και ..... με τη βοήθεια του ενζύμου .....
  - β. Κατά την αφυδάτωση των αλκοολών παράγονται .....ή ..... ανάλογα με τις ..... της αντίδρασης.
  - γ. Οι ..... αλκοόλες δεν οξειδώνονται. Οι ..... αλκοόλες οξειδώνονται και δίνουν ..... ή ..... . Τέλος, οι ..... αλκοόλες οξειδώνονται και δίνουν .....
  - δ. Οι φαινόλες είναι ..... ενώσεις στις οποίες συνδέεται η χαρακτηριστική ομάδα ..... απευθείας με τον ..... .
  - ε. Η αλκοόλη  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$  ονομάζεται ..... και χαρακτηρίζεται ως ....., ανάλογα με τον τρόπο σύνδεσης των ατόμων του άνθρακα στο μόριό της, ως ....., ανάλογα με τον αριθμό των οργανικών ομάδων που συνδέονται με το άτομο του άνθρακα που φέρει τη χαρακτηριστική ομάδα, και ως ....., ανάλογα με τον αριθμό των χαρακτηριστικών ομάδων που έχει στο μόριό της.
5. Να απαντήσεις στις παρακάτω ερωτήσεις:
- α. Ποιες είναι οι ισομερείς ενώσεις που αντιστοιχούν στον τύπο  $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ ; Να γράψεις το συντακτικό τύπο τους και να τις ονομάσεις.
  - β. Γράψε τις χημικές εξισώσεις που περιγράφουν τις αντιδράσεις αφυδάτωσης της αιθανόλης. Ποιοι καταλύτες χρησιμοποιούνται; Ποιες είναι οι συνθήκες θερμοκρασίας στις οποίες πραγματοποιείται η αντίδραση; Να ονομάσεις τα προϊόντα που παράγονται.
  - γ. Σε ποια χημική ιδιότητα της αιθανόλης στηριζόταν παλαιότερα η λειτουργία του αλκοτέστ; Να την περιγράψεις.
  - δ. Ποια είναι τα προϊόντα της τέλει καύσης της 1-προπανόλης; Να γράψεις την αντίστοιχη χημική εξίσωση.
  - ε. Να γράψεις τις χημικές εξισώσεις που περιγράφουν:
    - i. την αντίδραση της αιθανόλης με αιθανικό οξύ,
    - ii. την αφυδάτωση της 1-βουτανόλης παρουσία  $\text{H}_2\text{SO}_4$  στους  $170^\circ\text{C}$  και
    - iii. την αλκοολική ζύμωση.

στ. Ποιες χημικές ενώσεις ονομάζονται φαινόλες; Ποιος είναι ο μοριακός και ποιος ο συντακτικός τύπος της φαινόλης; Ποιες είναι οι κύριες χρήσεις της;

ζ. Να περιγράψεις τη σειρά των αντιδράσεων με τις οποίες είναι δυνατόν να πάρουμε αιθάνιο από σταφύλια.

6. Να υπολογίσεις τον όγκο του  $\text{CO}_2$  (σε STP) που παράγεται κατά την καύση 18,4 g αιθανόλης.  
Πόσα L αέρα (σε STP) με περιεκτικότητα 20% σε οξυγόνο απαιτούνται για την παραπάνω καύση;
7. Κατά την αλκοολική ζύμωση παράγεται ορισμένη ποσότητα αιθανόλης. Το προϊόν θερμαίνεται στους  $170^\circ\text{C}$  παρουσία  $\text{H}_2\text{SO}_4$  και παράγονται 280 g προϊόντος, που αποχρωματίζει το καστανέρυθρο διάλυμα βρομίου.
- α. Ποιο είναι το προϊόν που παράγεται μετά τη θερμική κατεργασία της αιθανόλης;
- β. Ποια είναι η ποσότητα (σε g) της αιθανόλης που παράχθηκε;
- γ. Ποιος είναι ο όγκος (σε STP) του αέριου προϊόντος που παράγεται κατά τη ζύμωση;
8. Κατά την αφυδάτωση 4,6 g κορεσμένης μονοσθενούς αλκοόλης προκύπτουν 2,8 g αλκενίου. Να υπολογίσεις:
- α. το μοριακό τύπο της αλκοόλης,
- β. το μοριακό τύπο του αλκενίου,
- γ. τον όγκο (σε STP) του  $\text{CO}_2$  που θα παραχθεί, αν καεί πλήρως η παραπάνω ποσότητα του αλκενίου.
9. α. Αν ένα λευκό κρασί είναι 11 αλκοολικών βαθμών, να βρεθεί πόση ποσότητα αιθανόλης περιέχεται σε 2 L αυτού του κρασιού.  
β. Αν η αιθανόλη οξειδωθεί, να βρεθεί ποιες ενώσεις μπορεί να σχηματιστούν.
10. Κατά την καύση ατμών κορεσμένης μονοσθενούς αλκοόλης παράγεται τριπλάσιος όγκος  $\text{CO}_2$ . Να βρεις:
- α. Ποιος είναι ο μοριακός τύπος της αλκοόλης που καίγεται.
- β. Ποια είναι τα ισομερή της αλκοόλης και να τα ονομάσεις.
- γ. Πόσα g αλκοόλης κάηκαν, αν παραχθούν 112 L  $\text{CO}_2$  (σε STP) κατά την καύση.

