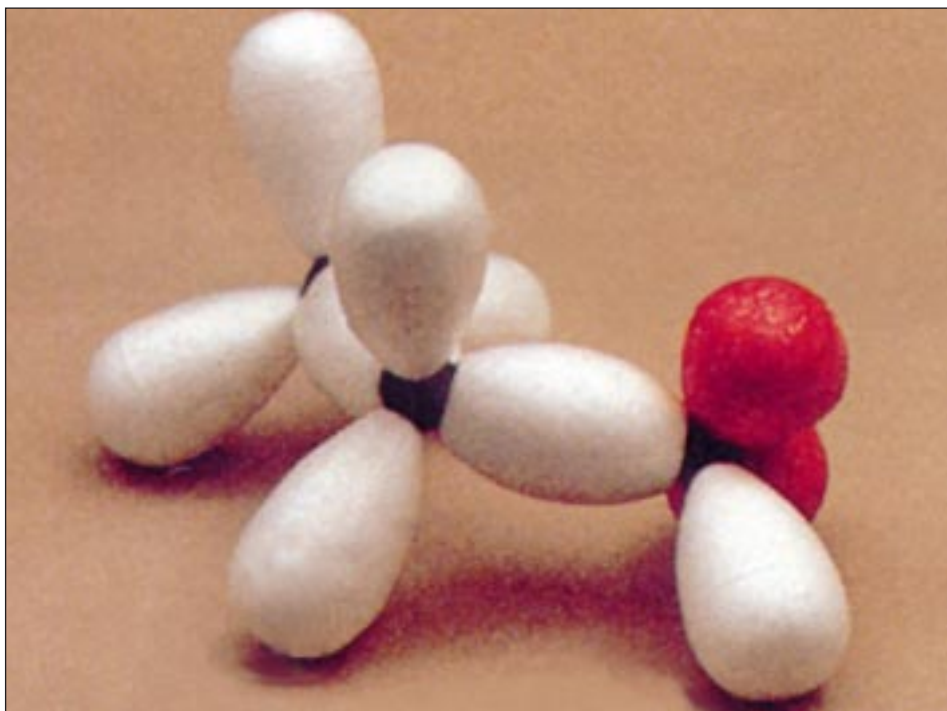


ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο

Αλκοόλες - Οξέα

- *Αιθανόλη*
- *Αιθανικό οξύ*
- *Ερωτήσεις – προβλήματα*
- *Ανακεφαλαίωση*

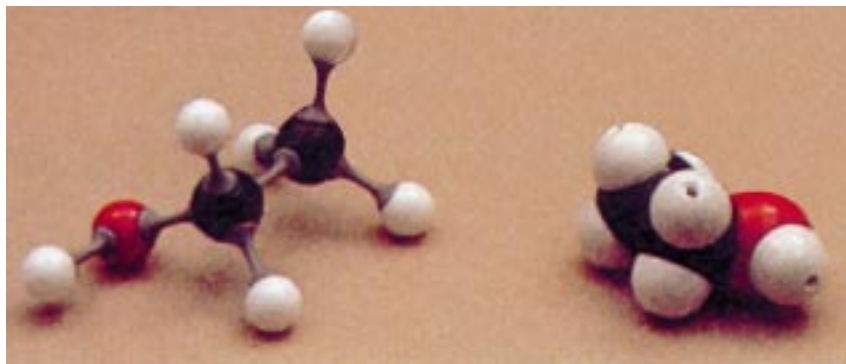


Μοντέλο προσομοίωσης της αιθανόλης όπου απεικονίζονται οι δεσμοί που δημιουργούνται ανάμεσα στα άτομα

3.1 Αιθανόλη

Η αιθανόλη ή αιθυλική αλκοόλη (απλά οινόπνευμα) αποτελεί μία από τις χημικές ενώσεις που ήταν γνωστή από πολύ παλιά. Είναι το δεύτερο μέλος της ομόλογης σειράς των κορεσμένων μονο-υδροξυ αλκοολών, οι οποίες περιέχουν στο μόριό τους ένα υδροξύλιο ($-OH$) και έχουν γενικό μοριακό τύπο $C_nH_{2n+1}OH$. ($n \geq 1$).

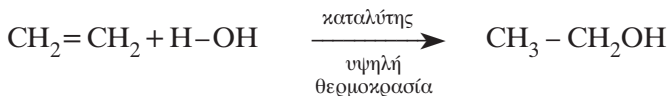
Ο συντακτικός τύπος της αιθανόλης είναι: CH_3-CH_2OH



Εικόνα 3.1

Μοντέλα προσομοίωσης του μορίου της αιθανόλης.

Το μεγαλύτερο ποσοστό της αιθανόλης που παράγεται σε βιομηχανική κλίμακα λαμβάνεται από την προσθήκη νερού στο αιθέριο παρυσία καταλύτη σε υψηλή θερμοκρασία:

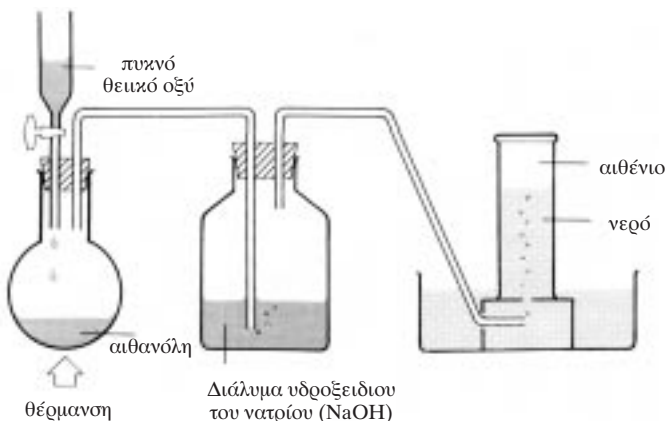
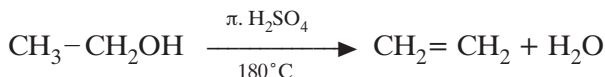


Η αιθανόλη είναι υγρό με χαρακτηριστική οσμή και σημείο ζέσης $78.3^\circ C$. Είναι ουσία η οποία διαλύεται τόσο στο νερό και σε άλλους πολικούς διαλύτες όσο και σε μη πολικούς διαλύτες. Αυτή η ιδιότητά της την καθιστά πολύτιμο διαλύτη για τη βιομηχανία.

Η ομάδα $-OH$ έχει την τάση να ενώνεται με $-H$ κάτω από ορισμένες συνθήκες και να αποχωρίζεται ως νερό από το μόριο στο οποίο περιέχεται.

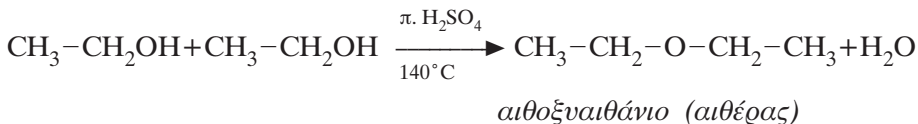
Ενδεικτικά, παρουσιάζονται μερικές αντιδράσεις της αιθανόλης:

♦ Η αιθανόλη αφυδατώνεται και σχηματίζεται αιθένιο ή αιθέρας (αιθοξυαιθάνιο) ανάλογα με τις συνθήκες:

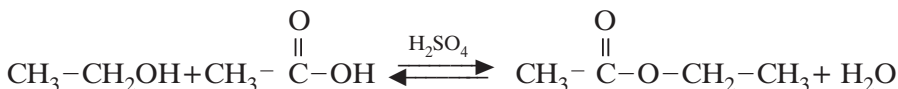


Εικόνα 3.2

Πειραματική διάταξη για την παρασκευή αιθενίου από αιθανόλη



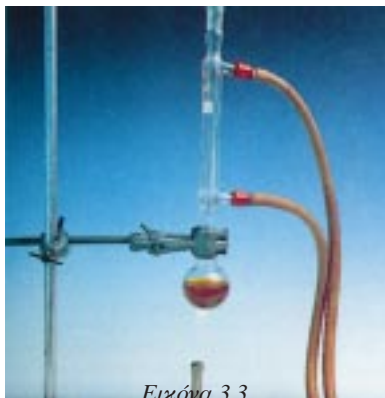
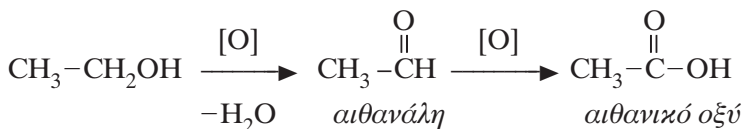
♦ Η αιθανόλη αντιδρά με οξέα και δίνει εστέρες:



αιθανικός αιθυλεστέρας

Η αντίδραση αυτή ονομάζεται **εστεροποίηση**.

♦ Η αιθανόλη οξειδώνεται σε αιθανάλη (ακεταλδεΐδη) ή αιθανικό οξύ (οξικό οξύ) ανάλογα με τις συνθήκες και με το οξειδωτικό μέσο που χρησιμοποιείται:



Εικόνα 3.3

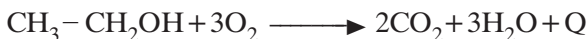
Πειραματική διάταξη οξείδωσης της αιθανόλης με $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ σε διάλυμα H_2SO_4 . Το πορτοκαλί χρώμα δείχνει ότι η αντίδραση μόλις άρχισε. Όταν ολοκληρωθεί θα επικρατήσει το πράσινο χρώμα των Cr^{3+} .

Μια ενδιαφέρουσα ιστορία:

Οι πειρατές χρησιμοποιούσαν έναν εμπειρικό τρόπο, προκειμένου να ελέγχουν την ποιότητα που είχε το ρούμι ή το “ουίσκι” που ήθελαν να αγοράσουν. Έσταζαν σε μια μικρή ποσότητα πυρίτιδας λίγες σταγόνες του ποτού και το ανέφλεγαν. Εάν οι φλόγες έσβηναν και η πυρίτιδα δεν αναφλέγοταν, συμπεραίναν ότι το ποτό είχε αραιωθεί με νερό (χαμηλή περιεκτικότητα σε αλκοόλη).

Σήμερα, βέβαια, για τον προσδιορισμό των αλκοολικών βαθμών ενός αλκοολούχου διαλύματος υπάρχουν πιο ακίνδυνες και πιο ακριβείς μέθοδοι όπως η χρησιμοποίηση του αλκοολομέτρου.

♦ Η αιθανόλη καίγεται τέλεια δίνοντας CO_2 , H_2O και θερμότητα:



Η αιθανόλη έχει ευρεία χρήση ως διαλύτης (για λάκες, βερνίκια, αρώματα). Επίσης, χρησιμοποιείται στην παραγωγή του οξικού οξέος. Επιπλέον έχει πολλές εφαρμογές στη χημική βιομηχανία. Για παράδειγμα χρησιμοποιείται για τον καθαρισμό διαφόρων προϊόντων με αναक्रυσάλλωση.

Τα ανώτερα μέλη της ομολόγης σειράς των κορεσμένων αλκοολών χρησιμοποιούνται κατά την παραγωγή απορρυπαντικών, πλαστικοποιητών και πολλών πολυμερών, όπως είναι οι πολυεστέρες τεριλέν ντακρόν ρητίνες).

Αλκοολική ζύμωση – παραγωγή αλκοόλης

Το κρασί, όπως και όλα τα αλκοολούχα ή οινοπνευματώδη ποτά, περιέχει «αλκοόλη», δηλαδή αιθανόλη. Η αιθανόλη προέρχεται από απλά σάκχαρα ($C_6H_{12}O_6$) τα οποία περιέχονται στο μούστο των σταφυλιών και στα οποία οφείλει τη γλυκιά γεύση του. Κατά τη διάρκεια της μετατροπής του μούστου σε κρασί αυτά τα σάκχαρα μετατρέπονται σε αιθανόλη και διοξείδιο του άνθρακα μέσω της αλκοολικής ζύμωσης.



Εικόνα 3.4

Η αλκοολική ζύμωση είναι βιοχημική διεργασία που καταλύεται από ένα ένζυμο που ονομάζεται ζυμάση. Το ένζυμο αυτό παράγεται από τους ζυμομύκητες, ένα είδος μυκήτων τους οποίους περιέχει ο μούστος.

Τα αλκοολούχα ποτά και τα αρώματα, έχουν ως βασικό συστατικό την αιθανόλη. Η υπερβολική κατανάλωση αλκοολούχων ποτών είναι επιβλαβής για την υγεία μας.

Η αλκοολική ζύμωση μπορεί να περιγραφεί με την εξίσωση:



Από την αρχαιότητα ο άνθρωπος “εκμεταλλεύεται” την αλκοολική ζύμωση για την παρασκευή αλκοολούχων ποτών. Ως πρώτη ύλη για την παραγωγή τους χρησιμοποιούνται είτε καρποί πλούσιοι σε απλά σακχαρα, όπως τα σταφύλια (κρασί), είτε καρποί με υψηλή περιεκτικότητα σε άμυλο, όπως το κριθάρι (μπύρα).

Στην αλκοολική ζύμωση δε στηρίζεται μόνο η παρασκευή οινοπνευματωδών ποτών αλλά και η παραγωγή αιθανόλης. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται



Εικόνα 3.5

Δεξαμενή ζύμωσης για την παρασκευή μπύρας.
Σε τι οφείλεται ο αφρισμός;

ως πρώτες ύλες αυτές που ήδη αναφέραμε αλλά και άλλες που περιέχουν κυτταρίνη (πριονίδια ή άχυρα). Η αλκοόλη που παραλαμβάνεται ύστερα από διαδοχικές αποστάξεις είναι 95°. Για την παραλαβή απόλυτης αλκοόλης απαιτείται περαιτέρω επεξεργασία.

Στο παρελθόν η αιθανόλη παραγόταν με τη μέθοδο αυτή και ήταν η βασική πρώτη ύλη για την παραγωγή του αιθενίου και του πολυαιθυλενίου.

Αυτή η μέθοδος παραγωγής αιθανόλης έχει σήμερα περιορισμένη εφαρμογή, επειδή η αιθανόλη παράγεται σε βιομηχανική κλίμακα μέσω της προσθήκης νερού στο αιθέριο. Παρ' όλα αυτά σε πολλές χώρες στις οποίες η φυτική παραγωγή είναι αυξημένη χρησιμοποιείται και η μέθοδος της αλκοολικής ζύμωσης.

Στο μέλλον προβλέπεται μια στροφή από το πετρέλαιο προς τους υδατάνθρακες (σάκχαρα) ως κύριας πηγής οργανικών ενώσεων. Οι υδατάνθρακες μπορούν συνεχώς να ανανεώνονται μέσω της ανάπτυξης των φυτών. Με τη βελτίωση των μεθόδων επεξεργασίας τους επιδιώκεται να μας παρέχουν πολύτιμες πρώτες ύλες για τη σύνθεση οργανικών ενώσεων και για την παραγωγή καυσίμων.

Ήδη μείγμα αιθανόλης βενζίνης χρησιμοποιείται για την κίνηση των αυτοκινήτων σε διάφορες χώρες όπως στη Βραζιλία. Στη Βραζιλία, που δεν είναι πετρελαιοπαραγωγός χώρα, η αιθανόλη παράγεται μέσω της αλκοολικής ζύμωσης.

Η αιθανόλη θεωρείται πιο φιλική προς το περιβάλλον, διότι κατά την καύση της δε σχηματίζονται ορισμένοι αέριοι ρύποι, όπως αντίθετα συμβαίνει κατά την καύση της βενζίνης.



Εικόνα 3.6

Πρατήριο καυσίμων στη Βραζιλία όπου διατίθεται μείγμα βενζίνης-αλκοόλης (gashol)

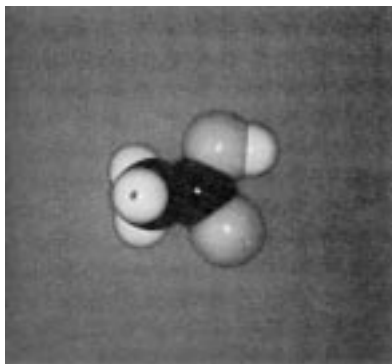
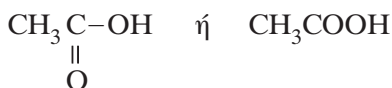
3.2 Αιθανικό οξύ

Το αιθανικό οξύ ονομάζεται εμπειρικά οξικό οξύ. Η ονομασία αυτή έχει προέλθει από τη λατινική λέξη *acetum* που σημαίνει ξίδι. Το ξίδι που χρησιμοποιούμε είναι αραιό υδατικό διάλυμα με κύριο συστατικό το αιθανικό οξύ.

Το αιθανικό οξύ είναι το δεύτερο μέλος της ομόλογης σειράς των κορεσμένων μονοκαρβονικών οξέων. Τα κορεσμένα μονοκαρβονικά οξέα περιέχουν στο μόριό τους μια ομάδα καρβοξυλίου ($-\text{C}-\text{OH}$) και έχουν γενικό μοριακό τύπο: $\text{C}_v\text{H}_{2v+1}\text{COOH}$.



Ο συντακτικός τύπος του αιθανικού οξέος είναι:



Εικόνα 3.7

Προσομοίωση μορίου αιθανικού οξέος



Εικόνα 3.8

Οξικό οξύ σε κρυσταλλική μορφή (παγόμορφο)

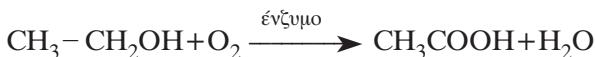
Όταν το αιθανικό οξύ είναι σε καθαρή κατάσταση βρίσκεται σε κρυσταλλωμένη μορφή.

Μεγάλες ποσότητες αιθανικού οξέος παράγονται με καταλυτική οξείδωση κορεσμένων υδρογονανθράκων από το οξυγόνο του αέρα.



Μια άλλη σημαντική μέθοδος παραγωγής οξικού οξέος είναι με την οξειδωση της αιθανόλης που περιέχεται σε αλκοολούχα διαλύματα παρουσία ειδικού ενζύμου (αλκοξειδάση) το οποίο παίζει ρόλο καταλύτη.

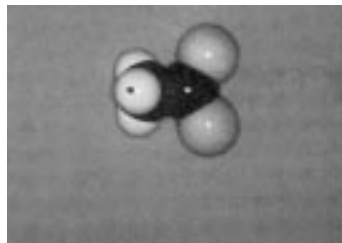
Αυτή η βιοχημική διεργασία ονομάζεται οξική ζύμωση.



Με τη μέθοδο αυτή παράγονται αραιά υδατικά διαλύματα οξικού οξέος (5-10 %).

♦ Το οξικό οξύ είναι ασθενής ηλεκτρολύτης.

Σε υδατικό διάλυμα ιοντίζεται και δίνει ιόντα H^+ , στα οποία οφείλεται ο όξινος χαρακτήρας των διαλυμάτων του:

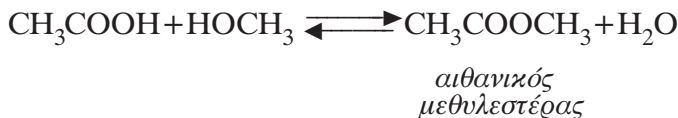


Εικόνα 3.9
Μοντέλο προσομοίωσης του
 CH_3COO^-

Έτσι αντιδρά π.χ. με βάσεις και σχηματίζονται άλατα (εξουδετέρωση)



♦ Το οξικό οξύ αντιδρά με αλκοόλες και σχηματίζονται εστέρες:



Το οξικό οξύ χρησιμοποιείται ως ενδιάμεσο για την παραγωγή πολλών προϊόντων όπως φαρμάκων, αρωμάτων, και χρωμάτων.

Προϊόντα αντίδρασης του οξικού οξέος με την κυτταρίνη είναι οι οξικές κυτταρίνες, οι οποίες έχουν ευρύτατες εφαρμογές.

Ερωτήσεις – Προβλήματα

Συμπλήρωσε τα κενά στις παρακάτω προτάσεις (1,2)

1. Η αιθανόλη έχει την εμπειρική ονομασία
Ανήκει στην ομόλογη σειρά Παράγεται από
προϊόντα φυτικής προέλευσης μέσω της διεργασίας
που ονομάζεται, καθώς και από
το, το οποίο προέρχεται από το πετρέλαιο.
2. Κατά την αντίδραση της αιθανόλης με και πα-
ρουσία οξέος παράγεται ένας εστέρας που ονομάζεται
αιθανικός
3. Σημείωσε σωστό (Σ) ή λάθος (Λ) δίπλα στις προτάσεις που ακο-
λουθούν και τεκμηρίωσε την απάντησή σου:
α) Κατά την αφυδάτωση της αιθανόλης (παρουσία πυκνού θεικού
οξέος) σχηματίζεται αιθένιο ή αλδεϋδη ανάλογα με τη θερμοκρα-
σία στην οποία πραγματοποιείται η αντίδραση.
β) Η αιθανόλη οξειδώνεται με την επίδραση διάφορων οξειδωτι-
κών μέσων και σχηματίζεται αιθανάλη ή αιθανικό οξύ.
γ) Το αιθανικό οξύ δε μπορεί να παραχθεί με βιοχημικές διεργα-
σίες.
δ) Το αιθανικό οξύ έχει όξινο χαρακτήρα.
4. Να επιλέξεις τη σωστή πρόταση και να τεκμηριώσεις την επιλογής
σου:
Η αιθανάλη είναι:
α. κορεσμένη μονο-υδροξύ αλκοόλη που περιέχει στο μόριό της
δύο άτομα άνθρακα.
β. κορεσμένη αλδεϋδη που περιέχει στο μόριό της δύο άτομα άν-
θρακα.
γ. μονο-υδροξύ αλκοόλη που περιέχει στο μόριό της δύο άτομα
άνθρακα και ένα διπλό δεσμό μεταξύ ατόμων άνθρακα.
δ. αλδεϋδη που περιέχει στο μόριό της δύο άτομα άνθρακα και έ-
να διπλό δεσμό μεταξύ ατόμων άνθρακα.

5. Να επιλέξεις τη σωστή πρόταση και να τεκμηριώσεις την επιλογή σου:
- Το οξικό οξύ παράγεται βιομηχανικά κυρίως:
- α. Με την οξείδωση της αιθανόλης
 - β. μέσω της αλκοολικής ζύμωσης των απλών σακχάρων
 - γ. με καταλυτική οξείδωση κορεσμένων υδρογονανθράκων
 - δ. με καταλυτική υδρογόνωση του αιθενίου
6. Γράψε τη χημική εξίσωση της τέλειας καύσης της αιθανόλης και υπολόγισε τον όγκο του αερίου που παράγεται (σε STP), εάν καούν πλήρως 2 mol αιθανόλης.
7. Γράψε τη χημική εξίσωση της οξικής ζύμωσης και υπολόγισε την ποσότητα του οξέος που παράγεται, εάν αντιδράσουν πλήρως 69 g αλκοόλης.

ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

Η ομόλογη σειρά των μονο-υδροξυ αλκοολών περιλαμβάνει τις ενώσεις που υπακούουν στο γενικό τύπο $C_{2n}H_{2n+1}OH$. Πρόκειται, δηλαδή, για κορεσμένες οργανικές ενώσεις που περιέχουν στο μορίό τους τη χαρακτηριστική ομάδα του υδροξυλίου ($-OH$).

Η αιθανόλη (οινόπνευμα) είναι το δεύτερο μέλος της σειράς. Ως πρώτη ύλη για τη βιομηχανική παραγωγή της χρησιμοποιείται το αιθένιο.

Η αιθανόλη αφυδατώνεται προς αιθένιο ή αιθοξαιθάνιο και αντιδρά με οξέα οπότε παράγονται εστέρες. Άλλη σημαντική αντίδραση είναι η οξειδωσή της προς αιθανάλη και αιθανικό οξύ, ανάλογα με τις συνθήκες οξειδωσης και με το οξειδωτικό μέσο.

Η αιθανόλη έχει ευρεία εφαρμογή ως διαλύτης πολλών χημικών ουσιών.

Η αλκοολική ζύμωση είναι μια βιοχημική διεργασία κατά την οποία τα σάκχαρα μετατρέπονται σε αιθανόλη και σε διοξείδιο του άνθρακα με την παρουσία των ενζύμων, που δρουν ως βιοκαταλύτες. Ως πρώτες ύλες χρησιμοποιούνται καρποί όπως το σταφύλι και το κριθάρι αλλά και προιονίδια ή άχυρα.

Σε πολλές χώρες η αιθανόλη χρησιμοποιείται ως καύσιμο αυτοκινήτων λόγω της μεγάλης ενεργειακής απόδοσής της και της παραγωγής λιγότερο τοξικών ρύπων σε σχέση με τη βενζίνη.

Οι υδατάνθρακες μπορεί να αποτελέσουν την κύρια πηγή οργανικών ενώσεων στο μέλλον υποκαθιστώντας το πετρέλαιο.

Η ομόλογη σειρά των κορεσμένων μονοκαρβονικών οξέων αποτελείται από χημικές ενώσεις που έχουν το γενικό τύπο $C_nH_{2n+1}COOH$.

Το ξίδι που χρησιμοποιούμε είναι αραιό υδατικό διάλυμα αιθανικού (οξικού) οξέος και παράγεται με την οξική ζύμωση της αιθανόλης που περιέχεται σε αλκοολούχα διαλύματα όπως το κρασί. Κατά την οξική ζύμωση η αιθανόλη οξειδώνεται σε οξικό οξύ και παράγεται και νερό.

Σε υδατικό διάλυμα το οξικό οξύ ιοντίζεται και δίνει ιόντα H^+ . Έχει επομένως, όξινο χαρακτήρα και δίνει αντιδράσεις εξουδετέρωσης με βάσεις.

Το οξικό οξύ χρησιμοποιείται ως ενδιάμεσο για την παραγωγή πολλών χημικών προϊόντων.