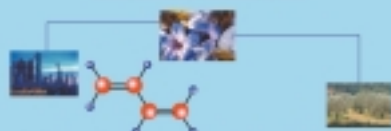


Οργανική Χημεία

Εργαστηριακός Οδηγός

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ



ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ

Εργαστηριακός Οδηγός



Β' Τάξη 1ου Κύκλου

Μ. Καραύαν - Σ. Αποστολίδου - Ν. Νικολίτση



ΤΟΜΕΑΣ

ΧΗΜΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ

ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΗΡΙΑ

Μ. Κομιώτου - Σ. Λευκοπούλου - Ν. Νικολάου

Οργανική Χημεία

Εργαστηριακός Οδηγός

Β' τάξη 1^{ου} ΚΥΚΛΟΥ
Ειδικότητα: Χημικών Εργαστηρίων
και Ποιοτικού Ελέγχου Υλικών



ΤΟΜΕΑΣ: ΧΗΜΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΑΘΗΝΑ 2001

Συγγραφείς:

Κομιώτου Μαρία Δρ. Χημικός Μηχανικός, καθηγήτρια
2ου Τ.Ε.Ε. Σταυρούπολης Θεσσαλονίκης
Λευκοπούλου Σουλτάνα Δρ. Χημικός, Σχολικός
Σύμβουλος Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης
Νικολάου Νικόλαος Δρ. Χημικός, Καθηγητής
ΤΕΙ Καβάλας

Συντονίστρια :

Λευκοπούλου Σουλτάνα Δρ. Χημικός, Σχολικός
Σύμβουλος Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

Ομάδα κρίσης:

Βλάχος Ιωάννης Χημικός Δευτεροβάθμιας
Εκπαίδευσης
Κακάρογλου Εμμανουήλ Χημικός Μηχανικός,
Σχολικός Σύμβουλος
Κωνσταντίνου-Κόκκοτου Βιολέτα Αναπληρώτρια
Καθηγήτρια Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

Γλωσσική Επιμέλεια:

Κλειδωνάρη Μαρία

Ηλεκτρονική Επεξεργασία:

Μαξιανίδης Δημήτρης

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ

Υπεύθυνος του τομέα «Χημικών Εργαστηριακών Εφαρμογών»

Αντώνιος Σ. Μπομπέτσης

Χημικός M. Ed, Ph. D.

Σύμβουλος Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κανόνες ασφαλείας στο εργαστήριο της Χημείας.	9
Εργαστηριακή άσκηση 1 : ΕΚΧΥΛΙΣΗ ΜΕ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΟ ΧΩΝΙ	13
Εργαστηριακή άσκηση 2 : ΕΚΧΥΛΙΣΗ ΜΕ ΣΥΣΚΕΥΗ SOXHLET.	19
Εργαστηριακή άσκηση 3 : ΑΝΑΚΡΥΣΤΑΛΛΩΣΗ	23
Εργαστηριακή άσκηση 4 : ΣΗΜΕΙΟ ΤΗΞΗΣ	29
Εργαστηριακή άσκηση 5 : ΔΕΙΚΤΗΣ ΔΙΑΘΛΑΣΗΣ.	35
Εργαστηριακή άσκηση 6 : ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΑΝΘΡΑΚΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ	39
Εργαστηριακή άσκηση 7 : ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΑΖΩΤΟΥ, ΘΕΙΟΥ ΚΑΙ ΑΛΟΓΟΝΩΝ	43
Εργαστηριακή άσκηση 8 : ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΜΕΘΑΝΙΟΥ	51
Εργαστηριακή άσκηση 9 : ΑΙΘΕΝΙΟ	55
Εργαστηριακή άσκηση 10: ΑΙΘΑΝΟΛΗ.	61
Εργαστηριακή άσκηση 11: ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΑΛΚΟΟΛΩΝ	69
Εργαστηριακή άσκηση 12: ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΑΛΔΕΪΔΩΝ ΚΑΙ ΚΕΤΟΝΩΝ.	77
Εργαστηριακή άσκηση 13: ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΚΑΡΒΟΞΥΛΙΚΩΝ ΟΞΕΩΝ.	83
Εργαστηριακή άσκηση 14: ΟΞΙΚΟ ΟΞΥ.	91
Εργαστηριακή άσκηση 15: ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΑΙΘΑΝΙΚΟΥ ΑΙΘΥΛΕΣΤΕΡΑ	99
Εργαστηριακή άσκηση 16: ΕΛΑΙΑ	105
Εργαστηριακή άσκηση 17: ΟΞΥΜΕΤΡΗΣΗ ΕΛΑΙΩΝ	113

Εργαστηριακή άσκηση 18: ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΣΑΠΟΥΝΙΩΝ	119
Εργαστηριακή άσκηση 19: ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ ΣΕ ΣΑΠΟΥΝΙΑ	123
Εργαστηριακή άσκηση 20: ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ	129
Εργαστηριακή άσκηση 21: ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ	139
Εργαστηριακή άσκηση 22: ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ	147
Εργαστηριακή άσκηση 23: ΑΣΠΙΡΙΝΗ	153
Εργαστηριακή άσκηση 24: ΔΙΑΚΡΙΣΕΙΣ.....	159
Εργαστηριακή άσκηση 25: ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΕΙΣ	171
Βιβλιογραφία.....	175
Σχετικές ατομικές μάζες στοιχείων	176
Περιοδικός πίνακας	177

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ο εργαστηριακός οδηγός γράφτηκε για το εργαστήριο της Οργανικής Χημείας της Β' τάξης 1ου κύκλου του Τομέα Χημικών Εργαστηριακών Εφαρμογών των Τεχνικών Επαγγελματικών Εκπαιδευτηρίων.

Σύμφωνα με το Πρόγραμμα Σπουδών, με τις εργαστηριακές ασκήσεις επιδιώκεται η εφαρμογή των θεωρητικών γνώσεων που απέκτησε ο μαθητής και η ανάπτυξη των δεξιοτήτων που απαιτούνται για την ανάλυση και τη σύνθεση οργανικών ενώσεων.

Το Πρόγραμμα προβλέπει 25 εργαστηριακές ασκήσεις. Σε κάθε εργαστηριακή άσκηση προηγούνται οι στόχοι που επιδιώκονται με την εκτέλεσή της και η αντίστοιχη θεωρία. Στη συνέχεια αναγράφονται τα όργανα, τα υλικά και οι ουσίες που θα χρειαστούν για τη συγκεκριμένη άσκηση και ακολουθεί η περιγραφή της πειραματικής διαδικασίας.

Πριν από την πειραματική διαδικασία επισημαίνονται οι **κανόνες ασφαλείας** που σχετίζονται με κάθε άσκηση. Επιστούμε την προσοχή των συναδέλφων και των μαθητών στο σημείο αυτό. Οι κίνδυνοι σε ένα χημικό εργαστήριο, και μάλιστα της Οργανικής Χημείας, δεν πρέπει ούτε να υποτιμώνται ούτε να υπερεκτιμώνται.

Στο τέλος κάθε άσκησης υπάρχουν ερωτήσεις που στοχεύουν στην αξιολόγηση των γνώσεων των μαθητών.

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους συναδέλφους-κριτές του βιβλίου, κ. Βιολέτα Κωνσταντίνου-Κόκκοτου, αναπληρώτρια καθηγήτρια Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, κ. Εμμανουήλ Κακάρογλου, χημικό μηχανικό, Σχολικό Σύμβουλο και κ. Ιωάννη Βλάχο, χημικό Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, για τις πολύτιμες παρατηρήσεις τους.

Ευχαριστούμε επίσης τη Διοίκηση του ΤΕΙ Καβάλας για την πρόθυμη συμπαράστασή της και την κ. Νόπη Παντελίδου για την καλλιτεχνική επιμέλεια του βιβλίου.

Τέλος, ευχαριστούμε όλους όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της προσπάθειας συγγραφής αυτού του βιβλίου.

Ιούνιος 2001

Η συγγραφική ομάδα





Κανόνες ασφάλειας στο εργαστήριο της Χημείας

Η ασφάλεια στο εργαστήριο της Χημείας είναι, σε έναν πολύ μεγάλο βαθμό, θέμα κοινής λογικής, αρκεί να γνωρίζει κανείς τους κινδύνους που συνδέονται με τις ουσίες και τις διαδικασίες που χρησιμοποιεί.

Για το σκοπό αυτό σε **κάθε εργαστηριακή άσκηση**, κάτω από τον τίτλο **«κανόνες ασφαλείας»**, επισημαίνονται και οι επικίνδυνες ουσίες και οι χειρισμοί που απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή.

Μερικά σημεία που πρέπει οπωσδήποτε να έχετε υπόψη σας

- Να εργάζεστε μόνο όταν ο καθηγητής είναι μέσα στο εργαστήριο.
- Να εκτελείτε μόνο τα πειράματα που ο καθηγητής σας υποδεικνύει και με τις ποσότητες που αναγράφονται στις οδηγίες.
- Να διαβάσετε με προσοχή όλη τη διαδικασία που θα χρειαστεί να εκτελέσετε.
- Να μην τοποθετείτε τα σκεύη ή άλλα υλικά στην άκρη του πάγκου.
- Ο πάγκος σας να είναι πάντοτε καθαρός και να έχει μόνο τις απαραίτητες ουσίες και τα σκεύη για το πείραμα που εκτελείτε.
- Να γνωρίζετε τη θέση των πυροσβεστήρων και του φαρμακείου με τα είδη πρώτης ανάγκης.
- Να αναφέρετε στον καθηγητή σας και το παραμικρό ατύχημα (π.χ. σπάσιμο γυάλινων σκευών, χύσιμο ουσιών στον πάγκο, στο πάτωμα ή επάνω σας κτλ.).
- Αν πέσει στο δέρμα σας οξύ, πρέπει αμέσως να το ξεπλύνετε με άφθονο νερό και διάλυμα όξινου ανθρακικού νατρίου (NaHCO_3) 5%.
- Αν πέσει στο δέρμα σας βάση, πρέπει αμέσως να την ξεπλύνετε με άφθονο νερό και διάλυμα βορικού οξέος (HBO_3) 5%. Το διάλυμα HBO_3 είναι ακίνδυνο και για τα μάτια και για το στόμα.

- Να πλένετε πάντοτε τα χέρια σας μετά από κάθε πείραμα.
- Να φοράτε πάντα γυαλιά ασφαλείας και ποδιά. Οι φακοί επαφής δε συνιστώνται στο εργαστήριο.
- Να φοράτε κλειστά παπούτσια και τα ρούχα σας να μην είναι ιδιαίτερα φαρδιά.
- Να μη μεταφέρετε φαγώσιμα ή ποτά στο χώρο του εργαστηρίου.
- Να ελέγχετε την ετικέτα από την ουσία που θέλετε να χρησιμοποιήσετε και να βάζετε ετικέτα σε ουσία που εσείς παρασκευάσατε.
- Ό,τι δεν έχει ετικέτα δε χρησιμοποιείται.
- Να μη ρίχνετε πάλι στη φιάλη ουσία που περιόσσει.
- Να κλείνετε αμέσως με το πώμα τους τις φιάλες από τις οποίες παίρνετε ουσίες.
- Μη μεταφέρετε τις φιάλες με τις ουσίες κρατώντας τις από το πώμα.
- Να μην αφήνετε λύχνο αναμμένο, όταν δεν τον χρησιμοποιείτε.
- Όταν χειρίζεστε εύφλεκτες ουσίες, όλοι οι λύχνοι να είναι σβηστοί. Αν χρειαστεί να θερμάνετε εύφλεκτες ουσίες, να τις θερμάνετε σε ζεστό υδρολούτρο, αφού σβήσετε το λύχνο.

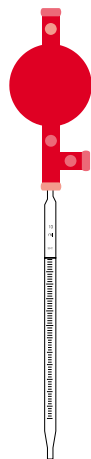


Εικόνα 1



Εικόνα 2

- Να χειρίζεστε τα γυάλινα σκεύη με προσοχή. Μη βάζετε δύναμη όταν τα χρησιμοποιείτε. Όταν είναι ζεστά, να χρησιμοποιείτε πάντοτε λαβίδες. Να θυμάστε ότι το ζεστό γυαλί είναι φαινομενικά ίδιο με το κρύο, προκαλεί όμως σοβαρά εγκαύματα.
- Να μη στρέφετε το στόμιο δοκιμαστικού σωλήνα που θερμαίνετε σε κατεύθυνση που υπάρχει άνθρωπος. Η θέρμανση μη εύφλεκτου υγρού σε δοκιμαστικό σωλήνα γίνεται με ελαφρά ανακίνηση και τη φλόγα στην επιφάνεια του υγρού (εικόνα 1).
- Να μη φέρνετε απευθείας στη μύτη σας σκεύος με αέρια. Όταν χρειαστεί να μυρίσετε μια ουσία, κρατήστε τη μακριά από τη μύτη και με το χέρι σας δημιουργήστε ρεύμα αέρα προς το μέρος σας (εικόνα 2).
- Να μη ρουφάτε με το στόμα σας για να γεμίσετε σιφόνιο. Να χρησιμοποιείτε την κατάλληλη ελαστική φούσκα (εικόνα 3).



Εικόνα 3

- Να μην πιάνετε στερεές ουσίες με το χέρι ούτε να τις ζυγίζετε απευθείας επάνω στην πλάστιγγα του ζυγού.
- Κατά τις αραιώσεις των οξέων (κυρίως του H_2SO_4) προστίθεται πάντοτε το οξύ στο νερό και ποτέ το αντίστροφο.
- Να θυμάστε πάντα ότι όλες οι ουσίες μπορούν να προκαλέσουν βλάβη.

Οι χημικές ουσίες φέρουν στη συσκευασία τους χαρακτηρισμούς που δηλώνουν τις προφυλάξεις που απαιτείται να πάρει όποιος τις χρησιμοποιεί. Για κάθε χαρακτηρισμό υπάρχει το ανάλογο διεθνές σήμα κινδύνου.

ΔΙΑΒΡΩΤΙΚΟ:

Καταστρέφει τους ζωντανούς ιστούς και τα ανόργανα υλικά. Να αποφεύγεται οποιαδήποτε επαφή του με τα μάτια, το δέρμα και τα ρούχα.



ΕΡΕΘΙΣΤΙΚΟ:

Η επαφή του προκαλεί ερεθισμό στο δέρμα, στα μάτια και στους βλεννογόνους. Να αποφεύγεται η εισπνοή ατμών και η επαφή του με το δέρμα και τα μάτια.



ΕΥΦΛΕΚΤΟ:

Αναφλέγεται εύκολα παρουσία φλόγας ή σπίθας ή πηγής θερμότητας. Να φυλάγεται μακριά από γυμνές φλόγες, σπινθήρες και θερμές επιφάνειες.



ΤΟΞΙΚΟ:

Παρουσιάζει κίνδυνο για την υγεία, όταν εισδύσει στον οργανισμό από το δέρμα ή με εισπνοή ή με κατάποση. Να αποφεύγεται οποιαδήποτε επαφή ή εισπνοή ή κατάποση.



ΕΚΡΗΚΤΙΚΟ:

Όταν εκτεθεί σε υψηλή θερμοκρασία ή σε κρούση, μπορεί να εκραγεί. Να διατηρείται μακριά από πηγές θερμότητας και να αποφεύγεται η κρούση, η τριβή και η επαφή του με άνυδρες οργανικές ουσίες.

**ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΟ:**

Διευκολύνει την οξείδωση ουσιών, μπορεί να προκαλέσει ανάφλεξη. Να διατηρείται μακριά από πηγές θερμότητας.



Εργαστηριακή άσκηση 1

ΕΚΧΥΛΙΣΗ ΜΕ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΟ ΧΩΝΙ



Θεωρία

Η εκχύλιση είναι μια μέθοδος παραλαβής κάποιων ουσιών, με τη βοήθεια κατάλληλου διαλύτη, από ένα μείγμα στερεών ή υγρών ουσιών. Η παραλαβή της ουσίας βασίζεται στη μεγάλη διαλυτότητά της σε ένα διαλύτη (**εκχυλιστικό υγρό**). Ο διαλύτης διαλύει μόνο τη συγκεκριμένη ουσία, ενώ δε διαλύει τα άλλα συστατικά του μείγματος.

Για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας διαλύτης ως **εκχυλιστικό υγρό**, θα πρέπει να παρουσιάζει τις εξής ιδιότητες:

- Να μην αναμειγνύεται με το διάλυμα των υγρών ουσιών.
- Να διαχωρίζεται σχετικά εύκολα από την εκχυλιζόμενη ουσία (π.χ. με εξάτμιση).
- Να διαλύει μόνο την ουσία που θέλουμε να εκχυλίσουμε και καθόλου ή πολύ λίγο τις άλλες ουσίες.

Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενοι διαλύτες στην εκχύλιση οργανικών ουσιών είναι ο διαιθυλαιθέρας (σ.β. = $34,6\text{ }^{\circ}\text{C}$), το βενζόλιο (σ.β. = $80,1\text{ }^{\circ}\text{C}$), ο τετραχλωράνθρακας (σ.β. = $76,7\text{ }^{\circ}\text{C}$) και το χλωροφόρμιο (σ.β. = $61,2\text{ }^{\circ}\text{C}$). Από τους διαλύτες αυτούς ο διαιθυλαιθέρας και το βενζόλιο είναι ελαφρύτεροι από το νερό, ενώ οι άλλοι βαρύτεροι.

Ανάλογα με τον τρόπο διεξαγωγής της, η εκχύλιση διακρίνεται σε:

- α. εκχύλιση ασυνεχούς λειτουργίας (απλή εκχύλιση) και
- β. εκχύλιση συνεχούς λειτουργίας (βλέπε εργαστηριακή άσκηση 2).

Στόχοι

Να μπορείς:

- Να αναφέρεις την αρχή διαχωρισμού μειγμάτων στα συστατικά τους με εκχύλιση.
- Να διαχωρίζεις οργανικές ενώσεις με τη βοήθεια διαχωριστικού χωνιού.

Σημείωση: Ανάλογα με τη φυσική κατάσταση της εκχυλιζόμενης ουσίας (στερεά ή υγρή), διακρίνουμε δύο είδη εκχύλισης:

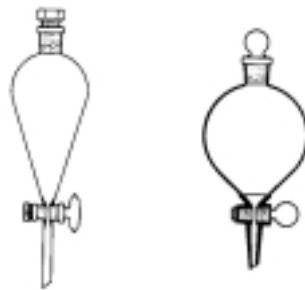
- α. εκχύλιση στερεού
- β. εκχύλιση υγρού

Απλή εκχύλιση ασυνεχούς λειτουργίας

Η απλή εκχύλιση εφαρμόζεται, όταν η διαλυτότητα της εκχυλιζόμενης ουσίας είναι πολύ μεγάλη στο εκχυλιστικό υγρό.

Αν η ουσία που θέλουμε να εκχυλίσουμε βρίσκεται σε διάλυμα, τότε η εκχύλιση πραγματοποιείται σε ένα διαχωριστικό χωνί (εικόνα 1.1), όπως περιγράφεται παρακάτω.

Μεταφέρουμε το διάλυμα σε διαχωριστικό χωνί και προσθέτουμε διπλάσια περίπου ποσότητα εκχυλιστικού υγρού. Πωματίζουμε το χωνί και το ανακινούμε προσεκτικά αρκετές φορές, κρατώντας τη στρόφιγγα προς τα επάνω, ενώ ανοίγουμε κατά διαστήματα τη στρόφιγγα με σκοπό να αποκαταστήσουμε την πίεση μέσα στο χωνί. Μετά από αρκετές ανακινήσεις, ώστε να ολοκληρωθεί η μεταφορά της οργανικής ουσίας στο εκχυλιστικό υγρό, στηρίζουμε το χωνί ανοικτό σε ένα σιδερένιο δακτύλιο και αφήνουμε το περιεχόμενό του να ηρεμήσει και να διαχωριστούν οι δύο φάσεις. Παίρνουμε το εκχύλισμα (εκχυλιστικό υγρό και ουσία) ανοίγοντας προσεκτικά τη στρόφιγγα και στη συνέχεια διαχωρίζουμε την ουσία από το εκχυλιστικό υγρό με εξάτμιση ή απόσταξη, ανάλογα με την περίπτωση.



Εικόνα 1.1

Τύποι διαχωριστικών χωνιών

Σημείωση: Αν η ουσία που θέλουμε να εκχυλίσουμε βρίσκεται σε στερεό μείγμα, τότε λειοτριβούμε το μείγμα και το μεταφέρουμε σε σφαιρική φιάλη μαζί με τον κατάλληλο διαλύτη. Κλείνουμε τη φιάλη και ανακινούμε καλά το μείγμα για αρκετό χρόνο, ώστε να διαλυθεί η ουσία στο διαλύτη. Φιλτράρουμε στη συνέχεια το διάλυμα και απομακρύνουμε το διαλύτη με εξάτμιση ή απόσταξη.

«Λειοτριβώ» σημαίνει ότι κάνω κάτι σκόνη τρίβοντάς το, κονιοποιώ, αλέθω



Τι θα χρειαστείτε

Όργανα - υλικά	Χημικές ουσίες
<ul style="list-style-type: none"> • Διαχωριστικό χωνί • Πηγή θέρμανσης • Ορθοστάτη με δακτύλιο • Ζυγό • Κωνικές φιάλες των 250mL • Ογκομετρικό κύλινδρο των 100mL • Ποτήρια ζέσης • Πεχαμετρικό χαρτί 	<ul style="list-style-type: none"> • Μείγμα βενζοϊκού οξέος και ακετοφαινόνης • Χλωροφόρμιο (CHCl_3) • Διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) 2 M • Διάλυμα υδροχλωρικού οξέος (HCl) 2 M



Κανόνες ασφαλείας

1. Οι εκχυλίσσεις με CHCl_3 συνιστάται να γίνονται στον απαγωγό.
2. Το υδροχλωρικό οξύ είναι ερεθιστικό. Πρέπει να το χειρίζεστε με προσοχή φορώντας πλαστικά γάντια και σε καλά αεριζόμενο χώρο.
3. Το NaOH είναι διαβρωτική και επικίνδυνη ουσία. Πρέπει να χειρίζεστε ακόμα και τα αραιά του διαλύματα φορώντας γυαλιά και γάντια.



Πείραμα

Εκχύλιση βενζοϊκού οξέος από μείγμα βενζοϊκού οξέος και ακετοφαινόνης

1. Μεταφέρετε το μείγμα που πρόκειται να διαχωρίσετε σε μια κωνική φιάλη και προσθέστε, αναδεύοντας, τόση ποσότητα χλωροφορμίου όση χρειάζεται για την πλήρη διάλυση του μείγματος.
2. Βιδώστε ένα δακτύλιο σε μεταλλικό στήριγμα και στηρίξτε σ' αυτόν το διαχωριστικό χωνί (εικόνα 1.2).
3. Μεταφέρετε στο διαχωριστικό χωνί το προς εκχύλιση διάλυμα και στη συνέχεια 20 mL υδατικού διαλύματος NaOH 2M (εκχυλιστικό υγρό).

● Τι παρατηρείτε;

.....

● Σε ποια από τις δύο φάσεις βρίσκεται το προς εκχύλιση διάλυμα;

.....

4. Τοποθετήστε το πώμα και πάρτε στα χέρια σας το χωνί.
5. Κρατήστε σταθερά το πώμα με το ένα σας χέρι, όπως δείχνει η εικόνα 1.3, και με το άλλο τη στρόφιγγα.

Το βενζοϊκό οξύ είναι ένα λευκό κρυσταλλικό σώμα με $\text{s.t.} = 122^\circ\text{C}$.
Η ακετοφαινόνη έχει $\text{s.t.} = 20^\circ\text{C}$, $\text{s.b.} = 202^\circ\text{C}$ και μυρωδιά πικραμύγδαλου.

Προσοχή!

Η εργασία με CHCl_3 να γίνει στον απαγωγό.



Εικόνα 1.2

Στήριξη και πλήρωση διαχωριστικού χωνιού



Εικόνα 1.3

Συγκράτηση διαχωριστικού χωνιού

6. Ανακινήστε αρκετές φορές κρατώντας τη στρόφιγγα προς τα επάνω, ώστε να παραληφθεί από το εκχυλιστικό υγρό όσο είναι δυνατό περισσότερη ουσία. Κατά διαστήματα ανοιγοκλείνετε τη στρόφιγγα για την αποκατάσταση της πίεσης στο χωνί.
7. Τοποθετήστε το χωνί στο δακτύλιο, βγάλτε το πώμα και αφήστε το χωνί, μέχρι να ηρεμήσουν και να διαχωριστούν πλήρως οι δύο φάσεις.

- Ποια από τις δύο φάσεις είναι η υδάτινη και γιατί;

.....

8. Απομακρύνετε την κάτω φάση, την οργανική, σε μια κωνική φιάλη, ανοίγοντας με προσοχή τη στρόφιγγα (εικόνα 1.4).
9. Αδειάστε την υδάτινη φάση σε ένα ποτήρι ζέσης και προσθέστε στο ποτήρι σταγόνα-σταγόνα τόσο διάλυμα HCl 2M, ώστε το pH του διαλύματος (με πεχαμετρικό χαρτί) να είναι κάτω από 2.

- Τι παρατηρείτε;

.....

- Ποια από τις ουσίες του αρχικού μείγματος πρέπει να είναι αυτή που πήρατε και γιατί;

.....

10. Διηθήστε την ουσία και φυλάξτε την, ώστε να προσδιορίσετε το σημείο τήξης της στην εργαστηριακή άσκηση 4.

11. Πάρτε την κωνική φιάλη με την οργανική φάση και απομακρύνετε το χλωροφόρμιο με τον περιστροφικό εξατμιστήρα (εικόνα 1.5) ή θερμάνετε με προσοχή σε θερμαντική πλάκα την κωνική φιάλη μέσα στον απαγωγό, ώστε να εξατμιστεί όλο το χλωροφόρμιο (σ.β. = 61,2 °C).

- Παρέμεινε στην κωνική φιάλη κάποια ουσία;

.....

- Αν ναι, ποια ένωση πρέπει να είναι και γιατί;

.....

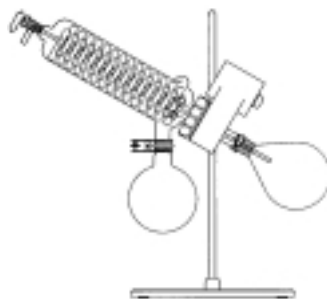


Εικόνα 1.4

Απομάκρυνση της οργανικής φάσης

Προσοχή!

Η θέρμανση της κωνικής φιάλης για απομάκρυνση του χλωροφορμίου δεν πρέπει να γίνεται σε γυμνή φλόγα.



Εικόνα 1.5

Περιστροφικός εξατμιστήρας



Ερωτήσεις αξιολόγησης

1. Σε ποιες ιδιότητες των συστατικών ενός μείγματος στηρίζεται ο διαχωρισμός του με εκχύλιση;
2. Με ποια κριτήρια επιλέγεται το εκχυλιστικό υγρό;
3. Έστω ότι για το διαχωρισμό μιας ουσίας από μείγμα ο διαιθυλαιθέρας και το χλωροφόρμιο πληρούν όλα τα παραπάνω κριτήρια. Ποιον από τους δύο διαλύτες θα προτιμούσατε και γιατί;
4. Γιατί στο στάδιο 7 πρέπει να αφαιρεθεί το πώμα από το χωνί;

Εργαστηριακή άσκηση 2

ΕΚΧΥΛΙΣΗ ΜΕ ΣΥΣΚΕΥΗ SOXHLET



Θεωρία

Εκχύλιση συνεχούς λειτουργίας

Η εκχύλιση συνεχούς λειτουργίας εφαρμόζεται, όταν η διαλυτότητα της εκχυλιζόμενης ουσίας είναι πολύ μικρή στο εκχυλιστικό υγρό και επομένως απαιτούνται μεγάλες ποσότητες διαλύτη. Με άλλα λόγια, αντί για μία εκχύλιση με μεγάλη ποσότητα διαλύτη, γίνονται πολλές εκχυλίσεις με μικρή ποσότητα διαλύτη.

Αν η ουσία που θέλουμε να εκχυλίσουμε βρίσκεται σε στερεό μείγμα, τότε η εκχύλιση πραγματοποιείται σε ειδικές συσκευές, μία από τις οποίες είναι και η συσκευή Soxhlet (εικόνα 2.1).

Στόχος

Να μπορείς να χρησιμοποιείς τη συσκευή Soxhlet στην εκχύλιση στερεών ουσιών.

Σημείωση: Για τον ορισμό και τις βασικές γνώσεις της εκχύλισης βλέπε εργαστηριακή άσκηση 1.



Όργανα

Η συσκευή Soxhlet αποτελείται από τρία μέρη:

- τη σφαιρική φιάλη (υποδοχέα),
- το επίθεμα Soxhlet,
- τον κάθετο ψυκτήρα.

Μεταφέρουμε την προς εκχύλιση ουσία σε ειδικό φουσίγγιο από διηθητικό χαρτί και τοποθετούμε το φουσίγγιο στο επίθεμα Soxhlet. Βάζουμε στον υποδοχέα την απαραίτητη ποσότητα διαλύτη και συναρμολογούμε τη συσκευή, όπως δείχνει η εικόνα 2.1. Θερμαίνουμε τον υποδοχέα τόσο, ώστε να βράσει ο διαλύτης. Ο διαλύτης σε μορφή ατμού περνάει από το παράπλευρο σωληνάκι του επιθέματος Soxhlet, υγροποιείται στον κάθετο ψυκτήρα και στάζει μέσα



Εικόνα 2.1
Συσκευή Soxhlet

στο φυσίγγιο, που περιέχει το στερεό μείγμα. Εκεί διαλύει μέρος της εκχυλιζόμενης ουσίας και, όταν φθάσει στο χείλος του σιφωνίου που έχει το επίθεμα Soxhlet, επαναρρέει στον υποδοχέα της συσκευής. Σ' αυτό το σημείο επανεξατμίζεται και οι καθαροί ατμοί του επαναλαμβάνουν τον κύκλο της εκχύλισης. Μετά από αρκετή ώρα λειτουργίας της η συσκευή ψύχεται και απομακρύνεται ο υποδοχέας με το εκχύλισμα. Τέλος, από το εκχύλισμα αυτό λαμβάνεται η ουσία με εξάτμιση ή απόσταξη του διαλύτη.

Αν η ουσία που θέλουμε να εκχυλίσουμε βρίσκεται σε διάλυμα, τότε η εκχύλιση πραγματοποιείται σε ειδικές συσκευές συνεχούς λειτουργίας.



Τι θα χρειαστείτε

Όργανα - υλικά	Χημικές ουσίες
<ul style="list-style-type: none"> • Συσκευή Soxhlet • Φυσίγγιο εκχύλισης • Λαστιχένιους σωλήνες νερού • Πηγή θέρμανσης (π.χ. θερμομανδύα) • Ορθοστάτη • Λαβίδες • Ζυγό • Κωνική φιάλη των 250 mL • Διηθητικό χαρτί 	<ul style="list-style-type: none"> • Τσαί • Χλωροφόρμιο (CHCl_3) • Πέτρες βρασμού



Κανόνες ασφαλείας

Η εκχύλιση με CHCl_3 συνιστάται να γίνει στον απαγωγό.



Πείραμα

Η καφεΐνη σε καθαρή κατάσταση είναι λευκή με σ.τ. = 235-236 °C

Εκχύλιση καφεΐνης από τσάι

Προσοχή!

Η όλη εργασία να γίνει στον απαγωγό.

1. Ζυγίστε τη σφαιρική φιάλη της συσκευής Soxhlet.
Μάζα φιάλης 1 (g):.....
2. Μεταφέρετε 100 mL χλωροφορμίου στη σφαιρική φιάλη μαζί με 3-4 πέτρες βρασμού και τοποθετήστε τη φιάλη επάνω στην πηγή θέρμανσης.
3. Βάλτε το επίθεμα Soxhlet επάνω στη σφαιρική φιάλη. Αν η συσκευή έχει συμριδωμένα άκρα, τότε πριν από τη συναρμολόγησή της λιπάνετε τα άκρα.
4. Φτιάξτε ένα φυσίγγιο από διηθητικό χαρτί, αν δεν υπάρχει έτοιμο, και τοποθετήστε το μέσα στο επίθεμα Soxhlet.
5. Ζυγίστε 10 g τσαγιού και βάλτε τα στο φυσίγγιο.
6. Τοποθετήστε τον κάθετο ψυκτήρα επάνω στο επίθεμα Soxhlet και στερεώστε καλά τη συσκευή Soxhlet.
7. Συνδέστε τον ψυκτήρα σωστά με τη βρύση και την αποχέτευση και ανοίξτε λίγο τη βρύση, ώστε να κυκλοφορεί το νερό στον ψυκτήρα.
8. Απομακρύνετε από τον πάγκο το διαλύτη και τα περιττά πράγματα και ανοίξτε την πηγή θέρμανσης.
9. Περιμένετε λίγο, μέχρι να αρχίσει να βράζει το εκχυλιστικό υγρό (χλωροφόρμιο), και παρατηρήστε την πορεία του μέσα στη συσκευή Soxhlet.
- Τι χρώμα έχει το χλωροφόρμιο που επανααρρέει;
.....
- Γιατί αλλάζει το χρώμα του;
.....
10. Αφήστε να συνεχιστεί η εκχύλιση για 1 ώρα και στη συνέχεια απομακρύνετε την πηγή θέρμανσης.
11. Όταν σταματήσει η κυκλοφορία του διαλύτη, αποσυνδέστε διαδοχικά τον κάθετο ψυκτήρα και το επίθεμα Soxhlet.

12. Μεταφέρετε τη σφαιρική φιάλη με το εκχύλισμα στον απαγωγό και απομακρύνετε από αυτήν όλο το χλωροφόρμιο με τον περιστροφικό εξατμιστήρα (σ.β. = 61,2 °C).
13. Ζυγίστε τη φιάλη και προσδιορίστε τη μάζα της καφεΐνης.
Μάζα φιάλης 2 (g):
Μάζα καφεΐνης (g):
● Τι χρώμα έχει η καφεΐνη;
.....
14. Αν δεν υπάρχει στο εργαστήριο περιστροφικός εξατμιστήρας, τότε μεταφέρετε τη σφαιρική φιάλη με το εκχύλισμα στον απαγωγό και ζυγίστε μια κωνική φιάλη των 250 mL.
Μάζα κωνικής φιάλης 1 (g):
15. Αδειάστε σ' αυτήν το περιεχόμενο της σφαιρικής φιάλης χωρίς τις πέτρες βρασμού.
16. Θερμάνετε με προσοχή την κωνική φιάλη σε μια θερμομαντική πλάκα μέσα στον απαγωγό, ώστε να εξατμιστεί όλο το χλωροφόρμιο.
17. Αφήστε τη φιάλη να ψυχθεί, ζυγίστε την και προσδιορίστε τη μάζα της καφεΐνης.
Μάζα κωνικής φιάλης 2 (g):
Μάζα καφεΐνης (g):
● Τι χρώμα έχει η καφεΐνη;
.....
18. Φυλάξτε την καφεΐνη για να προσδιορίστε το σημείο τήξης της στην εργαστηριακή άσκηση 3.



Ερωτήσεις αξιολόγησης

1. Σε ποιες περιπτώσεις χρησιμοποιείται για εκχύλιση η συσκευή Soxhlet;
2. Μπορεί η συσκευή Soxhlet να χρησιμοποιηθεί στην εκχύλιση υγρών ουσιών;
3. Γιατί βάζουμε στη φιάλη πέτρες βρασμού;
4. Αναφέρετε παραδείγματα από την καθημερινή ζωή στα οποία χρησιμοποιείται η εκχύλιση για την παραλαβή ουσιών.

Εργαστηριακή άσκηση 3

ΑΝΑΚΡΥΣΤΑΛΛΩΣΗ



Θεωρία

Η ανακρυστάλλωση (και η κρυστάλλωση) είναι η πιο συνηθισμένη μέθοδος καθαρισμού και απομόνωσης κρυσταλλικών οργανικών ουσιών από ξένες προσμείξεις.

Κατά την ανακρυστάλλωση επαναδιαλύεται η ουσία σε κατάλληλους διαλύτες και επανακρυσταλλώνεται μέσα από το διάλυμα τόσες φορές, όσες χρειάζεται για να καθαριστεί.

Αν μετά από δύο διαδοχικές πετυχημένες ανακρυσταλλώσεις από δύο διαφορετικούς διαλύτες δε μεταβληθεί το σ.τ. της ουσίας, τότε η ουσία θεωρείται καθαρή.

Η ανακρυστάλλωση βασίζεται στο γεγονός ότι η ουσία είναι πολύ ευδιάλυτη στο θερμό και πολύ λίγο διαλυτή στον ψυχρό διαλύτη. Παράλληλα οι ξένες προσμείξεις είναι ευδιάλυτες τόσο στο θερμό όσο και στον ψυχρό διαλύτη ή, αντίθετα, δε διαλύονται καθόλου σ' αυτόν.

Για να είναι επομένως ένας διαλύτης κατάλληλος για την ανακρυστάλλωση μιας ουσίας, θα πρέπει:

1. Να παρουσιάζει μεγάλη διαλυτότητα για την ουσία στη θερμοκρασία βρασμού του και μικρή ή ασήμαντη σε χαμηλή θερμοκρασία.
2. Να παρουσιάζει μεγάλη διαλυτότητα για τις ξένες προσμείξεις σε χαμηλή θερμοκρασία ή, αντίθετα, να μην τις διαλύει στη θερμοκρασία βρασμού του.
3. Να μην αντιδρά με την ανακρυσταλλωμένη ουσία.
4. Να μην έχει υψηλότερο σ.β. από το σ.τ. της ουσίας.

Ως διαλύτες χρησιμοποιούνται συνήθως το νερό, η αιθανόλη, ο διαιθυλαιθέρας, το χλωροφόρμιο, το βενζόλιο, το κυκλοεξάνιο, το εξάνιο κτλ.

Η διαλυτότητα μιας ουσίας σε ένα διαλύτη εξαρτάται από τη φύση της ουσίας και τη θερμοκρασία. Αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνει γενικά τη διαλυτότητα μιας στερεάς ουσίας σε ένα διαλύτη, ενώ μείωσή της μειώνει τη διαλυτότητα. Έτσι, αν έχουμε ένα θερμό κορεσμένο διάλυμα μιας ουσίας και το ψύξουμε, τότε η ουσία θα καταβυθιστεί ως ίζημα.

Στόχοι

Να μπορείς:

- Να αναφέρεις την αρχή στην οποία στηρίζεται η ανακρυστάλλωση.
- Να εφαρμόζεις τη διαδικασία ανακρυστάλλωσης μιας ουσίας σε ένα διαλύτη.

Κορεσμένο είναι το διάλυμα που περιέχει τη μέγιστη δυνατή ποσότητα διαλυμένης ουσίας σε καθορισμένες συνθήκες.

Τα κατώτερα μέλη πολικών οργανικών ουσιών, δηλαδή ουσίες που έχουν στο μόριό τους χαρακτηριστικές ομάδες (π.χ. αλκοόλες, αλδεΐδες, κετόνες, οξέα, εστέρες κτλ.), είναι ευδιάλυτα στο νερό, στην αιθανόλη, στο διαιθυλαιθέρα και λίγο ή καθόλου διαλυτά στο εξάνιο, στο κυκλοεξάνιο, στο βενζόλιο κτλ. Τα μεσαία μέλη είναι λιγότερο διαλυτά, ενώ τα ανώτερα μέλη είναι πολύ λίγο διαλυτά έως αδιάλυτα.

Αντίθετα, μη πολικές οργανικές ουσίες, δηλαδή ενώσεις που δεν έχουν χαρακτηριστική ομάδα στο μόριό τους (π.χ. υδρογονάνθρακες), είναι ευδιάλυτες στο εξάνιο, στο κυκλοεξάνιο, στο βενζόλιο κτλ. και λίγο ή καθόλου διαλυτές στο νερό, στην αιθανόλη, στο διαιθυλαιθέρα κτλ.

Η επιλογή του κατάλληλου διαλύτη γίνεται πειραματικά ή λαμβάνεται από πίνακες*.

Ένωση	Σημείο τήξης σε °C	Διαλύτης ανακρυστάλλωσης
στεατικό οξύ	69	αιθανόλη
βενζοϊκό οξύ	122	αιθανόλη, νερό
αδιπικό οξύ	154	νερό
σαλικυλικό οξύ	158	νερό
οξαλικό οξύ	189,5	νερό

* Για άλλες ενώσεις βλέπε σχετικά στο *Handbook of Chemistry and Physics*: «Table of Physical Constants of Organic Compounds»

Αφού βρεθεί ο κατάλληλος διαλύτης, προχωρούμε στην κύρια διαδικασία ανακρυστάλλωσης, που περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

1. διάλυση της ουσίας στο θερμό διαλύτη (σε κατάσταση βρασμού),
2. διήθηση από πυκνωτό ηθμό για την απομάκρυνση τυχόν αδιάλυτων προσμεμίξεων,
3. ψύξη του διηθήματος για τον ανασχηματισμό κρυστάλλων,
4. διήθηση για το διαχωρισμό των κρυστάλλων από το διάλυμα,
5. έκπλυση των κρυστάλλων με κρύο διαλύτη για την απομάκρυνση μητρικών διαλυμάτων,
6. ξήρανση για την ολοκληρωτική απομάκρυνση του διαλύτη.



Τι θα χρειαστείτε

Όργανα - υλικά	Χημικές ουσίες
<ul style="list-style-type: none"> • Πηγή θέρμανσης • Ορθοστάτη • Λαβίδες • Ζυγό • Κωνική φιάλη των 250 mL • Ψυκτήρα • Ποτήρια ζέσης των 100 mL • Ογκομετρικό κύλινδρο • Πέτρες βρασμού • Γυάλινη ράβδο • Διηθητικό χαρτί • Συσκευή διήθησης υπό κενό μαζί με το χωνί • Υδρόλουτρο 	<ul style="list-style-type: none"> • Καφεΐνη • Βενζοϊκό οξύ • Αιθανόλη



Κανόνες ασφαλείας

Η αιθανόλη είναι εύφλεκτη και πτητική. Πρέπει να βρίσκεται μακριά από αναμμένους λύχνους και να αποφεύγεται η εισπνοή των ατμών της.



Πείραμα 1

Ανακρυστάλλωση καφεΐνης από αιθανόλη

Προσοχή!
Η αιθανόλη είναι εύλεκτη ουσία.

1. Ζυγίστε την καφεΐνη που πήρατε στην εργαστηριακή άσκηση 2 και βάλτε τη σε μια κωνική φιάλη των 250 mL.
2. Προσθέστε στην αρχή 3 mL αιθανόλης ανά γραμμάριο καφεΐνης και θερμάνετε τη φιάλη με το περιεχόμενό της μέχρι βρασμού σε υδρόλουτρο μέσα στον απαγωγό.

- Τι παρατηρείτε σχετικά με τη διάλυση της καφεΐνης;

.....

3. Αν δεν έχει διαλυθεί πλήρως η καφεΐνη, προσθέστε τόση ποσότητα αιθανόλης όσο χρειάζεται για την πλήρη διάλυση της καφεΐνης.
4. Απομακρύνετε την κωνική φιάλη από την πηγή θέρμανσης και αφήστε τη να κρυώσει.

- Τι παρατηρείτε;

.....

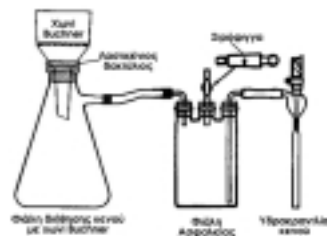
- Τι χρώμα έχουν οι κρύσταλλοι;

.....

5. Διηθήστε το μείγμα σε χωνί Buchner υπό κενό (εικόνα 3.1), για να συλλέξετε τους κρυστάλλους.
6. Πλύντε με κρύα αιθανόλη τους κρυστάλλους για την απομάκρυνση του μητρικού διαλύματος.
7. Ξηράνετε τους κρυστάλλους σε πυριαντήριο και σε θερμοκρασία γύρω στους $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Τι χρώμα έχουν οι κρύσταλλοι;

.....

8. Φυλάξτε τους κρυστάλλους της καφεΐνης, ώστε να προσδιορίσετε το σημείο τήξης τους στην επόμενη εργαστηριακή άσκηση. (Σ.τ. της καθαρής καφεΐνης: $235\text{--}236\text{ }^{\circ}\text{C}$).



Εικόνα 3.1

Συσκευή διήθησης υπό κενό με χωνί Buchner

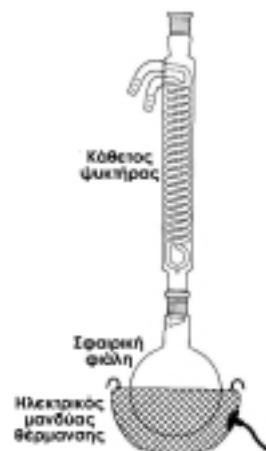


Πείραμα 2

Ανακρυστάλλωση βενζοϊκού οξέος από αιθανόλη

1. Ζυγίστε 10 g περίπου βενζοϊκού οξέος και μεταφέρετε τα σε μια σφαιρική φιάλη των 250 mL.
2. Προσθέστε σταδιακά μικρή ποσότητα αιθανόλης και ανακινήστε τη φιάλη, ώστε να διαλυθεί η μεγαλύτερη ποσότητα του βενζοϊκού οξέος και να παραμείνει και λίγο αδιάλυτο.

3. Προσθέστε στη φιάλη 3-4 πέτρες βρασμού, τοποθετήστε στο λαιμό της φιάλης έναν κάθετο ψυκτήρα και στερεώστε καλά τη συσκευή σε μεταλλικό ορθοστάτη (εικόνα 3.2).
4. Βάλτε κάτω από τη σφαιρική φιάλη την πηγή θέρμανσης και συνδέστε τον ψυκτήρα σωστά με τη βρύση και την αποχέτευση.
5. Απομακρύνετε από τον πάγκο τα περιττά πράγματα και την αιθανόλη.
6. Θερμάνετε τόσο όσο χρειάζεται για να βράσει ο διαλύτης και να αρχίσει να επαναρρέει στη φιάλη με μικρή ταχύτητα.
7. Αφήστε να συνεχιστεί το βράσιμο για μερικά μόνο λεπτά και κλείστε την πηγή θέρμανσης.
8. Απομακρύνετε τη συσκευή από την πηγή θέρμανσης και αφήστε τη να κρυώσει.
- Τι παρατηρείτε;
.....
- Τι χρώμα έχουν οι κρύσταλλοι;
.....
9. Διηθήστε το μείγμα σε χωνί Buchner υπό κενό (εικόνα 3.1), για να συλλέξετε τους κρυστάλλους.
10. Πλύντε με κρύα αιθανόλη τους κρυστάλλους για την απομάκρυνση του μητρικού διαλύματος.
11. Ξηράνετε τους κρυστάλλους σε πυριαντήριο και σε θερμοκρασία γύρω στους 100 °C.
- Τι χρώμα έχουν οι κρύσταλλοι;
.....
12. Φυλάξτε τους κρυστάλλους του βενζοϊκού οξέος, ώστε να προσδιορίσετε το σημείο τήξης τους στην επόμενη εργαστηριακή άσκηση. (Σ.τ. του καθαρού βενζοϊκού οξέος: 122 °C.)



Εικόνα 3.2
Συσκευή ανακρυστάλλωσης
με κάθετο ψυκτήρα



Ερωτήσεις αξιολόγησης

1. Γιατί πρέπει να απομακρύνουμε από τον πάγκο τα περιττά πράγματα, πριν θερμάνουμε;
2. Γιατί κατά την ανακρυστάλλωση μιας ουσίας πρέπει να επιδιώκουμε τη διάλυσή της σε διαλύτη που βρίσκεται σε κατάσταση βρασμού;
3. Γιατί κατά την ψύξη του θερμού διαλύματος (διαλύτη - ουσίας) καταβυθίζεται η ουσία;
4. Γιατί μετά την ανακρυστάλλωση πρέπει να πλένουμε και να ξηραίνουμε τους κρυστάλλους;

Εργαστηριακή άσκηση 4

ΣΗΜΕΙΟ ΤΗΞΗΣ



Θεωρία

Ως σημείο τήξης (σ.τ.) ορίζεται η θερμοκρασία στην οποία μια στερεά ουσία μετατρέπεται υπό ατμοσφαιρική πίεση σε υγρή.

Το σ.τ. των καθαρών οργανικών ενώσεων είναι σταθερό και χρησιμοποιείται ως κριτήριο ελέγχου της καθαρότητάς τους:

Μια ουσία θεωρείται καθαρή, αν το σημείο τήξης της δεν μεταβάλλεται άλλο μετά από διαδοχικές ανακρυσταλλώσεις με διαφορετικούς διαλύτες.

Στις καθαρές οργανικές ουσίες η τήξη πραγματοποιείται σε 1 °C το πολύ. Ουσίες με ξένες προσμείξεις τήκονται σε μια ευρύτερη περιοχή θερμοκρασιών (συνήθως από 2 μέχρι 5 °C). Ακόμα και ελάχιστες ποσότητες ξένων προσμείξεων προκαλούν πτώση του σ.τ. των ουσιών.

Το ξεκίνημα της τήξης μιας ουσίας γίνεται εμφανές με τη σμίχρυνση και την περιφερειακή τήξη των κρυστάλλων της.

Το πέρας της τήξης γίνεται εμφανές με την πλήρη διαύγαση και το σχηματισμό υγρής σταγόνας της ουσίας μέσα στο σωλήνα.

Το σ.τ. χρησιμοποιείται και για την εξακρίβωση της ταυτότητας των ουσιών. Για το σκοπό αυτό αναμειγνύονται καλά ίσες ποσότητες της άγνωστης ουσίας που πρόκειται να ταυτοποιηθεί και της ουσίας που υποθέτουμε ότι είναι. Αν το σ.τ. του μείγματος είναι ίδιο με το σ.τ. της άγνωστης ουσίας, τότε πρόκειται για μια και την ίδια ουσία. Αν είναι μικρότερο, τότε πρόκειται για διαφορετικές ενώσεις. Η μέθοδος αυτή είναι γνωστή ως «**προσδιορισμός μεικτού σ.τ.**».

Για απλές περιπτώσεις αρκεί να προσδιορίσουμε το σ.τ. της άγνωστης ένωσης και να βρούμε, από πίνακες που περιέχουν τα σ.τ. των οργανικών ενώσεων, ποια ένωση έχει το ίδιο σ.τ. με την άγνωστη. Στην περίπτωση αυτή κάνουμε έναν προκαταρκτικό γρήγορο προσδιορισμό του σ.τ. και μετά προχωρούμε προσεκτικά στον τελικό προσδιορισμό του σ.τ. σύμφωνα με το πείραμα 1.

Το σ.τ. χρησιμοποιείται ευρέως στο εργαστήριο για την εξακρίβωση της ταυτότητας μιας άγνωστης

Στόχοι

Να μπορείς:

- Να χειρίζεσαι τη συσκευή μέτρησης του σ.τ.
- Να χρησιμοποιείς το σ.τ. για την ταυτοποίηση και τον έλεγχο καθαρότητας των στερεών οργανικών ενώσεων.

Μερικές οργανικές ενώσεις διασπώνται πριν το σημείο τήξης τους. Στις ενώσεις αυτές προσδιορίζεται το σημείο διάσπασης (σ.δ.) και όχι το σ.τ.

ουσίας ή της καθαρότητας μιας γνωστής. Κύριοι λόγοι της ευρείας αυτής χρήσης είναι η ταχύτητα, η απλότητα και η ευκολία του προσδιορισμού, καθώς επίσης και η μικρή ποσότητα δείγματος που απαιτείται για την πραγματοποίηση του πειράματος.

Στον πίνακα που ακολουθεί αναφέρονται τα σημεία τήξης μερικών καθαρών οργανικών ενώσεων.

Πίνακας 4.1

Σημεία τήξης μερικών καθαρών οργανικών ενώσεων

Οργανική ένωση	σ. τ. (°C)	Οργανική ένωση	σ. τ. (°C)
στεατικό οξύ	69	ναφθαλίνιο	80
βενζοϊκό οξύ	122	φαινανθρένιο	100,5
αδιπικό οξύ	154	ανθρακένιο	217,8
σαλικυλικό οξύ	158	D-φρουκτόζη	102,4
οξαλικό οξύ	189,5	D-γλυκόζη	146

Σημείωση:

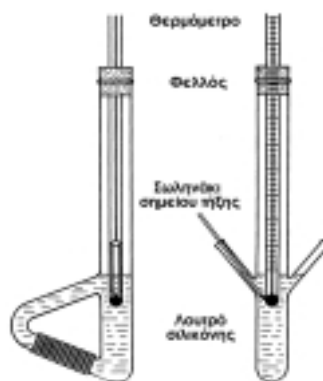
Περισσότερα σ.τ. μπορείτε να βρείτε στο *Handbook of Chemistry and Physics: «Table of Physical Constants of Organic Compounds»*.



Όργανα

Τα βασικά όργανα που απαιτούνται για τον πειραματικό προσδιορισμό του σ.τ. είναι ένα σωληνάκι κλειστό από τη μια μεριά για την εισαγωγή του δείγματος (γνωστό ως σωληνάκι σημείου τήξης), μια πηγή θέρμανσης και ένα θερμομέτρο. Τα βασικά αυτά όργανα, συναρμολογούμενα μεταξύ τους, μας δίνουν τις διάφορες συσκευές σ.τ. που συναντώνται στο εμπόριο (π.χ. συσκευή Thiele, Buchi κτλ.).

Στην εικόνα 4.1 εμφανίζεται μια απλή κατασκευή της συσκευής προσδιορισμού σ.τ. τύπου Thiele. Το θερμομέτρο συγκρατείται με έναν φελλό και σε τέτοιο βάθος, ώστε τα σωληνάκια του σ.τ. να ακουμπούν με τη μύτη στη λεκάνη του θερμομέτρου. Η θέρμανση της συσκευής γίνεται στον πλάγιο σωλήνα με λύχνο Bunsen. Για καλύτερη κατανομή της θερμότητας θα πρέπει ο πλάγιος σωλήνας να περιτυλιχθεί με χάλκινο συρματόπλεγμα στη θέση θέρμανσης.



Εικόνα 4.1

Απλή συσκευή προσδιορισμού σ.τ. τύπου Thiele, με δείγμα:
α. μπροστινή όψη,
β. πλάγια όψη.

Στην εικόνα 4.2 παρουσιάζεται μια ευρέως χρησιμοποιούμενη ηλεκτρική συσκευή σ.τ. Ως λουτρό θέρμανσης χρησιμοποιείται ένα δοχείο τύπου Thiele με λάδι σιλικόνης. Η θέρμανση του λουτρού γίνεται με ηλεκτρική αντίσταση που είναι βυθισμένη στη σιλικόνη. Η συσκευή φέρει επιπλέον έναν ηλεκτρικό αναδευτήρα της σιλικόνης, ένα ροοστάτη για τη ρύθμιση της ταχύτητας θέρμανσης και ένα μεγεθυντικό φακό για την παρακολούθηση του δείγματος.



Εικόνα 4.2
Ηλεκτρική
συσκευή σ.τ.



Τι θα χρειαστείτε

Όργανα - υλικά	Χημικές ουσίες
<ul style="list-style-type: none"> • Γουδί • Σωληνάκια σ.τ. • Συσκευή προσδιορισμού σ.τ. τύπου Thiele και λύχνο υγραερίου ή κάποια άλλη συσκευή σ.τ. • Μεγεθυντικό φακό 	<ul style="list-style-type: none"> • Βενζοϊκό οξύ • Άγνωστη ουσία του πίνακα 1



Πείραμα 1

Έλεγχος καθαρότητας βενζοϊκού οξέος

1. Βάλτε το δείγμα του βενζοϊκού οξέος στο γουδί και λειοτριβήστε το καλά.
2. Πάρτε ένα σωληνάκι προσδιορισμού σ.τ. και βυθίστε το ανοικτό άκρο του στο κονιοποιημένο δείγμα τόσες φορές, όσες χρειάζεται για να μεταφερθούν στο σωληνάκι 2-3 mm συμπαγούς ποσότητας δείγματος.
3. Γυρίστε ανάποδα το σωληνάκι και με ελαφρά χτυπήματα προωθήστε το δείγμα στην άλλη άκρη του, που είναι κλειστή.

- Μήπως βρήκατε δικό σας τρόπο για την προώθηση του δείγματος στο σωληνάκι; Ποιον;

.....

4. Βάλτε το σωληνάκι με το δείγμα στην προκαθορισμένη θέση της συσκευής σ. τ., όπως φαίνεται στην εικόνα 4.1.
5. Προσέξτε, ώστε το άκρο του σωλήνα να ακουμπά στη λεκάνη υδραργύρου του θερμομέτρου.
6. Ανοίξτε την πηγή θέρμανσης και θερμάνετε το λουτρό με ταχύτητα 10-15 °C/min μέχρι τους 100 °C. Μετά τους 100 °C μειώστε την ταχύτητα θέρμανσης στους 1-2 °C/min.
7. Παρατηρείτε συνεχώς το θερμοόμετρο και σημειώστε το ξεκίνημα της τήξης της ουσίας:
Ξεκίνημα τήξης: °C.

- Τι αλλαγές παρατηρείτε στο δείγμα:

.....

8. Σημειώστε το πέρας της τήξης, που γίνεται εμφανές με την πλήρη διαύγαση και το σχηματισμό υγρής σταγόνας της ουσίας μέσα στο σωλήνα.

Πέρασ τήξης: °C.

9. Προσέξτε το ξεκίνημα και το πέρας τήξης της ουσίας.

Πρόκειται για σ.τ. ή για ευρύτερη περιοχή τήξης;

.....

- Τι συμπέρασμα βγάξετε από αυτό ως προς την καθαρότητα της ένωσης;

.....

10. Συγκρίνετε το σ.τ. που βρήκατε με αυτό του καθαρού βενζοϊκού οξέος, που είναι 122 °C.

- Τι συμπέρασμα βγάξετε ως προς την καθαρότητα του βενζοϊκού οξέος;

.....



Πείραμα 2

Ταυτοποίηση άγνωστης, στερεάς, καθαρής οργανικής ένωσης

Προσδιορίστε το σ.τ. της άγνωστης οργανικής ένωσης σύμφωνα με το προηγούμενο πείραμα και βρείτε από τον πίνακα 4.1 ποια οργανική ένωση έχει το ίδιο σ.τ.

- Ξεκίνημα τήξης: °C.
- Τι αλλαγές παρατηρείτε στο δείγμα:

.....

- Πέρασ τήξης: °C.
- Ποια είναι η άγνωστη ένωση;

.....



Ερωτήσεις αξιολόγησης

1. Γιατί η άκρη του σωλήνα σ. τ. πρέπει να ακουμπά στη λεκάνη του θερμομέτρου;
2. Αρκεί η ανακρουστικότητα από ένα μόνο διαλύτη για την απόδειξη της καθαρότητας μιας στερεάς κρυσταλλικής ένωσης;

Εργαστηριακή άσκηση 5

ΔΕΙΚΤΗΣ ΔΙΑΘΛΑΣΗΣ



Θεωρία

Ως **δείκτης διάθλασης** μιας ουσίας ορίζεται ο λόγος της ταχύτητας του φωτός (μονοχρωματικού) στο κενό ($C_{\text{κενό}}$) προς την ταχύτητα του φωτός μέσα στην ουσία ($C_{\text{ουσία}}$):

$$n_{\text{ουσ.}} = \frac{C_{\text{κενό}}}{C_{\text{ουσ.}}}$$

Επειδή ο δείκτης διάθλασης του αέρα είναι σχεδόν ίσος με ένα ($n=1,000293$), οι μετρήσεις μπορεί να γίνονται στον αέρα:

$$n_{\text{ουσ.}} = \frac{C_{\text{αέρα}}}{C_{\text{ουσ.}}}$$

Ο δείκτης διάθλασης (n) εξαρτάται από τη θερμοκρασία, από το είδος του φωτός που χρησιμοποιείται στη μέτρηση και από τη φύση της ουσίας. Για να είναι επομένως δυνατή η σύγκριση των αποτελεσμάτων, μετριέται ο δείκτης διάθλασης σε θερμοκρασία 20°C και χρησιμοποιείται στις μετρήσεις το φως που εκπέμπει το νάτριο στα $589,3\text{ nm}$. Ο δείκτης διάθλασης που προσδιορίζεται με τον τρόπο αυτό συμβολίζεται ως n_D^{20} .

Ο δείκτης διάθλασης n_D^{20} είναι χαρακτηριστικός για κάθε καθαρή ουσία. Με άλλα λόγια, διαφορετικές καθαρές ουσίες έχουν διαφορετικούς δείκτες διάθλασης. Γι' αυτό το λόγο ο δείκτης διάθλασης χρησιμοποιείται για την ταυτοποίηση των οργανικών ενώσεων.

Στον πίνακα που ακολουθεί αναφέρονται οι δείκτες διάθλασης (n_D^{20}) μερικών καθαρών οργανικών ενώσεων.

Στόχοι

Να μπορείς:

- Να χειρίζεσαι το διαθλασίμετρο.
- Να χρησιμοποιείς το δείκτη διάθλασης (n_D^{20}) στην ταυτοποίηση και στον έλεγχο καθαρότητας των υγρών οργανικών ενώσεων.

Σημείωση: Το φως που εκπέμπει το νάτριο στα $589,3\text{ nm}$ είναι μονοχρωματικό και συμβολίζεται με το γράμμα D .

Πίνακας 5.1

Δείκτες διάθλασης (n_D^{20}) μερικών καθαρών οργανικών ενώσεων

Ουσία	Δείκτης διάθλασης	Ουσία	Δείκτης διάθλασης
n-εξάνιο	1,3750	προπανάλη	1,3636
n-επτάνιο	1,3878	προπανόνη	1,3591
n-οκτάνιο	1,3890	αιθανικό οξύ	1,3718
μεθανόλη	1,3286	βενζόλιο	1,5010
αιθανόλη	1,3614	τολουόλιο	1,4969

Σε περίπτωση που η εξεταζόμενη ουσία δεν είναι καθαρή, αλλά περιέχει ξένες προσμείξεις, τότε ο δείκτης διάθλασης παρουσιάζει μεγάλες αποκλίσεις από τις τιμές της καθαρής ένωσης. Γι' αυτό το λόγο ο δείκτης διάθλασης των οργανικών ενώσεων χρησιμοποιείται και για τον εντοπισμό της καθαρότητάς τους.



Όργανα

Η μέτρηση του δείκτη διάθλασης γίνεται με κατάλληλα όργανα που λέγονται **διαθλασίμετρα** (π.χ. το απλό, του Abbe, το διαθλασίμετρο εμβλαπτιζόμενου τύπου κτλ.). Το διαθλασίμετρο μπορεί να έχει, εκτός από τη βασική κλίμακα του δείκτη διάθλασης, και άλλες κλίμακες, όπως είναι για παράδειγμα η κλίμακα περιεκτικότητας σε καλαμοσάκχαρο, η κλίμακα περιεκτικότητας σε λιπαρά κτλ.

Για τη μέτρηση του δείκτη διάθλασης τοποθετούμε, με τη βοήθεια γυάλινης ράβδου, μία σταγόνα του υγρού δείγματος μεταξύ των δύο πρισμάτων του οργάνου. Η θερμοκρασία των πρισμάτων διατηρείται συνήθως σταθερή στους 20 °C με τη βοήθεια λουτρού νερού που διατρέχει τα πρίσματα. Το δείκτη διάθλασης της ουσίας μπορούμε να τον διαβάσουμε στην κλίμακα του δείκτη διάθλασης.



Εικόνα 5.1
Απλό διαθλασίμετρο



Τι θα χρειαστείτε

Όργανα - υλικά	Χημικές ουσίες
<ul style="list-style-type: none"> • Διαθλασίμετρο • Γυάλινη ράβδος 	<ul style="list-style-type: none"> • Αιθανόλη • Άγνωστη ουσία του πίνακα 5.1



Πείραμα 1

Έλεγχος καθαρότητας αιθανόλης

1. Με τη βοήθεια γυάλινης ράβδου βάλτε μία σταγόνα αιθανόλης μεταξύ των δύο πρισμάτων του οργάνου και κλείστε τα πρίσματα.
2. Περιμένετε 5 λεπτά περίπου για την εξισορρόπηση της θερμοκρασίας και διαβάστε από την κλίμακα του δείκτη διάθλασης το δείκτη διάθλασης της αιθανόλης. Η ανάγνωση γίνεται με ακρίβεια τέταρτου δεκαδικού ψηφίου:

n_D^{20} :

3. Συγκρίνετε την τιμή του δείκτη διάθλασης που μετρήσατε με την αντίστοιχη της καθαρής αιθανόλης από τη βιβλιογραφία, που στη βιβλιογραφία δίνεται $n_D^{20}=1,3616$.

- Τι παρατηρείτε;

.....

- Τι συμπέρασμα βγάξετε από την παραπάνω σύγκριση των τιμών;

.....



Πείραμα 2

Ταυτοποίηση άγνωστης καθαρής, υγρής οργανικής ένωσης

1. Προσδιορίστε το δείκτη διάθλασης της άγνωστης υγρής, καθαρής οργανικής ένωσης σύμφωνα με το προηγούμενο πείραμα.

- Τι τιμή βρήκατε;

.....

- Βρείτε από τον πίνακα 5.1 ποια οργανική ένωση έχει τον ίδιο δείκτη διάθλασης με την άγνωστη ένωση.

- Ποια είναι η ταυτότητα της ένωσης;

.....



Ερωτήσεις αξιολόγησης

- Τι σημαίνουν ο δείκτης D και ο εκθέτης 20 στο συμβολισμό n_D^{20} του δείκτη διάθλασης;
- Σε ποια θερμοκρασία προσδιορίσατε το δείκτη διάθλασης;
- Ο δείκτης διάθλασης που προσδιορίσατε ήταν n_D^{20} ή κάποιος άλλος;
- Ποιον δείκτη διάθλασης προσδιορίσατε;



Τι θα χρειαστείτε

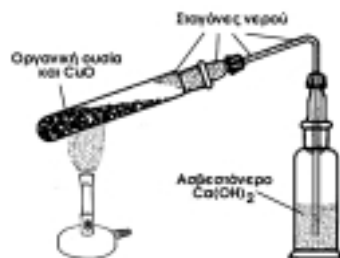
Όργανα - υλικά	Χημικές ουσίες
<ul style="list-style-type: none"> • Προστατευτικά γυαλιά • Συσκευή ανίχνευσης C και H, σύμφωνα με την εικόνα 6.1, με μεταλλικό στήριγμα • Λύχνo υγραερίου • Δοκιμαστικούς σωλήνες • Λαβίδα • Σπάτουλα • Γουδί 	<ul style="list-style-type: none"> • Άμυλο ή γλυκόζη • Ασβεστόνερο [κορεσμένο διάλυμα $\text{Ca}(\text{OH})_2$] • Στερεό CuO



Πείραμα

Ανίχνευση άνθρακα και υδρογόνου

1. Αναμειξτε καλά σε γουδί 2 g περίπου ξηρού αμύλου ή γλυκόζης με τριπλάσια έως πενταπλάσια ποσότητα οξειδίου του χαλκού II (CuO).
 2. Τοποθετήστε το μείγμα σε καθαρό και ξηρό δοκιμαστικό σωλήνα και στερεώστε το σωλήνα σε μεταλλικό στήριγμα.
 3. Τοποθετήστε φελλό με τρύπα στο δοκιμαστικό σωλήνα, περάστε τον ξηρό απαγωγό σωλήνα στην τρύπα και βυθίστε το άλλο άκρο του σε διαυγές ασβεστόνερο, το οποίο υπάρχει σε άλλο δοκιμαστικό σωλήνα. Στερεώστε σε μεταλλικό στήριγμα και το δεύτερο δοκιμαστικό σωλήνα.
 4. Θερμάνετε προσεκτικά με λύχνo υγραερίου το δοκιμαστικό σωλήνα με την οργανική ουσία και παρατηρήστε το μείγμα, το δοκιμαστικό σωλήνα, τον απαγωγό σωλήνα και το ασβεστόνερο.
- Τι παρατηρείτε στο δείγμα;



Εικόνα 6.1

Συσκευή ανίχνευσης C και H

- Τι βλέπετε στα τοιχώματα του δοκιμαστικού σωλήνα;
.....
 - Τι βλέπετε στα τοιχώματα του απαγωγού σωλήνα;
.....
 - Τι παρατηρείτε στο δοκιμαστικό σωλήνα που περιέχει το ασβεστόνερο;
.....
 - Τι συμπεράσματα βγάζετε για την ουσία που κάψατε;
.....
5. Διακόψτε τη θέρμανση και αδειάστε με προσοχή το περιεχόμενο του δοκιμαστικού σωλήνα με την οργανική ουσία.
- Τι παρατηρείτε στα τοιχώματα του δοκιμαστικού σωλήνα;
.....



Ερωτήσεις αξιολόγησης

1. Πού βασίζεται η ανίχνευση του C και του H;
2. Ποια είναι η αντίδραση τέλει καύσης του C και του H;
3. Πού βασίζεται η ανίχνευση του H₂O;
4. Γιατί η συσκευή πρέπει να είναι ξηρή πριν από την καύση;
5. Πού βασίζεται η ανίχνευση του CO₂;
6. Γιατί το ασβεστόνερο πρέπει να είναι διαυγές;
7. Ποια είναι η χημική αντίδραση του CO₂ με το ασβεστόνερο;

Εργαστηριακή άσκηση 7

ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΑΝΘΡΑΚΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ



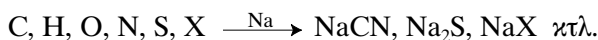
Θεωρία

Η ανίχνευση του αζώτου, του θείου και των αλογόνων σε μια οργανική ουσία στηρίζεται στη μετατροπή τους σε άλατα με νάτριο, δηλαδή σε κυανιούχο νάτριο (NaCN), σε θειούχο νάτριο (Na_2S) και σε αλογονούχο νάτριο (NaX) αντίστοιχα.

Η διαδικασία ανίχνευσής τους περιλαμβάνει δύο στάδια:

1. τη μετατροπή των στοιχείων αυτών σε ανόργανες ιοντικές ενώσεις και
2. την ανίχνευση των ιόντων τους με τις κλασικές μεθόδους ποιοτικής ανάλυσης της Ανόργανης Χημείας.

Η μετατροπή των παραπάνω στοιχείων σε ιοντικές ενώσεις του νατρίου γίνεται με σύντηξη του δείγματος της οργανικής ουσίας με μεταλλικό νάτριο. Κατά την αντίδραση σχηματίζονται διάφορα προϊόντα, ανάλογα με την ποιοτική σύσταση της οργανικής ουσίας:



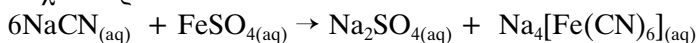
όπου $\text{X} = \text{αλογόνο (Cl, Br, I)}$.

Το προϊόν της σύντηξης διαλύεται σε νερό και στο αλκαλικό αυτό διάλυμα, αφού διηθηθεί, ανιχνεύονται τα παραπάνω στοιχεία με τις κλασικές μεθόδους της ανόργανης ποιοτικής ανάλυσης.

Ανίχνευση αζώτου (μέθοδος Lassaigne)

Στο παραπάνω διάλυμα προστίθενται σταγόνες κορεσμένου διαλύματος θειικού σιδήρου II (Fe_2SO_4) και διαλύματος χλωριούχου σιδήρου III (FeCl_3) (10% v/v), δοκιμάζεται αν το διάλυμα είναι αλκαλικό (σε περίπτωση που δεν είναι, γίνεται αλκαλικό) και αφήνεται να βράσει για 1-2 min.

Αν υπάρχουν κυανιούχα ιόντα, τα οποία προϋποθέτουν την ύπαρξη αζώτου στην οργανική ένωση, τότε σχηματίζεται σιδηροκυανιούχο νάτριο:



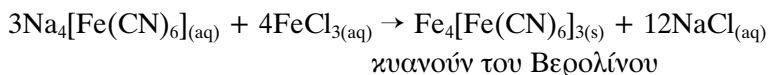
Στόχοι

Να μπορείς:

- Να ανιχνεύεις το N, το S και τα αλογόνα.
- Να χειρίζεσαι σωστά τις επικίνδυνες ουσίες.
- Να παρακολουθείς, να καταγράφεις και να ερμηνεύεις τα αποτελέσματα διεξαγωγής μιας αντίδρασης.

Όταν το διάλυμα κρυώσει, γίνεται όξινο με την προσθήκη πυκνού υδροχλωρικού οξέος (HCl) κατά σταγόνες (αποφεύγεται η περίσσεια), οπότε και σχηματίζεται σιδηροκυανιούχος σίδηρος (αλλιώς κυανούν του Βερολίνου), ο οποίος σιγά-σιγά καθιζάνει. Για πολύ μικρές συγκεντρώσεις αζώτου σχηματίζεται μερικές φορές μια ανοιχτοπράσινη απόχρωση. Από το κυανούν του Βερολίνου διαπιστώνεται η παρουσία του αζώτου:

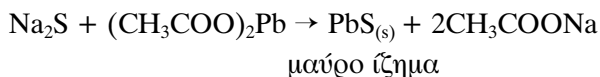
Σιδηροκυανιούχος σίδηρος ή κυανούν του Βερολίνου: πρόκειται για δυσδιάλυτο στερεό με χρώμα κυανοπράσινο.



Η μέθοδος αυτή δεν είναι κατάλληλη για ουσίες οι οποίες, όταν θερμαίνονται, απελευθερώνουν εύκολα άζωτο (π.χ. διαζωνιακές ενώσεις).

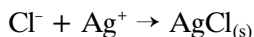
Ανίχνευση θείου

Το διηθημένο διάλυμα της σύντηξης οξινίζεται και προστίθεται διάλυμα οξικού μολύβδου $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$. Η παρουσία του θείου διαπιστώνεται από το σχηματισμό μαύρου θειούχου μολύβδου (PbS):

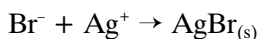


Ανίχνευση αλογόνων

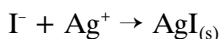
Το διηθημένο διάλυμα της σύντηξης οξινίζεται και προστίθεται διάλυμα νιτρικού αργύρου (AgNO_3). Η παρουσία των αλογόνων διαπιστώνεται από το σχηματισμό του αντίστοιχου ιζήματος:



λευκό ίζημα, διαλυτό σε αραιό διάλυμα αμμωνίας,



ελαφρά κίτρινο ίζημα, διαλυτό σε πυκνό διάλυμα αμμωνίας,



κίτρινο ίζημα, αδιάλυτο σε αραιό και σε πυκνό διάλυμα αμμωνίας.



Τι θα χρειαστείτε

Όργανα - υλικά	Χημικές ουσίες
<ul style="list-style-type: none"> • Λύχνο υγραερίου με τρίποδα • Δοκιμαστικούς σωλήνες • Ποτήρι ζέσης των 50mL • Κάψα πορσελάνης • Λαβίδα • Σπάτουλα • Μαχαίρι • Γυάλινη ράβδος • Γουδί • Χωνί • Φίλτρο • Πεχαμετρικό χαρτί 	<ul style="list-style-type: none"> • Οργανική ουσία που να περιέχει N,S ή αλογόνα ή κάποια από αυτά* • Μεταλλικό νάτριο • Κορεσμένο διάλυμα FeSO_4 • Διάλυμα FeCl_3 10% • Διάλυμα $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ • Πυκνό διάλυμα NaOH • Πυκνό διάλυμα HCl • Διάλυμα οξικού οξέος • Διάλυμα νιτρικού αργύρου (AgNO_3) 0,1M • Διάλυμα αμμωνίας 2M • Πυκνό HNO_3 • Πυκνή αμμωνία • Απιονισμένο νερό

* Για καλύτερη παρακολούθηση των φαινομένων στη διαδικασία της ανίχνευσης συνιστάται να περιέχει το δείγμα ένα από τα παραπάνω στοιχεία. Ως αζωτούχα ένωση μπορεί να ληφθεί μια αμίνη (π.χ. n-προπυλαμίνη), ως θειούχα μια μερκαπτάνη (π.χ. n-εξυλοθειοαλκοόλη) και ως αλογονούχα μια μονοαλογονούχα ένωση με ένα είδος αλογόνου (π.χ. n-προπυλοχλωρίδιο, n-προπυλοβρομίδιο, n-προπυλοϊωδίδιο κτλ.).

Αν στο δείγμα της οργανικής ουσίας περιέχεται άζωτο και θείο, τότε δυσκολεύεται η ανίχνευση του αζώτου. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να προστεθεί, κατά τη σύντηξη με νάτριο, περισσότερο μεταλλικό νάτριο.



Κανόνες ασφαλείας

1. Το μεταλλικό νάτριο είναι πολύ δραστικό, εύφλεκτο και επικίνδυνο, γι' αυτό φυλάσσεται σε κλειστό δοχείο μέσα σε πετρελαιο. Δεν πρέπει να το πιάνουμε με το χέρι παρά μόνο με λαβίδα. Δεν

πρέπει να παραμένει στεγνό στον ατμοσφαιρικό αέρα ούτε να το πετάμε στο νερό.

2. Το υδροχλωρικό οξύ είναι ερεθιστικό. Πρέπει να το χειρίζεστε με προσοχή χρησιμοποιώντας πλαστικά γάντια και σε καλά αεριζόμενο χώρο.
3. Το NaOH είναι διαβρωτική και επικίνδυνη ουσία. Πρέπει να χειρίζεστε ακόμα και τα αραιά του διαλύματα φορώντας γυαλιά και γάντια.
4. Το πυκνό νιτρικό οξύ είναι έντονα διαβρωτικό. Η εισπνοή των ατμών του προκαλεί σοβαρά προβλήματα. Η χρήση του γίνεται με μεγάλη προσοχή, με γάντια και γυαλιά ασφαλείας, και **μόνο από τον καθηγητή**.
5. Το πυκνό διάλυμα NH_3 , επειδή αναδίδει ατμούς, προσβάλλει τα μάτια, το δέρμα και το αναπνευστικό σύστημα. Απαιτείται προσοχή στη χρήση του.



Πείραμα

Ανίχνευση αζώτου, θείου και αλογόνων

Η ανίχνευση θα πραγματοποιηθεί σε δύο στάδια:

1ο στάδιο: Σύντηξη οργανικής ουσίας με νάτριο

Η σύντηξη της οργανικής ουσίας με μεταλλικό νάτριο γίνεται σε **πείραμα επίδειξης από τον καθηγητή**:

Προσοχή!

Ο χειρισμός του νατρίου γίνεται μόνον από τον καθηγητή.

1. Μεταφέρετε σε ένα δοκιμαστικό σωλήνα (σωλήνας σύντηξης), τον οποίο κρατάτε με μια λαβίδα, μικρή ποσότητα της οργανικής ουσίας (στην άκρη της σπάτουλας).
2. Προσθέστε με προσοχή ένα μικρό κομμάτι στεγνού μεταλλικού νατρίου (διαστάσεων 3x4 mm), το οποίο έχετε στεγνώσει πιέζοντάς το ελαφρά επάνω σε διηθητικό χαρτί. Αν στην επιφάνεια του νατρίου έχει σχηματιστεί εξωτερική κρούστα, ξεφλουδίστε τη με ένα μαχαίρι.
3. Θερμάνετε το μείγμα στην αρχή λίγο, μέχρι να διασπαστεί η οργανική ουσία, και μετά μέχρι να ερυθροπυρωθεί ο σωλήνας.

4. Βυθίστε αμέσως το κάτω μέρος του ερυθροπυρωμένου σωλήνα μέσα σε 10 ml περίπου απιονισμένου νερού που υπάρχει σε ένα ποτήρι ζέσης των 100 ml. Ο δοκιμαστικός σωλήνας σπάζει αμέσως και το περιεχόμενο διαλύεται στο νερό.
5. Διηθήστε το αλκαλικό διάλυμα από τα θραύσματα του σωλήνα και τα στερεά κατάλοιπα.
6. Φυλάξτε το διαυγές διήθημα για την ανίχνευση των στοιχείων αζώτου, θείου και αλογόνων.

2ο στάδιο: Ανίχνευση στοιχείων

A. Ανίχνευση αζώτου (μέθοδος Lassaigne)

1. Μεταφέρετε 2-3 ml από το διάλυμα του 1ου σταδίου σε ένα δοκιμαστικό σωλήνα και προσθέστε σ' αυτό μία σταγόνα κορεσμένου διαλύματος θειικού σιδήρου II (FeSO_4) και μία σταγόνα διαλύματος τριχλωριούχου σιδήρου III (FeCl_3) 10%.

2. Ελέγξτε αν το διάλυμα είναι αλκαλικό και, σε περίπτωση που δεν είναι, προσθέστε σταγόνες πυκνού καυστικού νατρίου (NaOH).

- Πώς ελέγξατε το διάλυμα;

.....

- Τι pH είχε το διάλυμα;

.....

3. Βράστε το αλκαλικό διάλυμα 1-2 λεπτά και παρατηρήστε το χρώμα του.

- Τι χρώμα έχει το διάλυμα;

.....

4. Ψύξτε το διάλυμα κρατώντας το δοκιμαστικό σωλήνα κάτω από τη βρύση με το κρύο νερό.

5. Προσθέστε σιγά-σιγά στο διάλυμα μερικές σταγόνες πυκνού διαλύματος υδροχλωρικού οξέος και παρατηρήστε το χρώμα.

- Τι χρώμα έχει τώρα το διάλυμα;

.....

Αν η οργανική ουσία περιείχε άζωτο, τότε το χρώμα του οξεινισμένου με HCl διαλύματος πρέπει να είναι από κυανοπρά-

σινο μέχρι μπλε. Μπορεί όμως να σχηματιστεί και ένα βαθύ μπλε ίζημα, το κυανούν του Βερολίνου, $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$.

Β. Ανίχνευση θείου

1. Μεταφέρετε 1-2 mL από το διάλυμα του 1ου σταδίου σε ένα δοκιμαστικό σωλήνα και προσθέστε σταγόνες διαλύματος οξικού οξέος, μέχρι να οξιτιστεί το διάλυμα.

● Τι pH είχε το διάλυμά σας;

.....

2. Στο οξιτισμένο διάλυμα προσθέστε σταγόνες οξικού μολύβδου, $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$, και παρατηρήστε το χρώμα.

● Τι χρώμα έχει το διάλυμα;

.....

● Τι άλλο παρατηρείτε στο διάλυμα;

.....

Αν το χρώμα του διαλύματος έγινε μαύρο και σχηματίστηκε συγχρόνως μαύρο ίζημα (PbS), τότε η οργανική ουσία περιείχε θείο.

Γ. Ανίχνευση αλογόνων

1. Μεταφέρετε 1-2 ml από το διάλυμα του 1ου σταδίου σε ένα δοκιμαστικό σωλήνα και οξινίστε το προσθέτοντας σταγόνες πυκνού νιτρικού οξέος.
2. Προσθέστε στο όξινο διάλυμα σταγόνες υδατικού διαλύματος νιτρικού αργύρου και παρατηρήστε το.

● Τι χρώμα έχει το νέο διάλυμα;

.....

● Σχηματίστηκε κάποιο ίζημα; Ποιο είναι το χρώμα του;

.....

Αν στο διάλυμα σχηματίστηκε ίζημα με λευκό έως κίτρινο χρώμα, τότε υπάρχουν στο δείγμα ένα ή περισσότερα αλογόνα.

3. Διηθήστε το ίζημα και προσθέστε το σε αραιό διάλυμα αμμωνίας παρατηρώντας το ίζημα και το διάλυμα.

Προσοχή!

Ο χειρισμός του νιτρικού οξέος γίνεται μόνο από τον καθηγητή.

- Τι παρατηρείτε στο ίζημα, διαλύθηκε όλο ή εν μέρει; Άλλαξε χρώμα;

.....

- Το διάλυμα περιέχει ίζημα και ποιο είναι το χρώμα του;

.....

- Αν το διάλυμα δεν περιέχει ίζημα, τότε ποιο αλογόνο περιείχε;

.....

4. Αν με την προσθήκη του αραιού διαλύματος αμμωνίας δεν παρατηρήθηκε καμία αλλαγή, τότε προσθέστε πυκνό διάλυμα αμμωνίας και παρατηρήστε πάλι το ίζημα και το διάλυμα.

- Τι παρατηρείτε στο ίζημα, διαλύθηκε όλο ή εν μέρει; Άλλαξε χρώμα;

.....

- Το διάλυμα περιέχει ίζημα και ποιο είναι το χρώμα του;

.....

- Αν το διάλυμα δεν περιέχει ίζημα, τότε ποιο αλογόνο περιείχε;

.....

- Αν το διάλυμα περιέχει ίζημα, τότε ποιο αλογόνο περιέχεται σ' αυτό;

.....

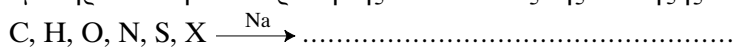
- Ποιο ή ποια αλογόνα περιείχε αρχικά η οργανική ουσία;

.....



Ερωτήσεις αξιολόγησης

1. Γιατί είναι απαραίτητη για την ανίχνευση των αλογόνων η σύντηξη της ουσίας με μεταλλικό νάτριο;
2. Συμπληρώστε την αντίδραση της διαδικασίας της σύντηξης:



όπου X = αλογόνο (Cl, Br, I).

3. Ποιες προφυλάξεις πρέπει να πάρουμε, όταν θέλουμε να εργαστούμε με μεταλλικό νάτριο;
4. Ποια ένωση πρέπει να σχηματιστεί προκειμένου να ανιχνευθεί το άζωτο και τι χρώμα θα έχει;
5. Ποια ένωση επιδιώκουμε να σχηματιστεί τελικά για την ανίχνευση του θείου και τι χρώμα θα έχει;
6. Γράψτε τις τρεις αντιδράσεις ανίχνευσης των αλογόνων (Cl, Br και I), το χρώμα και τη διαλυτότητά τους σε αραιή και σε πυκνή αμμωνία:

Εργαστηριακή άσκηση 8

ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΜΕΘΑΝΙΟΥ

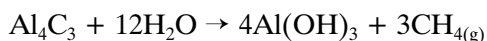


Θεωρία

Το μεθάνιο (CH_4), είναι αέριο, άχρωμο και άοσμο. Είναι ελάχιστα διαλυτό στο νερό και ελαφρύτερο από τον αέρα.

Εργαστηριακά το CH_4 παρασκευάζεται κυρίως:

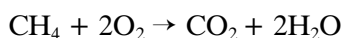
α. με διάσπαση του ανθρακαργιλίου (Al_4C_3) με νερό ή με οξεία:



β. με θέρμανση του αιθανικού νατρίου (CH_3COONa) με υδροξείδιο του νατρίου (NaOH) ή του καλίου (KOH):



Το μεθάνιο είναι αδρανής ένωση και δίνει λίγες σχετικά αντιδράσεις. Όταν θερμανθεί με οξυγόνο ή με αέρα καίγεται με γαλάζια και πολύ θερμοαντική φλόγα:



Στόχοι

Να μπορείς:

- Να περιγράφεις τη μέθοδο παρασκευής του μεθανίου από αιθανικό νάτριο και υδροξείδιο του νατρίου.
- Να συναρμολογείς την κατάλληλη συσκευή.



Τι θα χρειαστείτε

Όργανα - υλικά	Χημικές ουσίες
<ul style="list-style-type: none">• Κάψα πορσελάνης• Δοκιμαστικό σωλήνα μεγάλο• Δοκιμαστικό σωλήνα μικρό• Πώμα με απαγωγό σωλήνα• Ορθοστάτη - λαβίδα• Λύχνος υγραερίου• Πλαστικό κουταλάκι• Κερί	<ul style="list-style-type: none">• Στερεό CH_3COONa• Στερεό NaOH



Κανόνες ασφαλείας

1. Το NaOH είναι διαβρωτική ουσία. Πρέπει να φοράτε γάντια, ακόμα και όταν χειρίζεστε τα αραιά του διαλύματα.
2. Πριν επιχειρήσετε την ανίχνευση του CH₄, πρέπει να απομακρύνετε το λύχνο υγραερίου από το δοκιμαστικό σωλήνα.



Πείραμα

1. Τοποθετήστε επάνω στην λάμπα ποσότητα ίση με ένα κουταλάκι στερεό CH₃COONa και ένα κουταλάκι στερεό NaOH. Αναμείξτε τα καλά.
2. Μεταφέρετε το μείγμα στο μεγάλο δοκιμαστικό σωλήνα και κλείστε τον καλά με το πώμα που φέρει απαγωγό σωλήνα.
3. Συγκρατήστε το δοκιμαστικό σωλήνα στον ορθοστάτη τοποθετώντας τον με μικρή κλίση.
4. Θερμάνετε το σωλήνα με το λύχνο πρώτα ήπια και μετά πιο έντονα.
- Τι παρατηρείτε στο δοκιμαστικό σωλήνα με το μείγμα αιθανικού νατρίου και υδροξειδίου του νατρίου;

.....

5. Επάνω από τον απαγωγό σωλήνα τοποθετήστε ανεστραμμένα ένα μικρότερο δοκιμαστικό σωλήνα.

- Ποιο αέριο συλλέγεται με αυτό τον τρόπο;

.....

6. Απομακρύνετε το δοκιμαστικό σωλήνα από το λύχνο.

7. Πλησιάστε σ' αυτόν τη φλόγα αναμμένου κεριού.

Προσοχή!

Κρατηθείτε μακριά από τη γυμνή φλόγα του λύχνου.

- Περιγράψτε τι παρατηρείτε.

.....

.....

.....



Ερωτήσεις αξιολόγησης

1. Γράψτε τη χημική εξίσωση της παρασκευής του μεθανίου από τη θέρμανση αιθανικού νατρίου με υδροξείδιο του νατρίου.
2. Ποιο είναι το αέριο που παράγεται στο δοκιμαστικό σωλήνα;
3. Με ποιο τρόπο επιβεβαιώνουμε το αέριο που παρήχθη;
4. Βρείτε από τη βιβλιογραφία τις κύριες πηγές προέλευσης του μεθανίου σήμερα.

Εργαστηριακή άσκηση 9

ΑΙΘΕΝΙΟ



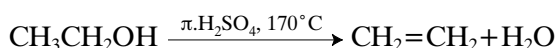
Θεωρία

Το αιθένιο, το απλούστερο μέλος της ομόλογης σειράς των αλκενίων, είναι αέριο άχρωμο, με ασθενή χαρακτηριστική οσμή, ελάχιστα διαλυτό στο νερό, διαλύεται όμως στους οργανικούς διαλύτες.

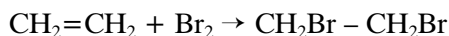
Στο εργαστήριο το αιθένιο παρασκευάζεται με αφυδάτωση της αιθανόλης ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$).

Η αιθανόλη αφυδατώνεται κατά τη θέρμανσή της με πυκνό H_2SO_4 ή κατά τη διέλευση των ατμών της επάνω από θερμαινόμενο Al_2O_3 . Σε σχετικά υψηλή θερμοκρασία σχηματίζεται αιθένιο, ενώ σε χαμηλότερη θερμοκρασία και με συνεχή προσθήκη αιθανόλης σχηματίζεται διαιθυλαιθέρας.

Η αντίδραση της αφυδάτωσης που οδηγεί στο σχηματισμό αιθενίου περιγράφεται από την εξίσωση:



Η ανίχνευση του αιθενίου και γενικότερα μιας οργανικής ένωσης με διπλό δεσμό γίνεται με διαβίβαση διαλύματος βρομίου στην ένωση που πρόκειται να ανιχνευθεί. Η αντίδραση αυτή είναι αντίδραση προσθήκης. Η χημική εξίσωση που περιγράφει την αντίδραση προσθήκης για το αιθένιο είναι:



Στο αιθένιο ή γενικότερα σε μια ακόρεστη ένωση με διπλό δεσμό προστίθεται διάλυμα βρομίου. Το διάλυμα βρομίου έχει καστανέρυθρο χρώμα, όταν όμως προστεθεί στο διπλό δεσμό, αποχρωματίζεται. Η αντίδραση αυτή χρησιμοποιείται για την ανίχνευση του διπλού δεσμού και για τη διάκριση των αλκενίων από τα αλκάνια, τα οποία δεν αντιδρούν με το παραπάνω διάλυμα.

Στόχοι

Να μπορείς:

- Να περιγράφεις την παρασκευή του αιθενίου με αφυδάτωση της αιθανόλης.
- Να περιγράφεις τη μέθοδο ανίχνευσης του διπλού δεσμού σε οργανική ένωση με βρόμιο.
- Να συναρμολογείς τις κατάλληλες συσκευές για τα παραπάνω πειράματα.
- Να γράφεις τις αντίστοιχες εξισώσεις.

Ο αποχρωματισμός διαλύματος βρομίου χαρακτηρίζει και τον τριπλό δεσμό.



Τι θα χρειαστείτε

Όργανα - υλικά	Χημικές ουσίες
<ul style="list-style-type: none"> • Σφαιρική φιάλη • Δοκιμαστικούς σωλήνες • Τρίποδα, πλέγμα από κεραμικό • Ελαστικό πώμα που φέρει απαγωγό σωλήνα με δυο κάμψεις και θερμόμετρο • Απαγωγούς σωλήνες • Φιαλίδιο των 100 mL • Σιφώνιο του 1 mL • Πλυντρίδα αερίων • Λεκάνη • Κομματάκια πορσελάνης 	<ul style="list-style-type: none"> • Αιθανόλη • Πυκνό διάλυμα H_2SO_4 • Βρομιούχο νερό*

* Παρασκευή βρομιούχου νερού (από τον καθηγητή)

Με σιφώνιο μεταφέρεται 0,5 mL βρομίου σε σκουρόχρωμο σταγονομετρικό φιαλίδιο των 100 mL το οποίο περιέχει 60 mL περίπου νερό. Στη συνέχεια το φιαλίδιο συμπληρώνεται με νερό, πωματίζεται και ανακινείται.

Η όλη διαδικασία γίνεται στον απαγωγό. Η φιάλη του βρομίου πωματίζεται αμέσως μετά τη λήψη της απαιτούμενης ποσότητας, ενώ η μετάγγιση του βρομίου γίνεται με την άκρη του σιφωνίου βυθισμένη στο νερό του φιαλιδίου.



Κανόνες ασφαλείας

1. Η αιθανόλη είναι εύφλεκτη και πολύ πτητική ουσία και πρέπει να αποφεύγετε την εισπνοή των ατμών της.
2. Το πυκνό θειικό οξύ, όταν πέσει στο δέρμα, προκαλεί σοβαρά εγκαύματα. Να φοράτε πάντα γάντια και προστατευτικά γυαλιά, όταν χειρίζεστε τα διαλύματά του. Να θυμάστε ότι η αραιώση του θειικού οξέος γίνεται με σταδιακή προσθήκη του οξέος στο νερό και ποτέ αντίστροφα, επειδή υπάρχει κίνδυνος, λόγω της ισχυρά εξώθερμης αντίδρασης, να εκτιναχθούν σταγονίδια οξέος και να προκαλέσουν ζημιές.

3. Το καυστικό νάτριο είναι διαβρωτική και επικίνδυνη ουσία, γι' αυτό πρέπει να το χειρίζεστε φορώντας πάντα γάντια.
4. Το βρόμιο είναι υγρό πτητικό και ερεθιστικό για το δέρμα. Οι ατμοί του προσβάλλουν τα μάτια και το αναπνευστικό σύστημα. Όλοι οι χειρισμοί με βρόμιο επιβάλλεται να γίνονται στον απαγωγό φορώντας γάντια και γυαλιά ασφαλείας. Το αραιωμένο υδατικό διάλυμα βρομίου δεν είναι ιδιαίτερα επικίνδυνο.



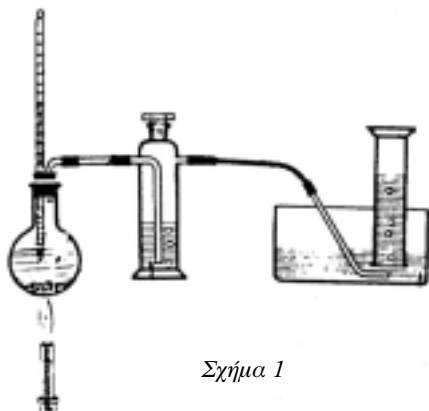
Πείραμα 1

Παρασκευή αιθενίου με αφυδάτωση αιθανόλης

Συνιστάται το πείραμα να γίνει με επίδειξη από τον καθηγητή.

1. Βάλτε στη σφαιρική φιάλη 5 mL $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$.
2. Ψύξτε τη φιάλη με κρύο νερό και ταυτόχρονα προσθέστε με μεγάλη προσοχή 10 mL περίπου από το πυκνό H_2SO_4 .
3. Προσθέστε μικρά κομμάτια πορσελάνης μέσα στη σφαιρική φιάλη.
4. Πωματίστε τη σφαιρική φιάλη με το ειδικό πώμα που φέρει θερμομόμετρο και απαγωγό σωλήνα με δύο κάμπεις.
5. Γεμίστε τη λεκάνη και τον ανεστραμμένο σωλήνα με νερό.
6. Βυθίστε τη μακρύτερη άκρη του απαγωγού σωλήνα στη λεκάνη με το νερό και συνδέστε τη με τον ανεστραμμένο σωλήνα (σύστημα συλλογής προϊόντων), βάζοντας ενδιάμεσα την πλυντρίδα αερίων, όπως φαίνεται στο σχήμα 1.

Προσοχή!
Το H_2SO_4 είναι έντονα διαβρωτικό.



Σχήμα 1

7. Θερμαίνετε τη σφαιρική φιάλη στους 170 °C.

- Τι παρατηρείτε μέσα στη φιάλη κατά τη θέρμανσή της;

.....

Προσοχή!

Η αιθανόλη είναι εύφλεκτη ουσία.

- Τι παρατηρείτε στον ανεστραμμένο σωλήνα συλλογής προϊόντων;

.....

8. Απομακρύνετε με προσοχή από το νερό τον ανεστραμμένο σωλήνα κρατώντας κλειστό το στόμιό του.

9. Πλησιάστε με προσοχή έναν αναπτήρα στο στόμιο του ανεστραμμένου σωλήνα.

- Τι διαπιστώνετε;

.....

Προσοχή!

Κρατηθείτε μακριά από τη γυμνή φλόγα του λύχνου.



Πείραμα 2

Ανίχνευση του διπλού δεσμού

1. Βάλτε σε καθαρό δοκιμαστικό σωλήνα βρομιούχο νερό μέχρι το 1/3 του ύψους του.

- Ποιο είναι το χρώμα του βρομιούχου νερού;

.....

Προσοχή!

Η συσκευή παραγωγής του αλκενίου θα πρέπει να λειτουργεί.

2. Διοχετεύστε το εκλυόμενο αέριο στο δοκιμαστικό σωλήνα που περιέχει το βρομιούχο νερό.

- Τι παρατηρείτε στο διάλυμα παραγόμενου αερίου - βρομιούχου νερού;

.....

.....

.....



Ερωτήσεις αξιολόγησης

1. Γιατί προσθέσατε μικρά κομμάτια πορσελάνης στη σφαιρική φιάλη με την αιθανόλη και το θειικό οξύ;
2. Γιατί η προσθήκη του θειικού οξέος στην αιθανόλη γίνεται υπό ψύξη;
3. Ποιο είναι το αέριο προϊόν που παράγεται κατά τη θέρμανση της αιθανόλης με θειικό οξύ στους 170°C ;
4. Σε ποιες ιδιότητες του παραγόμενου αερίου βασίζεται ο τρόπος συλλογής του;
5. Γράψτε τη χημική αντίδραση παρασκευής αιθενίου από αιθανόλη.
6. Αν τα παραγόμενα προϊόντα είναι:
 - α. 2-βουτένιο και
 - β. μεθυλο-προπένιο,
 ποιες είναι οι αλκοόλες που αφυδατώθηκαν;
7. Ποιά άλλη οργανική ένωση είναι δυνατό να παραχθεί κατά την αφυδάτωση της αιθανόλης με θειικό οξύ;
8. Σε ποια κατηγορία αντιδράσεων ανήκει η αντίδραση του αιθενίου με το βρομιούχο νερό; Γράψτε την αντίδραση.
9. Σε τι οφείλεται ο αποχρωματισμός του διαλύματος κατά την αντίδραση αιθενίου με βρομιούχο νερό;

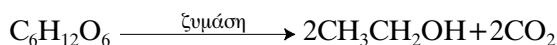
Εργαστηριακή άσκηση 10

ΑΙΘΑΝΟΛΗ



Θεωρία

Αλκοολική ζύμωση ονομάζουμε τη διάσπαση ορισμένων απλών σακχάρων του τύπου $C_6H_{12}O_6$ (γλυκόζη, φρουκτόζη, γαλακτόζη κτλ.) από το ένζυμο ζυμάση προς αιθανόλη (CH_3CH_2OH) και διοξείδιο του άνθρακα (CO_2). Η αντίδραση περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:



Τα διαλύματα απλών σακχάρων προέρχονται από:

1. καρπούς που περιέχουν ζάχαρη (π.χ. σταφύλια, σταφίδες, μήλα κτλ.),
2. ουσίες που περιέχουν άμυλο (π.χ. κριθάρι, ρύζι, σιτάρι κτλ.)
3. μελάσα.

Το ένζυμο ζυμάση είναι μείγμα πολλών ενζύμων, καθένα από τα οποία επιτελεί ορισμένη δράση στην όλη πορεία της αλκοολικής ζύμωσης. Τη ζυμάση παράγουν οι ζυμομύκητες ή σακχαρομύκητες (κοινώς ζύμη ή μαγιά μπύρας).

Το υγρό προϊόν της ζύμωσης περιέχει, εκτός από την αιθανόλη, και άλλες ενώσεις από τις οποίες η αιθανόλη διαχωρίζεται με κλασματική απόσταξη. Ωστόσο κατά την απόσταξη δε λαμβάνεται καθαρή αλκοόλη αλλά μείγμα, το οποίο έχει σταθερό σημείο βρασμού και περιέχει 95,5% αιθανόλη και 4,5% νερό.

Η αιθανόλη πιστοποιείται από τη χαρακτηριστική ευχάριστη οσμή της και από την ελαφρά κυανίζουσα φλόγα κατά την καύση της.

Ως **αλκοολούχα** ή **οινοπνευματώδη ποτά** χαρακτηρίζονται αυτά που περιέχουν αιθανόλη. Ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας των ποτών σε αιθανόλη γίνεται με τη χρήση των **αλκοολομέτρων**. Τα αλκοολόμετρα είναι ειδικά αραιόμετρα που δείχνουν απευθείας την περιεκτικότητα του αλκοολούχου ποτού σε αιθανόλη.

Στόχοι

Να μπορείς:

- Να περιγράφεις τη μέθοδο παρασκευής της αιθανόλης με ζύμωση.
- Να γράφεις τη χημική εξίσωση της αντίστοιχης αντίδρασης.
- Να χρησιμοποιείς το αλκοολόμετρο.

Για τα αραιόμετρα βλέπε κεφάλαιο 3 του βιβλίου Οργανικής Χημείας.

Οι υποδιαίρεσεις στο κάθε αλκοολόμετρο αντιστοιχούν σε **αλκοολικούς βαθμούς**, οι οποίοι εκφράζουν την ποσότητα της αιθανόλης (σε mL) που περιέχεται σε 100 mL αλκοολούχου διαλύματος. Για παράδειγμα, η μπίρα είναι 4-5°, δηλαδή σε 100 mL μπίρας περιέχονται 4-5 mL αιθανόλης. Η βαθμολόγηση των αλκοολομέτρων έχει γίνει σε θερμοκρασία 15 °C. Αν η θερμοκρασία μέτρησης των αλκοολικών βαθμών είναι διαφορετική, χρησιμοποιούνται ειδικοί πίνακες αντιστοίχισης της θερμοκρασίας με τους αλκοολικούς βαθμούς.

Πίνακας 10.1

Αναγωγή των αλκοολικών βαθμών στη θερμοκρασία των 15 °C

Θερμοκρασία μέτρησης (°C)	Ενδείξεις του αλκοολόμετρου																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
0	1.3	2.4	3.4	4.4	5.4	6.5	7.5	8.6	9.7	10.9	12.2	13.4	14.7	16.1	17.5	19.0	20.4	21.7	23.0	24.3	25.7	27.1	28.5	29.9	31.1
1	1.3	2.4	3.4	4.4	5.4	6.5	7.5	8.6	9.7	10.9	12.2	13.4	14.7	16.0	17.3	18.7	20.1	21.4	22.7	24.0	25.4	26.8	28.1	29.4	30.6
2	1.3	2.4	3.4	4.4	5.4	6.5	7.5	8.6	9.7	10.9	12.2	13.4	14.7	16.0	17.2	18.6	19.9	21.2	22.4	23.7	25.0	26.4	27.6	28.9	30.2
3	1.3	2.4	3.4	4.4	5.4	6.5	7.5	8.6	9.7	10.9	12.2	13.3	14.6	15.9	17.1	18.3	19.7	20.9	22.1	23.4	24.7	26.0	27.3	28.6	29.8
4	1.3	2.4	3.4	4.4	5.4	6.5	7.5	8.6	9.7	10.9	12.2	13.3	14.5	15.8	16.9	18.1	19.4	20.7	21.9	23.1	24.4	25.7	26.9	28.1	29.6
5	1.4	2.5	3.5	4.5	5.5	6.6	7.7	8.7	9.8	10.9	12.1	13.2	14.4	15.7	16.8	18.0	19.2	20.5	21.6	22.8	24.1	25.3	26.5	27.7	28.9
6	1.4	2.5	3.5	4.5	5.5	6.6	7.7	8.7	9.8	10.9	12.1	13.1	14.3	15.6	16.7	17.8	19.0	20.3	21.4	22.5	23.7	25.0	26.1	27.3	28.6
7	1.4	2.5	3.5	4.5	5.5	6.6	7.7	8.7	9.8	10.9	12.1	13.0	14.2	15.4	16.6	17.7	18.8	20.0	21.0	22.1	23.4	24.7	25.8	27.0	28.1
8	1.4	2.5	3.5	4.5	5.5	6.6	7.7	8.7	9.8	10.9	12.1	13.0	14.1	15.3	16.4	17.5	18.6	19.7	20.7	21.8	23.0	24.2	25.4	26.6	27.7
9	1.4	2.5	3.5	4.5	5.5	6.6	7.7	8.7	9.8	10.9	12.1	12.9	14.0	15.1	16.2	17.3	18.4	19.5	20.5	21.6	22.7	23.9	25.0	26.2	27.3
10	1.4	2.4	3.4	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.6	11.7	12.7	13.8	14.9	16.0	17.0	18.1	19.2	20.2	21.3	22.4	23.5	24.6	25.8	26.9
11	1.3	2.4	3.4	4.4	5.4	6.4	7.4	8.4	9.4	10.5	11.6	12.6	13.6	14.7	15.8	16.8	17.9	19.0	20.0	21.0	22.1	23.2	24.3	25.4	26.5
12	1.2	2.3	3.3	4.3	5.3	6.3	7.3	8.3	9.3	10.4	11.5	12.5	13.5	14.6	15.6	16.6	17.6	18.7	19.7	20.7	21.8	22.9	24.0	25.1	26.1
13	1.2	2.2	3.2	4.2	5.2	6.2	7.2	8.2	9.2	10.3	11.4	12.4	13.4	14.4	15.4	16.4	17.4	18.5	19.5	20.5	21.5	22.6	23.7	24.7	25.7
14	1.1	2.1	3.1	4.1	5.1	6.1	7.1	8.1	9.1	10.2	11.2	12.2	13.2	14.2	15.2	16.2	17.2	18.2	19.2	20.2	21.2	22.3	23.3	24.3	25.3
15	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
16	0.9	1.9	2.9	3.9	4.9	5.9	6.9	7.9	8.9	9.9	10.9	11.9	12.9	13.9	14.9	15.9	16.9	17.8	18.7	19.7	20.7	21.7	22.7	23.7	24.7
17	0.8	1.8	2.8	3.8	4.8	5.8	6.8	7.8	8.8	9.8	10.8	11.7	12.7	13.7	14.7	15.6	16.6	17.5	18.4	19.4	20.4	21.4	22.4	23.4	24.4
18	0.7	1.7	2.7	3.7	4.7	5.7	6.7	7.7	8.7	9.7	10.7	11.6	12.5	13.5	14.5	15.4	16.3	17.3	18.2	19.1	20.1	21.1	22.0	23.0	24.0
19	0.6	1.6	2.6	3.6	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.4	12.4	13.3	14.3	15.2	16.1	17.0	17.9	18.8	19.8	20.7	21.6	22.6	23.6
20	0.5	1.5	2.4	3.4	4.4	5.4	6.4	7.3	8.3	9.3	10.3	11.2	12.2	13.1	14.0	14.9	15.8	16.7	17.6	18.5	19.5	20.5	21.4	22.4	23.3
21	0.4	1.4	2.3	3.3	4.3	5.2	6.2	7.1	8.1	9.1	10.1	11.0	11.9	12.8	13.7	14.6	15.5	16.4	17.3	18.2	19.1	20.1	21.1	22.1	22.9
22	0.3	1.3	2.2	3.2	4.1	5.1	6.1	7.0	7.9	8.9	9.9	10.8	11.7	12.6	13.5	14.4	15.3	16.2	17.0	17.9	18.8	19.8	20.7	21.6	22.6
23	0.1	1.1	2.1	3.1	4.0	4.9	5.9	6.8	7.8	8.7	9.7	10.6	11.5	12.4	13.3	14.1	15.0	15.9	16.7	17.6	18.5	19.4	20.3	21.3	22.2
24	0.0	1.0	1.9	2.9	3.8	4.8	5.8	6.7	7.6	8.5	9.5	10.4	11.3	12.2	13.1	13.9	14.8	15.7	16.5	17.4	18.2	19.1	20.0	21.0	21.8
25	0.0	0.8	1.7	2.7	3.6	4.6	5.5	6.5	7.4	8.3	9.3	10.2	11.1	12.0	12.8	13.6	14.5	15.4	16.2	17.1	17.9	18.8	19.7	20.6	21.5
26	0.0	0.7	1.6	2.6	3.5	4.4	5.4	6.3	7.2	8.1	9.0	9.9	10.8	11.7	12.6	13.4	14.2	15.1	15.9	16.7	17.6	18.5	19.4	20.3	21.2
27	0.0	0.5	1.5	2.4	3.3	4.3	5.2	6.1	7.0	7.9	8.8	9.7	10.6	11.5	12.3	13.1	13.9	14.8	15.6	16.4	17.3	18.2	19.1	20.0	20.8
28	0.0	0.3	1.3	2.2	3.1	4.1	5.0	5.9	6.8	7.7	8.6	9.5	10.3	11.2	12.0	12.8	13.6	14.4	15.2	16.0	16.9	17.9	18.8	19.6	20.5
29	0.0	0.1	1.1	2.0	2.9	3.8	4.8	5.7	6.6	7.5	8.4	9.2	10.1	11.0	11.7	12.5	13.3	14.1	14.9	15.7	16.6	17.5	18.4	19.3	20.2
30	0.0	0.0	0.9	1.9	2.8	3.7	4.6	5.5	6.4	7.3	8.1	9.0	9.8	10.7	11.5	12.3	13.0	13.8	14.6	15.4	16.3	17.2	18.1	19.0	19.8



Τι θα χρειαστείτε

Όργανα - υλικά	Χημικές ουσίες
<ul style="list-style-type: none"> • Σφαιρική φιάλη των 500 mL • Πώμα που φέρει απαγωγό σωλήνα με δυο κάμψεις • Συσκευή απόσταξης (κλασματήρα, ψυκτήρα, 2 ελαστικούς σωλήνες, γυάλινο χωνί, θερμόμετρο) • Δοκιμαστικό σωλήνα • Ορθοστάτη (βάση, ράβδο, σύνδεσμο, λαβίδα) • Ποτήρια ζέσης • Λύχνο υγραερίου, τρίποδο, πλέγμα από κεραμικό • Αλκοολόμετρο • Θερμόμετρο 0-50 °C • Ογκομετρικό κύλινδρο • Διηθητικό χαρτί • Βαμβάκι 	<ul style="list-style-type: none"> • Γλυκόζη • Μαγιά μπίρας • Διαυγές ασβεστόνερο [κορεσμένο διάλυμα $\text{Ca}(\text{OH})_2$] • Κρασί • Τσίπουρο • Μπίρα



Κανόνες ασφαλείας

Η αιθανόλη είναι εύφλεκτη και πτητική ουσία. Πρέπει να βρίσκεται μακριά από αναμμένους λύχνους και να αποφεύγεται η εισπνοή των ατμών της.



Πείραμα 1

Παρασκευή αιθανόλης με αλκοολική ζύμωση

1. Μεταφέρετε στη σφαιρική φιάλη 30 g περίπου γλυκόζης.
2. Σε ποτήρι ζέσης διαλύστε 30-40 g μαγιάς σε 300 mL περίπου χλιαρό νερό.

3. Προσθέστε στη σφαιρική φιάλη με τη γλυκόζη το διάλυμα της μαγιάς και ανακινήστε.
4. Πωματίστε τη σφαιρική φιάλη με το πώμα που φέρει απαγωγό σωλήνα και βυθίστε το άκρο του σε δοκιμαστικό σωλήνα που περιέχει μέχρι τη μέση του ύψους του διαυγές ασβεστόνερο.
5. Αφήστε το περιεχόμενο της φιάλης να ηρεμήσει σε χώρο με θερμοκρασία 30-35 °C.
- Παρατηρείτε κάποια μεταβολή στο διαυγές ασβεστόνερο ύστερα από λίγα λεπτά της ώρας;

.....

.....

.....

- Ποια ουσία εξέρχεται από τον απαγωγό σωλήνα;

.....

.....

.....

- Τι παρατηρείτε στην επιφάνεια του διαλύματος μαγιάς - γλυκόζης;

.....

.....

.....

6. Αφήστε το διάλυμα μαγιάς - γλυκόζης για ένα 24ωρο σε θερμοκρασία 30-35 °C, ώστε να ολοκληρωθεί το φαινόμενο της ζύμωσης.

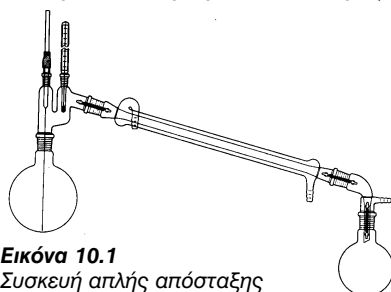
- Τι παρατηρείτε; Περιγράψτε το προϊόν της αλκοολικής ζύμωσης.

.....

.....

.....

7. Συναρμολογήστε τη συσκευή της απόσταξης (εικόνα 10.1).



Εικόνα 10.1
Συσκευή απλής απόσταξης

8. Διηθήστε το περιεχόμενο της σφαιρικής φιάλης και μεταφέρετε το διήθημα στον κλασματήρα της συσκευής απόσταξης.

9. Παρακολουθήστε τη διαδικασία της απόσταξης.

- Περιγράψτε τι συμβαίνει στο περιεχόμενο της σφαιρικής φιάλης.

Προσοχή!
Η αιθανόλη είναι εύφλεκτη ουσία.

.....
.....
.....

- Σε ποια θερμοκρασία αρχίζει να βράζει το περιεχόμενο του κλασματήρα;

.....

10. Συγκεντρώστε σε ποτήρι ζέσης το προϊόν που αποστάζει στους 78 °C.

- Από τη μυρωδιά μπορείτε να εκτιμήσετε ποιο είναι το προϊόν;

.....
.....
.....

11. Βυθίστε ένα κομμάτι βαμβάκι στο απόσταγμα που συλλέχθηκε και αναφλέξτε το.

- Περιγράψτε τι παρατηρείτε κατά την ανάφλεξη του βαμβακιού.

.....
.....
.....

- Τι χρώμα έχει η φλόγα;

.....



Πείραμα 2

Μέτρηση αλκοολικών βαθμών αλκοολικού διαλύματος

1. Γεμίστε τα 2/3 του ογκομετρικού κυλίνδρου με το υγρό του οποίου θέλετε να μετρήσετε τους αλκοολικούς βαθμούς, για παράδειγμα το απόσταγμα από το προηγούμενο πείραμα.
2. Βυθίστε το αλκοολόμετρο στο αλκοολούχο υγρό και διαβάστε την ένδειξη στην οποία αυτό ισορροπεί.

● Ποια είναι η ένδειξη στο αλκοολόμετρο;

.....

3. Βυθίστε το θερμόμετρο στον ογκομετρικό κύλινδρο και φροντίστε να μην ακουμπά ούτε τα τοιχώματά του ούτε το αλκοολόμετρο.

4. Διαβάστε προσεκτικά το θερμόμετρο.

● Ποια είναι η θερμοκρασία;

.....

5. Αν η θερμοκρασία δεν είναι 15°C περίπου, να βρείτε μέσω του πίνακα 10.1 τους πραγματικούς αλκοολικούς βαθμούς του αλκοολούχου ποτού.

● Σημειώστε την τιμή των αλκοολικών βαθμών.

.....

● Τι σημαίνει η συγκεκριμένη τιμή για την περιεκτικότητα του αλκοολούχου διαλύματος σε αιθανόλη;

.....

.....

.....

6. Επαναλάβετε την ίδια διαδικασία και για άλλα αλκοολούχα ποτά.

7. Σημειώστε τις ενδείξεις του αλκοολομέτρου σε κάθε περίπτωση.



Εικόνα 10.2
Αλκοολόμετρα

Αλκοολούχο ποτό	Αλκοολικοί βαθμοί
απόσταγμα	
τσίπουρο	
μπίρα	
κρασί	



Ερωτήσεις αξιολόγησης

1. Γράψτε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης που πραγματοποιείται κατά την αλκοολική ζύμωση της γλυκόζης.
2. Ποια είναι τα προϊόντα της αλκοολικής ζύμωσης;
3. Σε τι αποσκοπεί η απόσταξη του προϊόντος της αλκοολικής ζύμωσης;
4. Γιατί κατά την απόσταξη συλλέχθηκε το προϊόν που αποστάχθηκε στους 78°C ;
5. Πώς είναι δυνατόν να ταυτοποιηθεί η αιθανόλη;
6. Συγκεντρώστε στοιχεία για τα διάφορα είδη αλκοολούχων ποτών.
7. Εξηγήστε τι σημαίνει ότι βρίσκω τους αλκοολικούς βαθμούς ενός αλκοολούχου ποτού.
8. Περιγράψτε τη διαδικασία μέτρησης των αλκοολικών βαθμών ενός αλκοολούχου ποτού.
9. Αναφέρετε παραδείγματα αλκοολούχων ποτών διαφορετικών αλκοολικών βαθμών.

Εργαστηριακή άσκηση 11

ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΑΛΚΟΟΛΩΝ



Θεωρία

Οι φυσικές και οι χημικές ιδιότητες των αλκοολών εξαρτώνται από τον αριθμό των υδροξυλίων στο μόριό τους και από το μέγεθος και τη μορφή της αλυσίδας των ατόμων του άνθρακα στο μόριό τους.

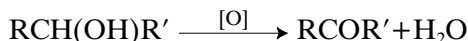
Ανάλογα με τον αριθμό των οργανικών ομάδων οι οποίες συνδέονται με το άτομο του άνθρακα που φέρει το υδροξύλιο, οι αλκοόλες κατατάσσονται σε πρωτοταγείς, δευτεροταγείς και τριτοταγείς.

Οι **πρωτοταγείς αλκοόλες** οξειδώνονται εύκολα σε αλδεΐδες και στη συνέχεια σε οξέα με τον ίδιο αριθμό ατόμων άνθρακα, ανάλογα με τις συνθήκες της αντίδρασης.

Η αντίδραση οξείδωσης περιγράφεται σχηματικά από τη χημική εξίσωση:



Οι **δευτεροταγείς αλκοόλες** οξειδώνονται σε κετόνες. Με ισχυρή οξείδωση τα μόρια των κετονών διασπώνται σε οξέα με μικρότερο αριθμό ατόμων άνθρακα. Η αντίδραση οξείδωσης δευτεροταγούς αλκοόλης αποδίδεται σχηματικά από τη χημική εξίσωση:



Τα οξειδωτικά μέσα που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι το υπερμαγγανικό κάλιο και το διχρωμικό κάλιο.

Το διάλυμα του υπερμαγγανικού καλίου είναι ιώδες και αποχρωματίζεται, όταν προστεθεί σ' αυτό πρωτοταγής ή δευτεροταγής αλκοόλη. Ο αποχρωματισμός πραγματοποιείται καθώς τα ιώδη MnO_4^- ανάγονται σε άχρωμα Mn^{2+} .

Το $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ σε όξινο περιβάλλον, παρουσία πρωτοταγών ή δευτεροταγών αλκοολών, χρωματίζεται πράσινο, επειδή τα πορτοκαλιά $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ανάγονται σε πράσινα Cr^{3+} .

Οι **τριτοταγείς αλκοόλες** δεν οξειδώνονται με τα συνηθισμένα οξειδωτικά μέσα ούτε στις συνήθειες συνθήκες. Με πολύ ισχυρά

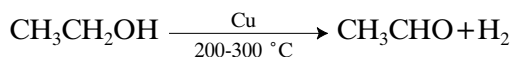
Στόχοι

Να μπορείς:

- Να περιγράφεις σχηματικά τις αντιδράσεις οξείδωσης των αλκοολών με χημικές εξισώσεις.
- Να πραγματοποιείς οξείδωση της αιθανόλης.
- Να διακρίνεις τις πρωτοταγείς, τις δευτεροταγείς και τις τριτοταγείς αλκοόλες.

όμως οξειδωτικά αντιδραστήρια και σε έντονες συνθήκες τα μόρια των αλκοολών αυτών διασπώνται και δίνουν μείγμα κετονών ή και οξέων με μικρότερο αριθμό ατόμων άνθρακα.

Οι αλκοόλες οξειδώνονται επίσης καταλυτικά με χαλκό σε υψηλή θερμοκρασία. Ο ερυθροπυρωμένος Cu δρα ως καταλύτης αφυδρογόνωσης της αλκοόλης. Για παράδειγμα, η οξείδωση της αιθανόλης περιγράφεται από την εξίσωση:



Είναι δυνατόν να διακρίνουμε τις αλκοόλες σε πρωτοταγείς, δευτεροταγείς ή τριτοταγείς με βάση τη χαρακτηριστική τους αντίδραση με το αντιδραστήριο Lucas (πυκνό HCl και ZnCl₂ σε αναλογία 1:1).

Αν η αλκοόλη είναι πρωτοταγής, δεν αντιδρά καθόλου σε θερμοκρασία δωματίου.

Αν η αλκοόλη είναι δευτεροταγής, η αντίδραση ολοκληρώνεται σε 5 min περίπου.

Τέλος, η αντίδραση είναι άμεση και σχηματίζεται αλκυλαλογονίδιο (RCl) που δεν αναμειγνύεται με το υπόλοιπο διάλυμα, αν η αλκοόλη είναι τριτοταγής.



Τι θα χρειαστείτε

Όργανα - υλικά	Χημικές ουσίες
<ul style="list-style-type: none"> • Στήριγμα δοκιμαστικών σωλήνων • Μικρούς δοκιμαστικούς σωλήνες • Πώματα δοκιμαστικών σωλήνων • Δοκιμαστικό σωλήνα pyrex • Ξύλινη λαβίδα • Λύχνo υγραερίου • Σύρμα χάλκινο διατομής 2-3 mm • Διηθητικό χαρτί • Ποτήρι ζέσης των 100 mL • Ράβδο ανάδευσης • Πεχαμετρικό χαρτί 	<ul style="list-style-type: none"> • Αιθανόλη ή οινόπνευμα καθαρό • 1-βουτανόλη • 2-βουτανόλη • 2-μεθυλο-2-προπανόλη • Διάλυμα KMnO₄ 0,1 M • Πυκνό διάλυμα H₂SO₄ 0,1 M • Αντιδραστήριο Lucas*

*** Αντιδραστήριο Lucas**

1. Σε μικρό ποτήρι ζέσης βάλτε 17 mL πυκνού HCl.
2. Προσθέστε 27,2 g ZnCl_2 . (Η ποσότητα του ZnCl_2 είναι τέτοια, ώστε η αναλογία να είναι 1 mol HCl προς 1 mol άνυδρου ZnCl_2 .)
3. Αναδεύστε με γυάλινη ράβδο.

**Κανόνες ασφαλείας**

1. Η αιθανόλη είναι εύφλεκτη και πτητική ουσία. Πρέπει να βρίσκεται μακριά από αναμμένους λύχνους και να αποφεύγεται η εισπνοή των ατμών της.
2. Το πυκνό θειικό οξύ, όταν πέσει στο δέρμα, προκαλεί σοβαρά εγκαύματα. Να χειρίζεστε με μεγάλη προσοχή τα διαλύματά του φορώντας πάντα γάντια και προστατευτικά γυαλιά. Να θυμάστε ότι η αραιώσή του γίνεται με σταδιακή προσθήκη του οξέος στο νερό και ποτέ αντίστροφα. Υπάρχει κίνδυνος, λόγω της ισχυρής εξώθερμης αντίδρασης, να εκτιναχθούν σταγονίδια οξέος και να προκαλέσουν ζημιές.
3. Το υπερμαγγανικό κάλιο ερεθίζει το δέρμα και είναι επικίνδυνο, όταν καταπίνεται. Προκαλεί ανάφλεξη, όταν έρθει σε επαφή με εύφλεκτες ουσίες.
4. Το υδροχλωρικό οξύ είναι ερεθιστικό. Πρέπει να το χειρίζεστε με προσοχή σε καλά αεριζόμενο χώρο φορώντας πλαστικά γάντια.

**Πείραμα 1****Οξείδωση αιθανόλης με σπείρα χαλκού**

1. Διαμορφώστε την άκρη του χάλκινου σύρματος σε σπείρα με μήκος 5 cm περίπου.

2. Μεταφέρετε σε μεγάλο δοκιμαστικό σωλήνα 5-6 mL αιθανόλης.
3. Θερμάνετε τη σπείρα του χαλκού με τη φλόγα του λύχνου υγραερίου, μέχρι να γίνει διάπυρη (την κρατάτε με την ξύλινη λαβίδα).
4. Βάλτε τη σπείρα στο δοκιμαστικό σωλήνα προσέχοντας να μην αγγίξει την αιθανόλη ή τα τοιχώματα του σωλήνα.

- Αντιλαμβάνεστε κάποια συγκεκριμένη οσμή;

.....

.....

5. Εάν υπάρχει μόνο η μυρωδιά της αιθανόλης, επαναλάβετε τα στάδια 3 και 4 μέχρι να διαπιστώσετε από τη μυρωδιά την εμφάνιση άλλης ουσίας.

- Τι σας θυμίζει η μυρωδιά αυτή;

.....

.....

6. Επαναλάβετε τα στάδια 3 και 4, μέχρι να εξαφανιστεί η προηγούμενη μυρωδιά.

- Διαπιστώνετε κάποια άλλη οσμή;

.....

.....

- Τι σας θυμίζει;

.....

.....



Πείραμα 2

Οξείδωση αιθανόλης με διάλυμα υπερμαγγανικού καλίου

1. Μεταφέρετε σε δοκιμαστικό σωλήνα 2 mL από το διάλυμα KMnO_4 0,1 M.
2. Προσθέστε 0,5 mL πυκνό H_2SO_4 .

Προσοχή!

Το H_2SO_4 είναι έντονα διαβρωτικό.

- Τι χρώμα έχει το διάλυμα;

.....

3. Προσθέστε σταγόνες $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ανακινώντας το δοκιμαστικό σωλήνα.

- Ποια είναι η χαρακτηριστική οσμή που αντιλαμβάνεστε αρχικά;

.....

- Παρατηρείτε αλλαγή στο χρώμα του διαλύματος στο δοκιμαστικό σωλήνα;

.....

- Διαπιστώνετε αλλαγή στην οσμή; Τι σας θυμίζει τώρα;

.....

4. Αδειάστε το περιεχόμενο του δοκιμαστικού σωλήνα σε ποτήρι ζέσης των 100 mL.

5. Προσθέστε 1 g περίπου στερεού KMnO_4 και αναδεύστε με τη γυάλινη ράβδο το περιεχόμενο του ποτηριού ζέσης.

- Τι σας θυμίζει η νέα χαρακτηριστική οσμή;

.....

6. Πλησιάστε ένα κομμάτι πεχαμετρικό χαρτί στους ατμούς που αναδύονται από το στόμιο του ποτηριού.

- Τι αλλαγή παρατηρείτε;

.....



Πείραμα 3

Διάκριση αλκοολών με το αντιδραστήριο Lucas

1. Μεταφέρετε σε τρεις δοκιμαστικούς σωλήνες από 1 mL περίπου των παρακάτω αλκοολών:
 σωλήνας 1: 1-βουτανόλη,
 σωλήνας 2: 2-βουτανόλη,
 σωλήνας 3: 2-μεθυλο-2-προπανόλη.
2. Προσθέστε στον καθένα σωλήνα από 6 mL περίπου από το αντιδραστήριο Lucas (θερμοκρασία 26-27 °C).
3. Πωματίστε τους σωλήνες και ανακινήστε τους καλά.
4. Αφήστε τους σε ηρεμία για 5 min περίπου.

- Τι παρατηρείτε στον 1ο σωλήνα;

.....

- Τι παρατηρείτε στο 2ο σωλήνα;

.....

- Τι παρατηρείτε στον 3ο σωλήνα;

.....

- Σε ποιο δοκιμαστικό σωλήνα δεν παρατηρήθηκε καμία μεταβολή κατά την επίδραση του αντιδραστήριου Lucas;

.....

- Πού οφείλεται αυτό;

.....

- Στο περιεχόμενο ποιου δοκιμαστικού σωλήνα παρατηρήθηκε άμεση μεταβολή κατά την επίδραση του αντιδραστήριου Lucas;

.....

- Πού οφείλεται αυτό;

.....



Ερωτήσεις αξιολόγησης

1. Περιγράψτε με χημική εξίσωση τις αντιδράσεις οξείδωσης των αλκοολών.
2. Από ποιους παράγοντες εξαρτάται το είδος των προϊόντων οξείδωσης των αλκοολών;
3. Ποιο προϊόν παράγεται κατά την εμβάπτιση της πυρωμένης χάλκινης σπείρας στην αιθανόλη;
4. Ποιο είναι το αρχικό προϊόν οξείδωσης της αιθανόλης, όταν ως οξειδωτικό αντιδραστήριο χρησιμοποιείται όξινο διάλυμα KMnO_4 ; Πώς ανιχνεύεται η παρουσία του;
5. Πώς διαπιστώνεται το τελικό προϊόν οξείδωσης της αιθανόλης;
6. Μπορείτε να προτείνετε έναν τρόπο για να διακρίνετε τις:
 - α. 1-προπανόλη και 2-προπανόλη;
 - β. 1-πεντανόλη και 2-μεθυλο-2-βουτανόλη;

Εργαστηριακή άσκηση 12

ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΑΛΔΕΥΔΩΝ ΚΑΙ ΚΕΤΟΝΩΝ

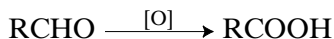


Θεωρία

Οι αλδεϋδες και οι κετόνες έχουν πολλές κοινές χημικές ιδιότητες λόγω της κοινής ομάδας $>C=O$ που περιέχουν, αλλά και ιδιαίτερες ιδιότητες λόγω του ότι η αλδεϋδομάδα είναι δραστικότερη του καρβονυλίου.

Οι **αλδεϋδες** είναι αναγωγικές ουσίες που οξειδώνονται προς οξέα και με ήπια οξειδωτικά μέσα (αντιδραστήριο Tollens, αντιδραστήριο Fehling κτλ.) και με ισχυρά οξειδωτικά μέσα ($KMnO_4$, $K_2Cr_2O_7$ κτλ.).

Το **αντιδραστήριο Tollens** (αμμωνιακό διάλυμα $AgNO_3$) παρασκευάζεται κατά τη διάρκεια του πειράματος, λίγο πριν από τη χρήση του, με ανάμειξη διαλυμάτων $AgNO_3$, $NaOH$ και αμμωνίας (υδατικό διάλυμα NH_3). Τα ιόντα Ag^+ , που υπάρχουν στο αντιδραστήριο Tollens, παρουσία ορισμένων αναγωγικών ουσιών (όπως οι αλδεϋδες) ανάγονται σε μεταλλικό Ag . Αν η χημική αντίδραση γίνει σε καθαρό δοκιμαστικό σωλήνα, τότε σχηματίζεται κατοπτρική επιφάνεια. Η οξείδωση της αλδεϋδης περιγράφεται σχηματικά από τη χημική εξίσωση:



Το **αντιδραστήριο Fehling** (αλκαλικό διάλυμα ιόντων Cu^{2+} παρουσία τρυγικών ιόντων) παρασκευάζεται, λίγο πριν από τη χρήση του, με ανάμειξη ίσων όγκων των διαλυμάτων:

α. $CuSO_4$, που είναι κυανό (**Fehling A**), και

β. μείγματος $NaOH$ και τρυγικού καλιονατρίου ($KOOC-CHOH-CHOH-COONa$), που είναι άχρωμο (**Fehling B**).

Το διάλυμα που προκύπτει από την ανάμειξη ίσων όγκων από τα παραπάνω διαλύματα λέγεται αντιδραστήριο Fehling (φελίγγειο υγρό) και έχει χρώμα βαθύ μπλε, λόγω του σχηματισμού συμπλόκου ιόντος του Cu^{2+} . Με την παρουσία αναγωγικών σωμάτων (όπως οι αλδεϋδες), ο Cu^{2+} ανάγεται σε Cu^+ και αποβάλλεται ως κεραμέρευθο ίζημα Cu_2O .

Το **διάλυμα υπερμαγγανικού καλίου** ($KMnO_4$) σε όξινο περιβάλλον (ισχυρό οξειδωτικό αντιδραστήριο) έχει χρώμα ιώδες και

Στόχοι

Να μπορείς:

- Να περιγράφεις σχηματικά με χημική εξίσωση την οξείδωση αλδεϋδης.
- Να πραγματοποιείς οξείδωση αλδεϋδης με ήπια οξειδωτικά μέσα.
- Να διαπιστώνεις ότι οι κετόνες δεν οξειδώνονται με ήπια οξειδωτικά μέσα.

με την παρουσία αναγωγικών σωμάτων (όπως οι αλδεΐδες), αποχρωματίζεται, επειδή τα ιώδη MnO_4^- ανάγονται σε άχρωμα Mn^{2+} .

Το **διάλυμα διχρωμικού καλίου ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)** σε όξινο περιβάλλον (ισχυρό οξειδωτικό αντιδραστήριο) έχει χρώμα πορτοκαλί και με την παρουσία αλδεϋδών χρωματίζεται πράσινο, επειδή τα πορτοκαλιά $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ανάγονται σε πράσινα Cr^{3+} .

Οι **κετόνες** δεν οξειδώνονται με ήπια οξειδωτικά μέσα. Κάτω όμως από πολύ έντονες συνθήκες οξείδωσης (υψηλές θερμοκρασίες και πυκνό οξειδωτικό διάλυμα) διασπώνται. Η διάσπαση γίνεται με θραύση του δεσμού C-CO και από τις δύο μεριές του καρβονυλίου. Σχηματίζεται μείγμα οξέων και σε ορισμένες περιπτώσεις και CO_2 .



Τι θα χρειαστείτε

Όργανα - υλικά	Χημικές ουσίες
<ul style="list-style-type: none"> • Μικρούς δοκιμαστικούς σωλήνες • Στήριγμα δοκιμαστικών σωλήνων • Λύχνος υγραερίου • Υδρόλουτρο • Ξύλινη λαβίδα 	<ul style="list-style-type: none"> • Αντιδραστήριο Tollens* • Αντιδραστήριο Fehling** • Αιθανάλη • Ακετόνη

*Αντιδραστήριο Tollens

1. Βάλτε σε δοκιμαστικό σωλήνα 2-3 mL από το διάλυμα AgNO_3 0,1M.
2. Προσθέστε 5-6 σταγόνες από το διάλυμα NaOH 2M.
3. Ενώ ανακινείτε το διάλυμα, προσθέστε σταγόνα-σταγόνα διάλυμα αμμωνίας, μέχρι το λευκό (ή καστανό) ίζημα που σχηματίζεται αρχικά να διαλυθεί και το διάλυμα να γίνει διαυγές.

**Αντιδραστήριο Fehling

1. **Fehling A:** Διαλύστε 7 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ σε 100 mL απιονισμένου νερού. (Με προσθήκη 2 σταγόνων πυκνού διαλύματος H_2SO_4 και θέρμανση του μείγματος επιταχύνεται η διάλυση.)
2. **Fehling B:** Διαλύστε 25 g τρυγικού καλιονατρίου και 10 g NaOH σε 100 mL απιονισμένου νερού.

3. Στο εμπόριο υπάρχουν έτοιμα τα διαλύματα Fehling A και Fehling B. Αυτά αναμειγνύονται σε ίσες ποσότητες ακριβώς πριν από τη χρήση του διαλύματος στο εργαστήριο.
4. Όταν είστε έτοιμοι για το πείραμα, βάλτε σε ένα δοκιμαστικό σωλήνα 1 mL από το διάλυμα Fehling A και 1 mL από το διάλυμα Fehling B και ανακινήστε τα καλά.
5. Αν κατά την ανάμειξη των διαλυμάτων παραμείνει ίζημα, προσθέστε λίγο διάλυμα τρυγικού καλιονατρίου και NaOH.



Κανόνες ασφαλείας

1. Κατά την παρασκευή του διαλύματος Tollens:
 - α. Το αντιδραστήριο Tollens δεν πρέπει να θερμαίνεται μόνο του ούτε να παραμένει πολλές ώρες αχρησιμοποίητο, γιατί σχηματίζει στην επιφάνειά του νιτρίδιο του αργύρου (Ag_3N), που είναι σώμα εκρηκτικό. Γι' αυτό το λόγο παρασκευάζεται λίγο πριν από τη χρήση του. Το υπόλοιπο, αφού εξουδετερωθεί με αραιό οξύ, πετιέται.
 - β. Ο AgNO_3 είναι οξειδωτική ουσία, προκαλεί εγκαύματα και μαυρίζει το δέρμα. Πρέπει να χρησιμοποιείται με προσοχή.
 - γ. Το NaOH είναι ουσία διαβρωτική. Ο χειρισμός του είναι απαραίτητο να γίνεται με γάντια και γυαλιά ασφαλείας.
 - δ. Το πυκνό διάλυμα NH_3 , επειδή αναδίδει ατμούς, προσβάλλει τα μάτια, το δέρμα και το αναπνευστικό σύστημα. Απαιτείται προσοχή στη χρήση του.
2. Κατά την παρασκευή του διαλύματος Fehling απαιτείται προσοχή στο χειρισμό του H_2SO_4 . Το πυκνό θειικό οξύ, όταν πέσει στο δέρμα, προκαλεί σοβαρά εγκαύματα. Να χειρίζεστε με μεγάλη προσοχή τα διαλύματά του φορώντας πάντα γάντια και προστατευτικά γυαλιά. Να θυμάστε ότι η αραιώσή του γίνεται με σταδιακή προσθήκη του οξέος στο νερό και ποτέ αντίστροφα. Υπάρχει κίνδυνος, λόγω της ισχυρής εξώθερμης αντίδρασης, να εκτιναχθούν σταγονίδια οξέος και να προκαλέσουν ζημιές.



Πείραμα 1

Οξείδωση αλδεϋδών και κετονών με αντιδραστήριο Tollens

1. Ετοιμάστε το αντιδραστήριο Tollens, όπως περιγράφεται στην παράγραφο «τι θα χρειαστείτε».
2. Βάλτε σε δύο καθαρούς δοκιμαστικούς σωλήνες από 2 mL περίπου από το αντιδραστήριο Tollens.
3. Προσθέστε μερικές σταγόνες αιθανάλης στον πρώτο δοκιμαστικό σωλήνα.
4. Ανακινήστε το δοκιμαστικό σωλήνα και τοποθετήστε τον σε θερμό υδρόλουτρο ή θερμάντε τον ήπια στη φλόγα του λύχνου.
- Τι παρατηρείτε στην επιφάνεια του δοκιμαστικού σωλήνα;

.....

.....

.....

5. Προσθέστε μερικές σταγόνες ακετόνης στο δεύτερο δοκιμαστικό σωλήνα.
6. Ανακινήστε το δοκιμαστικό σωλήνα και τοποθετήστε τον σε θερμό υδρόλουτρο ή θερμάντε τον ήπια στη φλόγα του λύχνου.
- Τι παρατηρείτε στην επιφάνεια του δοκιμαστικού σωλήνα;

.....

.....

.....



Πείραμα 2

Οξείδωση αλδεϋδών και κετονών με αντιδραστήριο Fehling

1. Βάλτε σε δύο καθαρούς δοκιμαστικούς σωλήνες από 1 mL περίπου από το αντιδραστήριο Fehling A και από 1 mL από το αντιδραστήριο Fehling B.

- Περιγράψτε το διάλυμα που περιέχεται στους δοκιμαστικούς σωλήνες.

.....

.....

.....

2. Προσθέστε μερικές σταγόνες αιθανάλης στον πρώτο δοκιμαστικό σωλήνα.
3. Ανακινήστε το δοκιμαστικό σωλήνα και θερμάντε τον ήπια στη φλόγα του λύχνου, κρατώντας τον με την ξύλινη λαβίδα, ή τοποθετήστε τον σε θερμό υδρόλουτρο.

- Τι παρατηρείτε στο κάτω μέρος του δοκιμαστικού σωλήνα;

.....

.....

.....

4. Προσθέστε μερικές σταγόνες ακετόνης στο δεύτερο δοκιμαστικό σωλήνα.
5. Ανακινήστε το δοκιμαστικό σωλήνα και θερμάντε τον ήπια στη φλόγα του λύχνου, κρατώντας τον με την ξύλινη λαβίδα, ή τοποθετήστε τον σε θερμό υδρόλουτρο.

- Τι παρατηρείτε στο κάτω μέρος του δοκιμαστικού σωλήνα;

.....

.....

.....



Ερωτήσεις αξιολόγησης

1. Γιατί σχηματίστηκε κατοπτρική επιφάνεια στο εσωτερικό του δοκιμαστικού σωλήνα όπου αντέδρασαν οι αλδεΐδες με το αντιδραστήριο Tollens;
2. Γιατί καταβυθίστηκε ίζημα στο δοκιμαστικό σωλήνα όπου αντέδρασαν οι αλδεΐδες με το αντιδραστήριο Fehling;

3. Γιατί δεν παρατηρήθηκε καμιά μεταβολή στους δοκιμαστικούς σωλήνες που περιείχαν ακετόνη κατά την αντίδραση με τα αντιδραστήρια Tollens και Fehling;
4. Σε δύο φιάλες αντιδραστηρίων που υπάρχουν στο σχολικό εργαστήριο ξεκόλλησαν οι ετικέτες. Πρόκειται για μια αλδεΐδη και μια κετόνη. Μπορείτε να περιγράψετε έναν τρόπο για να διαπιστωθεί η ταυτότητά τους;
5. Εξηγήστε το γεγονός ότι οι αντιδράσεις οξείδωσης βοηθούν στη διάκριση των αλδεϋδών από τις κετόνες.

Εργαστηριακή άσκηση 13

ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΚΑΡΒΟΞΥΛΙΚΩΝ ΟΞΕΩΝ



Θεωρία

Τα καρβοξυλικά οξέα (RCOOH) οφείλουν τη χαρακτηριστική τους συμπεριφορά στην παρουσία του **καρβοξυλίου** $\left(\begin{array}{c} \text{C}-\text{OH} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} \text{ ή } -\text{COOH} \right)$.

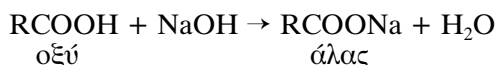
Στόχοι

Να μπορείς:

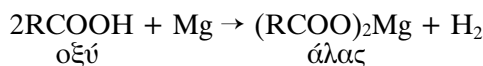
- Να αναφέρεις τι είναι όξινος χαρακτήρας.
- Να διαπιστώνεις πειραματικά τον όξινο χαρακτήρα των καρβοξυλικών οξέων.
- Να προσδιορίζεις πειραματικά την οξύτητα σε οργανικά δείγματα.

Ως οξέα έχουν κοινές ιδιότητες με τα ανόργανα οξέα, εμφανίζουν δηλαδή τις ιδιότητες του **όξινου χαρακτήρα**. Για παράδειγμα:

1. Αλλάζουν το χρώμα των δεικτών.
2. Αντιδρούν με βάσεις και δίνουν άλατα και νερό:

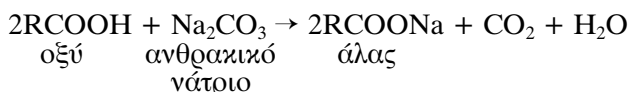


3. Αντιδρούν με μέταλλα ηλεκτροθετικότερα από το υδρογόνο και σχηματίζουν άλατα, απελευθερώνοντας υδρογόνο:

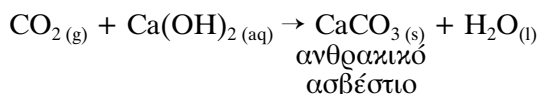


Το H_2 μπορεί να ανιχνευθεί με προσεκτική ανάφλεξη, η οποία συνοδεύεται από κρότο.

4. Αντιδρούν με ανθρακικά άλατα και απελευθερώνουν διοξείδιο του άνθρακα:



Το CO_2 μπορεί να ανιχνευθεί και από το ότι δε συντηρεί την καύση και από το ότι θολώνει το διαυγές ασβεστόνερο σχηματίζοντας ίζημα. Το διαυγές ασβεστόνερο είναι κορεσμένο διάλυμα υδροξειδίου του ασβεστίου $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ και το ίζημα είναι ανθρακικό ασβέστιο (CaCO_3):



Ηλεκτροθετικά: έχουν την τάση να μετατρέπονται σε θετικά ιόντα, αποβάλλοντας ηλεκτρόνια.

Σε πολλά δείγματα ο ποσοτικός προσδιορισμός των ελεύθερων οξέων που υπάρχουν σ' αυτά είναι ένδειξη της ποιότητάς τους. Έτσι μετριέται η οξύτητα στο γάλα, στο ξίδι, στο κρασί και στα λάδια.

Σ' αυτή την εργαστηριακή άσκηση θα μετρηθεί η οξύτητα στο κρασί με τη μέθοδο της ογκομέτρησης. Ως δείκτης χρησιμοποιείται το κυανούν της βρομοθυμόλης. Ο δείκτης αυτός έχει αρχικά κίτρινο χρώμα, κατά την ογκομέτρηση παίρνει ένα ενδιάμεσο πράσινο χρώμα και στο σημείο εξουδετέρωσης γίνεται μόνιμα μπλε.

Στην περίπτωση που το κρασί έχει έντονο κόκκινο χρώμα, αφού ληφθεί ο ακριβής όγκος του, που θα ογκομετρηθεί, αραιώνεται με απιονισμένο νερό, μέχρι το χρώμα του να γίνει ανοιχτό ροζ, για να φανεί η αλλαγή του χρώματος στο δείκτη.

Η οξύτητα του κρασιού εκφράζεται σε g τρυγικού οξέος ανά L κρασιού.

Παράδειγμα υπολογισμών

Έστω ότι μετρήθηκαν 10 mL κρασιού και καταναλώθηκαν α mL NaOH 0,1 M.

$$\text{Αριθμός mol NaOH} = 0,1\alpha 10^{-3} = \alpha 10^{-4}.$$

Το τρυγικό οξύ έχει δύο καρβοξύλια. Άρα για 1 mol τρυγικού οξέος απαιτούνται 2 mol NaOH. Επομένως:

- αριθμός mol τρυγικού οξέος = $\frac{\alpha}{2} 10^{-4}$,
- Σ.Μ.Μ. τρυγικού οξέος = 150,
- άρα μάζα τρυγικού οξέος (g) = $150 \frac{\alpha}{2} 10^{-4} = 0,0075\alpha$.

Οι υπολογισμοί έγιναν για 10 mL αρχικού δείγματος κρασιού. Άρα στα 1.000 mL:

$$\text{μάζα τρυγικού οξέος (g)} = 0,0075\alpha \frac{1.000}{10} = 0,75\alpha / 1.000 \text{ mL κρασιού.}$$

Επομένως η οξύτητα (Α) του κρασιού είναι: $A = 0,75\alpha$.

Η κατώτερη επιτρεπόμενη τιμή οξύτητας στο κρασί είναι 4,5%. Για τον προσδιορισμό της οξύτητας στο ξίδι βλέπε εργαστηριακή άσκηση 14 και στο λάδι βλέπε εργαστηριακή άσκηση 17.



Τι θα χρειαστείτε

Όργανα - υλικά	Χημικές ουσίες
<ul style="list-style-type: none"> • Ορθοστάτη - στήριγμα προχοΐδας • Προχοΐδα 50 mL • Σιφώνια • Κωνικές φιάλες των 100 mL και 250 mL • Χωνί διήθησης • Ελαστικά πώματα • Απαγωγό σωλήνα με δυο κάμψεις σε σχήμα Π • Ποτήρια ζέσης των 100 mL • Σπάτουλα 	<ul style="list-style-type: none"> • Οξικό οξύ glacial • Οξικό οξύ αραιωμένο 1:100 • Διάλυμα δείκτη φαινολφθαλεΐνης • Διάλυμα NaOH 0,1 M • Στερεό Na_2CO_3 • Σκόνη μαγνησίου (Mg) • Σκόνη ψευδαργύρου (Zn) • Στερεό CaCO_3 • Διαυγές κορεσμένο διάλυμα Ca(OH)_2 • Κρασί λευκό • Διάλυμα δείκτη κυανού της βρομοθυμόλης



Κανόνες ασφαλείας

Το οξικό οξύ glacial είναι ερεθιστικό για τα μάτια και το αναπνευστικό σύστημα. Ο χειρισμός του πρέπει να γίνεται με γάντια και γυαλιά ασφαλείας.



Πείραμα 1

Προσδιορισμός της συγκέντρωσης διαλύματος οξικού οξέος

1. Στηρίξτε την προχοΐδα με τη λαβίδα στον ορθοστάτη. Με τη βοήθεια του χωνιού διήθησης γεμίστε την προχοΐδα με το διάλυμα του NaOH.
2. Ανοίξτε τη στρόφιγγα και αφήστε το διάλυμα να τρέξει, μέχρι να γεμίσει η άκρη της προχοΐδας που είναι κάτω από τη στρόφιγγα.

3. Σημειώστε την ένδειξη της στάθμης του NaOH στην προχοΐδα.

Αρχική ένδειξη:

4. Σε κωνική φιάλη τοποθετήστε ακριβώς 10 mL αραιού οξικού οξέος.

5. Προσθέστε σταγόνες διαλύματος φαινολοφθαλείνης.

● Τι χρώμα έχει το διάλυμα;

.....

6. Προσθέστε κατά σταγόνες το διάλυμα του NaOH από την προχοΐδα στην κωνική φιάλη, ανακινώντας τη φιάλη συνεχώς.

7. Μόλις το διάλυμα στη φιάλη αλλάξει μόνιμα χρώμα (ακόμη και με την προσθήκη μίας και μόνο σταγόνας), σταματήστε την προσθήκη σταγόνων.

Τι χρώμα απέκτησε το διάλυμα;

.....

8. Σημειώστε τη νέα ένδειξη της στάθμης στην προχοΐδα.

Τελική ένδειξη:

9. Υπολογίστε τον όγκο του διαλύματος NaOH που καταναλώθηκε.

$V_1(\text{mL}) = \dots\dots\dots$

10. Επαναλάβετε την ογκομέτρηση (στάδια 3-9) άλλες δύο φορές.

α. Αρχική ένδειξη 2 =

Τελική ένδειξη 2 =

$V_2(\text{mL}) = \dots\dots\dots$

β. Αρχική ένδειξη 3 =

Τελική ένδειξη 3 =

$V_3(\text{mL}) = \dots\dots\dots$

11. Υπολογίστε το μέσο όρο των τριών μετρήσεων.

$V(\text{mL}) = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{3} = \dots\dots\dots$

12. Υπολογίστε (σε mol/L) τη συγκέντρωση του διαλύματος του οξικού οξέος.

$$M_{\beta} V_{\beta} = M_o V_o$$

.....



Πείραμα 2

Επίδραση οξικού οξέος σε μέταλλα

1. Σε καθέναν από δύο δοκιμαστικούς σωλήνες ρίξτε 5 mL οξικού οξέος.
2. Προσθέστε στον ένα σωλήνα σκόνη Mg και στον άλλο σκόνη Zn σε μικρή ποσότητα (στην άκρη της σπάτουλας).
3. Σημειώστε τις παρατηρήσεις σας.

Σωλήνας 1:

Σωλήνας 2:

Παρατηρείτε κάτι διαφορετικό στους δύο σωλήνες;

- Εξηγήστε:
-
-



Πείραμα 3

Επίδραση οξικού οξέος σε ανθρακικά άλατα

1. Σε κωνική φιάλη των 250 mL τοποθετήστε ένα-δύο κουταλάκια σκόνη Na_2CO_3 .
2. Σε ποτήρι ζέσης τοποθετήστε 50 mL περίπου από το διαυγές κορεσμένο διάλυμα CaCO_3 .

3. Προσθέστε στην κωνική φιάλη 15-20 mL από το αραιωμένο διάλυμα οξικού οξέος.
 4. Πωματίστε αμέσως την κωνική φιάλη με πώμα από το οποίο διέρχεται το ένα άκρο γυάλινου σωλήνα σε σχήμα Π, ενώ το άλλο άκρο καταλήγει στο ποτήρι που περιέχει το διάλυμα του CaCO_3 .
 5. Σημειώστε τι παρατηρείτε στην κωνική φιάλη και τι στο ποτήρι ζέσης.
 - α. Κωνική φιάλη:
 - β. Ποτήρι ζέσης:
- Δώστε μια εξήγηση των παρατηρήσεών σας.

.....

.....

.....

.....

.....



Πείραμα 4

Προσδιορισμός οξύτητας σε κρασί

1. Στηρίζτε την προχοΐδα με τη λαβίδα στον ορθοστάτη. Με τη βοήθεια του χωνιού διήθησης γεμίστε την προχοΐδα με το διάλυμα του NaOH .
2. Ανοίξτε τη στρόφιγγα και αφήστε το διάλυμα να τρέξει, μέχρι να γεμίσει η άκρη της προχοΐδας που είναι κάτω από τη στρόφιγγα.
3. Σημειώστε την ένδειξη της στάθμης του NaOH στην προχοΐδα.

Αρχική ένδειξη:
4. Σε κωνική φιάλη τοποθετήστε ακριβώς 10 mL κρασιού.
5. Προσθέστε σταγόνες διαλύματος κυανού της βρομοθυμόλης.

- Τι χρώμα έχει το διάλυμα;

.....

6. Προσθέστε κατά σταγόνες το διάλυμα του NaOH από την προχοΐδα στην κωνική φιάλη, ανακινώντας τη φιάλη συνεχώς.

7. Σημειώστε την πρώτη αλλαγή χρώματος.

Ενδιάμεση ένδειξη:

8. Μόλις το διάλυμα στη φιάλη αλλάξει για δεύτερη φορά μόνιμο χρώμα (ακόμη και με την προσθήκη μίας και μόνο σταγόνας), σταματήστε την προσθήκη σταγόνων.

9. Τι χρώμα απέκτησε τελικά το διάλυμα;

.....

10. Σημειώστε τη νέα ένδειξη της στάθμης στην προχοΐδα.

Τελική ένδειξη:

11. Υπολογίστε τον όγκο του διαλύματος NaOH που καταναλώθηκε τελικά.

$V_1(\text{mL}) = \dots\dots\dots$

12. Επαναλάβετε την ογκομέτρηση (στάδια 3-10) άλλες δύο φορές.

α. Αρχική ένδειξη 2 =

Τελική ένδειξη 2 =

$V_2(\text{mL}) = \dots\dots\dots$

β. Αρχική ένδειξη 3 =

Τελική ένδειξη 3 =

$V_3(\text{mL}) = \dots\dots\dots$

13. Υπολογίστε το μέσο όρο των τριών μετρήσεων.

$V(\text{mL}) = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{3} = \dots\dots\dots$

14. Υπολογίστε την οξύτητα (σε g τρυγικού οξέος ανά L).

.....



Ερωτήσεις αξιολόγησης

1. Γράψτε τις αντιδράσεις που πραγματοποιήθηκαν στα πειράματα 1, 2 και 3.
2. Τι θα παρατηρήσετε, εάν προσθέσετε σε οξικό οξύ σκόνη σιδήρου (Fe), και τι, εάν προσθέσετε κομματάκια χαλκού (Cu);
3. Εξηγήστε γιατί στο πείραμα 3 χρειάζεται να πωματίσετε αμέσως την κωνική φιάλη.
4. Πώς εξηγείται ότι το ξίδι μπορεί να καθαρίσει το πουρί σε σκεύη κουζίνας;
5. Τι εξυπηρετεί η αραίωση ενός κόκκινου κρασιού πριν από την ογκομέτρησή του;
6. Η σόδα φαγητού είναι όξινο ανθρακικό νάτριο (NaHCO_3). Όταν πέσει σε σόδα φαγητού ξίδι, παρατηρείται αφρισμός. Εξηγήστε το φαινόμενο.

Εργαστηριακή άσκηση 14

ΟΞΙΚΟ ΟΞΥ



Θεωρία

Βιομηχανικά το οξικό οξύ παράγεται με οξική ζύμωση της αιθανόλης αλκοολούχων ποτών με τη βοήθεια του ενζύμου αλκοολοξειδάση.

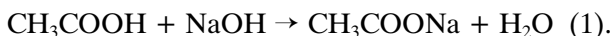
Εργαστηριακά το οξικό οξύ μπορεί να παρασκευαστεί με οξείδωση της αιθανόλης ή της αιθανάλης.

Παλαιότερα λαμβανόταν μεγάλη ποσότητα οξικού οξέος από τα προϊόντα της ξηρής απόσταξης των ξύλων. Τα ξύλα θερμαίνονταν σε σιδερένια δοχεία, απουσία αέρα και σε θερμοκρασία μεγαλύτερη των 250 °C, οπότε λαμβάνονταν:

- α. αέρια (CH_4 , C_2H_4 , H_2 , CO , CO_2 κ.ά.),
- β. ξυλόπισσα,
- γ. ξύλοξος (υδατικό διάλυμα που περιέχει HCHO 1,5-3%, CH_3COOH 10%, ακετόνη 0,5 %, CH_3CHO , αζωτούχες ενώσεις κτλ.) και
- δ. ξυλάνθρακας, που είναι το υπόλειμμα της απόσταξης.

Το ξίδι είναι υδατικό διάλυμα οξικού οξέος. Ο υπολογισμός της περιεκτικότητας του οξικού οξέος στο ξίδι γίνεται με τη μέθοδο της εξουδετέρωσης.

Πρακτικά μετρείται ο όγκος του διαλύματος βάσης (π.χ. NaOH) μιας γνωστής συγκέντρωσης, που εξουδετερώνει πλήρως ορισμένο όγκο ξιδιού του εμπορίου σύμφωνα με την αντίδραση:



Το τελικό σημείο της εξουδετέρωσης, επειδή χαρακτηρίζεται από μία καθορισμένη τιμή pH, γίνεται εύκολα αντιληπτό με τη χρήση κατάλληλου δείκτη (αλλαγή χρώματος διαλύματος).

Γνωρίζοντας τον όγκο του διαλύματος NaOH που καταναλώθηκε, καθώς και τη συγκέντρωσή του στο διάλυμα, υπολογίζονται τα mol του NaOH που απαιτούνται για την εξουδετέρωση του CH_3COOH το οποίο περιέχεται στο δείγμα ξιδιού του εμπορίου.

Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης (1) προκύπτει ότι εξουδετερώθηκε ίδιος αριθμός mol CH_3COOH . Η περιεκτικότητα του

Στόχοι

Να μπορείς:

- Να περιγράφεις τη μέθοδο παρασκευής οξικού οξέος με ροκανίδια.
- Να διαπιστώνεις την αποχρωστική δράση του ενεργού άνθρακα.
- Να προσδιορίζεις την περιεκτικότητα του οξικού οξέος με τη μέθοδο της ογκομέτρησης.

CH₃COOH στο ξίδι υπολογίζεται στη συνέχεια, αφού είναι γνωστός ο όγκος του διαλύματος ξιδιού στο οποίο περιέχεται.

Παράδειγμα υπολογισμού περιεκτικότητας CH₃COOH στο ξίδι

Έστω ότι καταναλώθηκαν α mL από το διάλυμα NaOH 0,1M.

Άρα καταναλώθηκαν $\frac{0,1\alpha}{1.000}$ mol NaOH.

Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης (1) προκύπτει ότι εξουδετερώθηκαν $\frac{0,1\alpha}{1.000}$ mol CH₃COOH, δηλαδή $\frac{0,6\alpha}{100}$ g CH₃COOH (Σ.Μ.Μ. CH₃COOH = 60).

Αυτά περιέχονται σε β mL ξιδιού. Συνεπώς η περιεκτικότητα του ξιδιού σε CH₃COOH είναι:

$\frac{0,6\alpha}{\beta}$ g CH₃COOH στα 100 mL ξιδιού του εμπορίου.

Άρα το ξίδι του εμπορίου έχει περιεκτικότητα:

$\frac{0,6\alpha}{\beta}$ % w/v σε CH₃COOH.

Αν το ξίδι, προτού ογκομετρηθεί, έχει έντονο χρώμα, είναι προτιμότερο να αποχρωματιστεί ή να αραιωθεί.

Για να αποχρωματίσουμε το ξίδι του εμπορίου (και γενικότερα ένα έγχρωμο διάλυμα), μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ενεργό άνθρακα.

Ο ενεργός άνθρακας είναι άνθρακας σε πολύ λεπτό διαμερισμό που έχει υποστεί ειδική κατεργασία. Παρασκευάζεται με θέρμανση ξύλου σε ειδικούς καυστήρες, σε θερμοκρασία 930 °C και απουσία αέρα.

Ο ενεργός άνθρακας έχει την ιδιότητα, όταν προστεθεί σε χρωματιστό διάλυμα, να προσροφά τα μόρια των ουσιών που ευθύνονται για το χρώμα του διαλύματος, γεγονός που οφείλεται στην πορώδη δομή του.



Τι θα χρειαστείτε

Όργανα - υλικά	Χημικές ουσίες
<ul style="list-style-type: none"> • Ορθοστάτη - λαβίδα • Μεγάλους δοκιμαστικούς σωλήνες pyrex • Ελαστικό πώμα με γυάλινο ακροφύσιο λυγισμένο • Λύχνο υγραερίου, τρίποδο, πλέγμα από κεραμικό • Ροκανίδια ή πριονίδια ή μικρά ξύσματα ξύλου • Βαμβάκι • Πεχαμετρικό χαρτί • Ποτήρι ζέσης των 100 mL • Ράβδο ανάδευσης • Χωνί διήθησης • Πλαστικό κουταλάκι • Προχοΐδα • Σιφώνιο των 100 mL • Κωνική φιάλη των 100 mL 	<ul style="list-style-type: none"> • Ενεργό άνθρακα • Ξίδι εμπορίου • Διάλυμα NaOH 0,1M • Φαινολοφθαλεΐνη



Κανόνες ασφαλείας

Το NaOH είναι διαβρωτική και επικίνδυνη ουσία. Πρέπει να χειρίζεστε ακόμα και τα αραιά διαλύματά του φορώντας γάντια.



Πείραμα 1

Παρασκευή οξικού οξέος

1. Τοποθετήστε ροκανίδια σε μεγάλο δοκιμαστικό σωλήνα pyrex, μέχρι το 1/3 του ύψους του και βάλτε λίγο βαμβάκι στα 3 cm περίπου κάτω από το στόμιο του δοκιμαστικού σωλήνα (για να συγκρατήσει την ξυλόπισσα).

2. Κλείστε το δοκιμαστικό σωλήνα με λαστιχένιο πώμα, από το οποίο διέρχεται γυάλινο ακροφύσιο, και στερεώστε τον στη λαβίδα του ορθοστάτη.
3. Θερμάνετε το δοκιμαστικό σωλήνα με τη φλόγα του λύχνου αρχικά ήπια και μετά έντονα.
4. Παρακολουθήστε τη διεργασία της ξηρής απόσταξης του ξύλου μέσα στο δοκιμαστικό σωλήνα.

● Τι παρατηρείτε στο γυάλινο ακροφύσιο;

.....

.....

.....

● Τι διαπιστώνετε ότι συμβαίνει στο βαμβάκι;

.....

.....

.....

5. Σβήστε το λύχνο και αφαιρέστε το ειδικό πώμα και το βαμβάκι από το δοκιμαστικό σωλήνα.

6. Πλησιάστε στο στόμιο του δοκιμαστικού σωλήνα το πεχαμετρικό χαρτί.

● Τι παρατηρείτε ότι συμβαίνει στο πεχαμετρικό χαρτί;

.....

.....

.....

● Τι απέμεινε στο δοκιμαστικό σωλήνα;

.....

.....

.....



Πείραμα 2

Αποχρωματισμός έγχρωμου ξιδιού του εμπορίου

1. Τοποθετήστε σε ποτήρι ζέσης 50 mL περίπου έγχρωμου ξιδιού του εμπορίου.
2. Προσθέστε ένα κουταλάκι ενεργό άνθρακα στο ξίδι.
3. Αναδεύστε για λίγο με μια γυάλινη ράβδο.

● Τι παρατηρείτε στο διάλυμα;

.....

.....

.....

● Αν θερμάνετε το μείγμα ξίδι - ενεργός άνθρακας, παρατηρείτε κάποια αλλαγή;

.....

.....

.....

4. Διηθήστε το διάλυμα με προσοχή.

● Περιγράψτε την εμφάνιση του διηθήματος.

.....

.....

.....



Πείραμα 3

Ογκομέτρηση ξιδιού

1. Γεμίστε την προχοΐδα με το διάλυμα NaOH 0,1M. Ανοίξτε τη στρόφιγγα να τρέξει λίγο διάλυμα NaOH και κλείστε την, όταν η στάθμη του διαλύματος βρίσκεται ακριβώς επάνω σε μια χαραγή της προχοΐδας.

2. Σημειώστε την ένδειξη.

Αρχική ένδειξη:

3. Με το σιφώνιο βάλτε στην κωνική φιάλη 25 mL ξιδιού και προσθέστε 2-3 σταγόνες φαινολοφθαλεΐνης.

● Τι χρώμα έχει το διάλυμα στην κωνική φιάλη;

.....
.....

4. Τοποθετήστε την κωνική φιάλη κάτω από την προχοΐδα.

5. Με το ένα χέρι κρατήστε τη στρόφιγγα της προχοΐδας και με το άλλο την κωνική φιάλη, την οποία θα ανακινείτε συνεχώς με μικρές κυκλικές κινήσεις.

6. Ρυθμίστε τη στρόφιγγα κατά τέτοιο τρόπο, ώστε το διάλυμα NaOH να πέφτει κατά σταγόνες μέσα στην κωνική φιάλη.

● Τι συμβαίνει στο χρώμα του διαλύματος;

.....
.....
.....

7. Όταν η αλλαγή στο χρώμα του διαλύματος ολοκληρωθεί, σημειώστε την ένδειξη στην προχοΐδα.

Τελική ένδειξη:

8. Υπολογίστε τον όγκο του διαλύματος NaOH που καταναλώθηκε.

$V_1(\text{mL}) = \dots\dots\dots$

9. Επαναλάβετε την ογκομέτρηση (στάδια 3-8) άλλες δύο φορές.

α. Αρχική ένδειξη 2 =

Τελική ένδειξη 2 =

$V_2(\text{mL}) = \dots\dots\dots$

β. Αρχική ένδειξη 3 =

Τελική ένδειξη 3 =

$V_3(\text{mL}) = \dots\dots\dots$

10. Υπολογίστε το μέσο όρο των τριών μετρήσεων.

$$V(\text{mL}) = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{3} = \dots\dots\dots$$

11. Υπολογίστε την περιεκτικότητα του ξιδιού σε CH_3COOH .

.....



Ερωτήσεις αξιολόγησης

1. Αναφέρετε ποια είναι τα προϊόντα της ξηρής απόσταξης του ξύλου.
2. Πώς διαπιστώνετε την παρουσία του οξικού οξέος στα αέρια προϊόντα της ξηρής απόσταξης του ξύλου;
3. Γνωρίζετε άλλους τρόπους παρασκευής οξικού οξέος σήμερα;
4. Γιατί είναι προτιμότερο να αποχρωματίσετε το ξίδι του εμπορίου, προτού το ογκομετρήσετε;
5. Γράψτε την αντίδραση εξουδετέρωσης του οξικού οξέος από το NaOH .
6. Για ποιο λόγο έπρεπε να επαναλάβετε την ογκομέτρηση του ξιδιού 3 φορές;
7. Η ετικέτα μιας φιάλης ξιδιού γράφει 10% w/v σε CH_3COOH . Όταν ογκομετρήθηκαν 50 mL ξιδιού, καταναλώθηκαν 30 mL διαλύματος NaOH 2 M. Ελέγξτε αν η ετικέτα γράφει τα σωστά στοιχεία.

Εργαστηριακή άσκηση 15

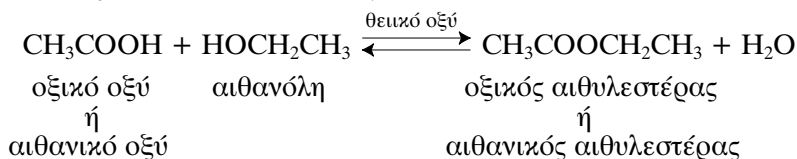
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΑΙΘΑΝΙΚΟΥ ΑΙΘΥΛΕΣΤΕΡΑ



Θεωρία

Η αντίδραση οξέος και αλκοόλης ονομάζεται εστεροποίηση. Τα προϊόντα της είναι εστέρας και νερό.

Η αντίδραση με την οποία παρασκευάζεται ο οξικός ή αιθανικός αιθυλεστέρας είναι:



Στόχοι

Να μπορείς:

- Να περιγράφεις τη μέθοδο παρασκευής και παραλαβής του αιθανικού αιθυλεστέρα.
- Να παρασκευάζεις πειραματικά αιθανικό αιθυλεστέρα.
- Να συναρμολογείς τη συσκευή κλασματικής απόσταξης.

Η πειραματική μελέτη της εστεροποίησης οδηγεί στα παρακάτω συμπεράσματα:

1. Η εστεροποίηση είναι αντίδραση αργή.
2. Το θειικό οξύ δρα ως καταλύτης που αυξάνει την ταχύτητα της εστεροποίησης.
3. Η εστεροποίηση είναι αντίδραση αμφίδρομη. Σε κάποια χρονική στιγμή θα αποκατασταθεί χημική ισορροπία.

Στη χημική ισορροπία, παρ' όλο που φαινομενικά η αντίδραση «σταματά», στην πραγματικότητα γίνονται και οι δύο αντιδράσεις με την ίδια ταχύτητα. Με άλλα λόγια, σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, όσα αντιδρώντα μετατρέπονται σε προϊόντα τόσα προϊόντα μετατρέπονται σε αντιδρώντα.

Στην άσκηση αυτή θα παρασκευαστεί ο αιθανικός αιθυλεστέρας από αιθανικό οξύ και αιθανόλη, παρουσία H_2SO_4 . Η ποσότητα της αιθανόλης είναι μεγαλύτερη από εκείνη που προβλέπεται με βάση τη στοιχειομετρία της αντίδρασης.

Όταν η αντίδραση «σταματήσει», στη φιάλη αντίδρασης υπάρχουν ποσότητες οξέος και αλκοόλης που δεν αντέδρασαν, ο εστέρας που παρήχθη και ο αιθέρας που σχηματίστηκε από αφυδάτωση της αλκοόλης.

Η αιθανόλη που δεν αντέδρασε και ο εστέρας που παρήχθη απομακρύνονται συγχρόνως από τη φιάλη αντίδρασης με απόσταξη (σ.β. αιθανόλης 78°C , σ.β. αιθανικού αιθυλεστέρα 77°C).

Στη συνέχεια για την παραλαβή καθαρού εστέρα:

- εξουδετερώνεται η ποσότητα του οξέος που τυχόν υπάρχει στο απόσταγμα με υδατικό διάλυμα Na_2CO_3 30%,
- απομακρύνεται η περίσσεια της αλκοόλης με υδατικό διάλυμα CaCl_2 και
- ξηραίνεται και αποστάζεται ο εστέρας.

Ο αιθέρας έχει σ.β. $35\text{ }^\circ\text{C}$. Γι' αυτό το λόγο το κλάσμα που αποστάζει σ' αυτή τη θερμοκρασία συλλέγεται χωριστά και απορρίπτεται. Ο εστέρας είναι το κλάσμα με σ.β. $75\text{-}79\text{ }^\circ\text{C}$.



Τι θα χρειαστείτε

Όργανα - υλικά	Χημικές ουσίες
<ul style="list-style-type: none"> • Σφαιρικές φιάλες των 100 mL • Ψυκτήρα • Πηγή θέρμανσης • Επίθεμα Claisen (με πλευρικό σωλήνα) • Πέτρες βρασμού • Διαχωριστικό χωνί • Πεχαμετρικό χαρτί • Κωνικές φιάλες των 100 mL 	<ul style="list-style-type: none"> • Αιθανικό οξύ (οξικό οξύ) • Αιθανόλη • Πυκνό H_2SO_4 • Διάλυμα Na_2CO_3 30% • Στερεό άνυδρο CaCl_2 • Διάλυμα CaCl_2 (5g CaCl_2 σε 5 mL H_2O)



Κανόνες ασφαλείας

1. Το πυκνό θειικό οξύ, όταν πέσει στο δέρμα, προκαλεί σοβαρά εγκαύματα. Να χειρίζεστε με μεγάλη προσοχή τα διαλύματά του φορώντας πάντα γάντια και προστατευτικά γυαλιά. Να θυμάστε ότι η αραιώσή του γίνεται με σταδιακή προσθήκη του οξέος στο νερό και ποτέ αντίστροφα. Υπάρχει κίνδυνος, λόγω της ισχυρής εξώθερμης αντίδρασης, να εκτιναχθούν σταγονίδια οξέος και να προκαλέσουν ζημιές.
2. Ως πηγή θέρμανσης συνιστάται η χρήση **θερμομανδύα**. Εάν χρησιμοποιηθεί λύχνος υγραερίου, υποχρεωτικά θα χρησιμοποιηθεί

λουτρό (ελαιόλουτρο ή υδρόλουτρο), διότι οι ουσίες που χρησιμοποιούνται είναι **εύφλεκτες**. Επιπλέον η όλη συσκευή πρέπει να είναι **στεγανά** συναρμολογημένη, ώστε να μη διαφύγουν εύφλεκτοι ατμοί. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει ο υποδοχέας να είναι μακριά από τη φλόγα ή να είναι στεγανά προσαρμοσμένος. Στην τελευταία περίπτωση θα πρέπει να έχει **πλάγιο σωλήνα**, ώστε να υπάρχει διέξοδος των ατμών στο όλο σύστημα.



Πείραμα

1. Σε σφαιρική φιάλη των 100 mL τοποθετήστε 10 mL αιθανόλης.
2. Προσθέστε **με προσοχή** 5 mL H_2SO_4 .
3. Προσθέστε 5 mL αιθανικού οξέος και μικρές πέτρες βρασμού.
4. Προσαρμόστε τον ψυκτήρα κάθετα και συνδέστε τον σωστά με τη βρύση και την αποχέτευση.
5. Θερμάνετε τη φιάλη επί 30 min.
6. Αφού ψυχθεί η φιάλη, τοποθετήστε τον ψυκτήρα σε πλάγια θέση και συνεχίστε την απόσταξη, μέχρις ότου ελαττωθεί ο ρυθμός της.
7. Μεταφέρετε το απόσταγμα σε διαχωριστικό χωνί.
8. Προσθέστε 5 mL από το διάλυμα Na_2CO_3 30%.

Προσοχή!

Το H_2SO_4 είναι έντονα διαβρωτικό.

Προσοχή!

Η αιθανόλη είναι εύφλεκτη ουσία.

- Τι παρατηρείτε;

.....

- Εξηγήστε την παρατήρησή σας.

.....

.....

.....

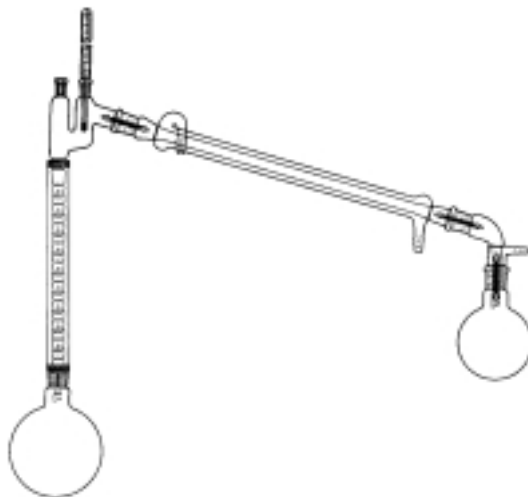
9. Πωματίστε το χωνί και ανακινήστε το κρατώντας τη στρόφιγγα προς τα επάνω. Φροντίστε να ανοίγετε τη στρόφιγγα κατά διαστήματα, για να εκτονώνεται η πίεση.
10. Με πεχαμετρικό χαρτί ελέγξτε εάν απομακρύνθηκε η περίσσεια του οξέος από την οργανική στιβάδα.

11. Αποχύστε την υδατική στιβάδα (πυκνότητα νερού > πυκνότητα οργανικής στιβάδας).

• Ποια από τις δύο είναι η υδατική στιβάδα;

.....

12. Προσθέστε στην οργανική στιβάδα διάλυμα CaCl_2 και ανακινήστε.
 13. Αποχύστε τη νέα υδατική στιβάδα που σχηματίστηκε.
 14. Μεταφέρετε την οργανική στιβάδα σε κωνική φιάλη και προσθέστε στερεό άνυδρο CaCl_2 .
 15. Πωματίστε τη φιάλη και αφήστε τη, μέχρι να απομακρυνθεί το νερό. Αυτό θα συμβεί όταν το περιεχόμενο της φιάλης γίνει διαυγές.
 16. Μεταφέρετε το περιεχόμενο της κωνικής φιάλης σε στεγνή σφαιρική φιάλη.
 17. Συναρμολογήστε τη συσκευή κλασματικής απόσταξης όπως στο σχήμα:



18. Θέστε σε λειτουργία τη συσκευή.
 19. Αποχύστε το κλάσμα με σ.β. 34-39 °C.
 20. Συλλέξτε σε άλλο υποδοχέα το κλάσμα με σ.β. 75-77 °C.
 21. Μυρίστε με προσοχή το κλάσμα που συλλέξατε.

• Τι σας θυμίζει η μυρωδιά;

.....

Προσοχή!

Οι ουσίες που χρησιμοποιούνται είναι εύφλεκες. Η θέρμανσή τους να γίνει σε υδρόλουτρο ή σε ηλεκτρικό μανδύα.



Ερωτήσεις αξιολόγησης

1. Γράψτε την αντίδραση παρασκευής του αιθανικού αιθυλεστέρα.
2. Ποια χαρακτηριστικά έχει η αντίδραση αυτή;
3. Ποιο είναι το περιεχόμενο του πρώτου αποστάγματος;
4. Γιατί στη δεύτερη απόσταξη απορρίπτεται το κλάσμα που αποστάζει στους 34-39 °C;
5. Πώς δικαιολογείται η ύπαρξη αυτού του κλάσματος;
6. Γιατί συλλέγεται το κλάσμα με σ.β. 75-77 °C;
7. Εάν θέλουμε να παρασκευάσουμε βενζοϊκό μεθυλεστέρα, ποιες πρώτες ύλες θα χρησιμοποιήσουμε; Γράψτε την αντίδραση που θα συμβεί.

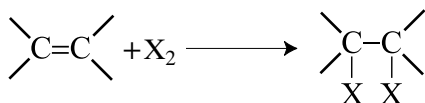
Εργαστηριακή άσκηση 16

ΕΛΑΙΑ



Θεωρία

Χαρακτηριστική αντίδραση του διπλού δεσμού είναι η προσθήκη αλογόνων:



Στόχος

Να μπορείς να ανιχνεύεις το διπλό δεσμό σε έλαια με διάλυμα βρομίου ή με αντιδραστήριο Lugol.

Το χλώριο και το βρόμιο προστίθενται πολύ εύκολα, ενώ το ιώδιο πολύ αργά. Η προσθήκη βρομίου και ιωδίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως αντίδραση ανίχνευσης του διπλού δεσμού, λόγω της αλλαγής χρώματος που παρατηρείται.

Συνήθως χρησιμοποιείται αραιό υδατικό διάλυμα βρομίου (βρομιούχο νερό) με καστανέρυθρο χρώμα ή διάλυμα Lugol (διάλυμα I_2/KI) με σκούρο ιώδες χρώμα. Από τον αποχρωματισμό του διαλύματος διαπιστώνεται η ύπαρξη του διπλού δεσμού.

Από τα οξέα που συμμετέχουν στο σχηματισμό των ελαίων ορισμένα είναι ακόρεστα, όπως αυτά που φαίνονται στον πίνακα 16.1:

Πίνακας 16.1

Ακόρεστα οξέα που συμμετέχουν στο σχηματισμό λιπών και ελαίων

Όνομα	σ.τ. (°C)	Αριθμός διπλών δεσμών	Σ.Τ.
ελαϊκό	16	ένας	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
λινελαϊκό	-5	δύο	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
λινολενικό	-11	τρεις	$\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$
αραχιδονικό	-50	τέσσερις	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_4\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$

Τα ακόρεστα οξέα δίνουν τις αντιδράσεις του διπλού δεσμού. Μάλιστα η προσθήκη ιωδίου χρησιμοποιείται και για τον έλεγχο της νοθείας στις λιπαρές ύλες. Συγκεκριμένα, ο αριθμός ιωδίου δίνει τα g του ιωδίου που είναι δυνατόν να δεσμευθούν (κάτω από αυστηρά καθορισμένες συνθήκες) από 100 g λιπαρής ύλης και είναι μέτρο της ακορεστότητας της λιπαρής ύλης.

Πίνακας 16.2

Αριθμός ιωδίου ορισμένων λιπαρών υλών

Όνομα	Αριθμός ιωδίου
ελαιόλαδο	80 - 88
καλαμποκέλαιο	110 - 130
βαμβακέλαιο	102 - 111
σογιέλαιο	120 - 135
ηλιέλαιο	125 - 134

Πίνακας 16.3

Αγορανομικά επιτρεπτά όρια αριθμού ιωδίου για διάφορες λιπαρές ύλες

Όνομα	Επιτρεπτά όρια
ελαιόλαδο	79 - 90
σησαμέλαιο	103 - 115
βαμβακέλαιο	102 - 113
σογιέλαιο	120 - 135
ηλιέλαιο	120 - 134

Το ελαιόλαδο περιέχει σε ποσοστό 85% ελαϊκό οξύ και σε ποσοστό 5% λινολεϊκό οξύ, σε αντίθεση με τα άλλα σπορέλαια τα οποία περιέχουν σε μικρότερο ποσοστό ελαϊκό και σε μεγαλύτερο ποσοστό πολυακόρεστα οξέα.

Είναι επομένως προφανές (και επιβεβαιώνεται και από τους πίνακες) ότι νοθεία, για παράδειγμα, του ελαιολάδου με οποιοδήποτε από τα σπορέλαια του πίνακα 16.2 θα προκαλέσει αύξηση του αριθμού ιωδίου στο νοθευμένο ελαιόλαδο.

Η τελική κρίση για την ύπαρξη ή όχι νοθείας σε λιπαρή ύλη γίνεται σε συνδυασμό και με αποτελέσματα άλλων εργαστηριακών εξετάσεων.



Τι θα χρειαστείτε

Όργανα - υλικά	Χημικές ουσίες
<ul style="list-style-type: none"> • Δοκιμαστικούς σωλήνες • Σταγονομετρικά φιαλίδια σκουρόχρωμα • Σιφώνιο • Λύχνo υγραερίου • Λαβίδα δοκιμαστικών σωλήνων • Ογκομετρικό κύλινδρο των 10mL • Ελαστικά πώματα για δοκιμαστικούς σωλήνες 	<ul style="list-style-type: none"> • Ελαιόλαδο • Σπορέλαια: βαμβακέλαιο, σογιέλαιο, καλαμποκέλαιο, ηλιέλαιο • Βρομιούχο νερό* • Διάλυμα Lugol**

* Παρασκευή βρομιούχου νερού (από τον καθηγητή)

Με σιφώνιο μεταφέρονται 0,5 mL βρομίου σε σκουρόχρωμο σταγονομετρικό φιαλίδιο των 100 mL που περιέχει 60 mL περίπου νερό. Στη συνέχεια το φιαλίδιο συμπληρώνεται με νερό, πωματίζεται και ανακινείται.

Η όλη διαδικασία γίνεται στον απαγωγό. Η φιάλη του βρομίου πωματίζεται αμέσως μετά τη λήψη της απαιτούμενης ποσότητας και η μετάγγιση του βρομίου γίνεται με την άκρη του σιφωνίου βυθισμένη στο νερό του φιαλιδίου.

* Παρασκευή διαλύματος Lugol (υπάρχει και έτοιμο στο εμπόριο)

Σε 1 L νερού προσθέστε διαδοχικά 20 g ιωδιούχου καλίου (KI) και, αφού αυτό διαλυθεί, 10 g ιωδίου (I_2). Ανακινήστε, μέχρι να διαλυθεί και το ιώδιο. Τοποθετήστε το διάλυμα σε σκουρόχρωμο σταγονομετρικό φιαλίδιο.

Για την αντίχρευση του διπλού δεσμού στα έλαια το διάλυμα Lugol αραιώνεται στο 1/10.



Κανόνες ασφαλείας

Το βρόμιο είναι υγρό πτητικό και ερεθιστικό για το δέρμα. Οι ατμοί του προσβάλλουν τα μάτια και το αναπνευστικό σύστημα. Όλοι οι χειρισμοί με βρόμιο επιβάλλεται να γίνονται στον απαγωγό, με γάντια και γυαλιά ασφαλείας. Το αραιωμένο υδατικό διάλυμα βρομίου δεν είναι ιδιαίτερα επικίνδυνο.



Πείραμα 1

1. Τοποθετήστε σε δοκιμαστικό σωλήνα 2 mL ελαιολάδου.
2. Προσθέστε δύο σταγόνες βρομιούχου νερού.
Παρατηρείτε κάποια μεταβολή στο ελαιόλαδο;
.....
Εξηγήστε την παρατήρησή σας.
.....
3. Πωματίστε με ελαστικό πώμα το σωλήνα και ανακινήστε, μέχρι να εξαφανιστεί το χρώμα του βρομίου.
4. Προσθέστε άλλες δύο σταγόνες βρομιούχου νερού.
5. Επαναλάβετε το στάδιο 3.
6. Συνεχίστε κατά τον ίδιο τρόπο, μέχρις ότου το χρώμα του βρομίου να μην εξαφανίζεται κατά την ανακίνηση.
7. Σημειώστε το σύνολο των σταγόνων βρομιούχου νερού που προσθέσατε.
.....
8. Επαναλάβετε τα στάδια 1-7 και για βαμβακέλαιο, σογιέλαιο, ηλιέλαιο και καλαμποκέλαιο.
9. Συγκρίνετε το συνολικό αριθμό των σταγόνων βρομιούχου νερού που προστέθηκαν για καθένα από τα έλαια που εξετάστηκαν.

Πίνακας 16.4

Όνομα	Αριθμός σταγόνων βρομιούχου νερού
ελαιόλαδο	
καλαμποκέλαιο	
βαμβακέλαιο	
σογιέλαιο	
ηλιέλαιο	

- Ποιο συμπέρασμα μπορείτε να βγάλετε από τη σύγκριση των διάφορων ελαίων του πίνακα 16.4;

.....

.....

.....

.....



Πείραμα 2

1. Τοποθετήστε σε δοκιμαστικό σωλήνα 2 mL ελαιολάδου.
 2. Προσθέστε δύο σταγόνες από το διάλυμα Lugol.
 - Τι παρατηρείτε;
-
3. Θερμαίνετε το σωλήνα στο λύχνο με συνεχή ανακίνηση, μέχρι να εξαφανιστεί το χρώμα του ιωδίου.
 4. Συνεχίστε να προσθέτετε σταγόνες διαλύματος Lugol ανακινώντας συγχρόνως το σωλήνα και θερμαίνοντάς τον, μέχρις ότου να μην εξαφανίζεται το χρώμα του ιωδίου.
 5. Σημειώστε τον αριθμό των σταγόνων του διαλύματος Lugol που προσθέσατε.
-

6. Επαναλάβετε τα στάδια 1-5 και για άλλα έλαια.
7. Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 16.5

Όνομα	Αριθμός σταγόνων διαλύματος Lugol
ελαιόλαδο	
καλαμποκέλαιο	
βαμβακέλαιο	
σογιέλαιο	
ηλιέλαιο	

8. Συγκρίνετε το συνολικό αριθμό των σταγόνων του διαλύματος Lugol που προστέθηκαν για καθένα από τα έλαια που εξετάστηκαν.

- Ποιο συμπέρασμα μπορείτε να βγάλετε από τη σύγκριση των διαφορών ελαίων του πίνακα 16.5;

.....
.....
.....
.....

- Συμφωνεί το συμπέρασμά σας με το αντίστοιχο του πειράματος 1 με το βρομούχο νερό;

.....



Ερωτήσεις αξιολόγησης

1. Το παλμιτικό και το στεατικό οξύ είναι κορεσμένα μονοκαρβονικά οξέα. Πώς μπορείτε να διακρίνετε το ελαϊκό οξύ από τα οξέα αυτά;
2. Στο πείραμα 2 χρειάστηκε να θερμάνετε το σωλήνα, ενώ στο πείραμα 1 η αντίδραση έγινε χωρίς θέρμανση. Να εξηγήσετε αυτή τη διαφοροποίηση.

3. Σε δύο δείγματα ίσου όγκου από διαφορετικό έλαιο το καθένα προσθέτουμε βρομιούχο νερό. Παρατηρούμε ότι στο πρώτο έλαιο παραμένει το χρώμα του βρομίου μετά από προσθήκη διπλάσιου όγκου βρομιούχου νερού από ό,τι στο δεύτερο. Τι συμπέρασμα μπορείτε να βγάλετε για τα δύο έλαια;
4. Υποψιαζόσαστε ότι δείγμα ελαιολάδου που σας έφεραν είναι νοθευμένο με ηλιέλαιο. Πώς μπορείτε να ελέγξετε αν η υποψία σας είναι σωστή;
5. Στον πίνακα 16.6 δίνεται η περιεκτικότητα κάποιων λιπαρών ουσιών σε κορεσμένα και σε ακόρεστα οξέα. Να κατατάξετε τις ουσίες κατά σειρά αυξανόμενου αριθμού ιωδίου.

Πίνακας 16.6

Λιπαρή ουσία	Κορεσμένα οξέα (%)	Μονοακόρεστα οξέα (%)	Πολυακόρεστα οξέα (%)
ελαιόλαδο	9	85	5
κοκκόλιπος	91	8	–
βούτυρο κακάο	59	38	2

Εργαστηριακή άσκηση 17

ΟΞΥΜΕΤΡΗΣΗ ΕΛΑΙΩΝ



Θεωρία

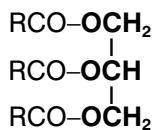
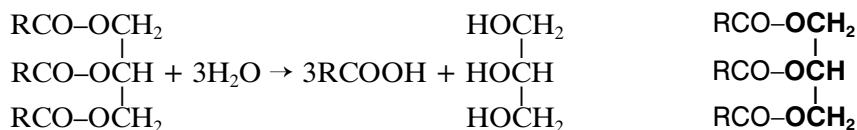
Στόχος

Να μπορείς να προσδιορίσεις πειραματικά την οξύτητα ενός ελαίου με τη μέθοδο της ογκομέτρησης.

Οξύμετρηση λιπαρών ουσιών είναι η μέτρηση της ποσότητας των ελεύθερων λιπαρών οξέων που αυτές περιέχουν.

Τα φυσικά λίπη και έλαια είναι μείγματα γλυκεριδίων, δηλαδή εστέρων της γλυκερίνης με διάφορα οξέα (κυρίως παλμιτικό, στεατικό και ελαϊκό).

Κατά την αποθήκευσή τους είναι δυνατόν, με την επίδραση της θερμοκρασίας, της υγρασίας και ενζύμων, να υδρολυθούν. Με την υδρόλυση, που είναι μερική, σχηματίζονται γλυκερίνη και ελεύθερα λιπαρά οξέα. Για παράδειγμα:



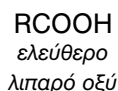
τριγλυκερίδιο

Η ποσότητα των ελεύθερων λιπαρών οξέων είναι ένα από τα κριτήρια ποιότητας της λιπαρής ουσίας, διότι η παρουσία τους υποβαθμίζει τις οργανοληπτικές της ιδιότητες. Λιπαρή ουσία με αυξημένη ποσότητα ελεύθερων οξέων θεωρείται κατώτερης ποιότητας.

Στη συνέχεια θα μετρηθεί η οξύτητα ελαιολάδου με τη μέθοδο της εξουδετέρωσης.

Η οξύτητα που μετριέται εκφράζεται με διάφορους τρόπους:

1. **Βαθμός οξύτητας.** Είναι τα mL διαλύματος NaOH ή KOH 1M τα οποία απαιτούνται για την εξουδετέρωση των ελεύθερων λιπαρών οξέων που περιέχονται σε 100 g λιπαρής ουσίας.
2. **Αριθμός οξύτητας.** Είναι τα mg KOH που απαιτούνται για την εξουδετέρωση των ελεύθερων λιπαρών οξέων που υπάρχουν σε 1 g λιπαρής ουσίας.
3. **Οξύτητα σε ελαϊκό οξύ.** Είναι τα g ή mg του ελαϊκού οξέος που περιέχονται σε 100 g λιπαρής ουσίας. Θεωρούμε ότι όλα τα οξέα που υπάρχουν ελεύθερα στη λιπαρή ύλη είναι ελαϊκό οξύ.



γ. Προσδιορισμός οξύτητας σε ελαϊκό οξύ:

- Στα β mL NaOH 0,1M υπάρχουν $0,1\beta \cdot 10^{-3}$ mol NaOH.
 - Τα $0,1\beta \cdot 10^{-3}$ mol NaOH ισοδυναμούν με $0,1\beta \cdot 10^{-3}$ mol ελαϊκού οξέος, σύμφωνα με την αντίδραση εξουδετέρωσης.
 - Σ.Μ.Μ. ελαϊκού οξέος = 282. Άρα το 1 mol ελαϊκού οξέος είναι 282 g.
 - Επομένως τα $0,1\beta \cdot 10^{-3}$ mol ελαϊκού οξέος ισοδυναμούν με $282 \cdot 0,1\beta \cdot 10^{-3}$ g ή $28,2\beta \cdot 10^{-3}$ g ελαϊκού οξέος.
 - Τα $28,2\beta \cdot 10^{-3}$ g ελαϊκού οξέος υπάρχουν σε α g ελαιολάδου.
- Τα χ g ελαϊκού οξέος υπάρχουν σε 100 g ελαιολάδου:

$$\chi = \frac{100 \cdot 28,2\beta \cdot 10^{-3}}{\alpha} \text{ ή } \frac{2,82\beta}{\alpha} \text{ g ελαϊκού οξέος.}$$

Άρα η οξύτητα σε ελαϊκό οξύ είναι $\frac{2,82\beta}{\alpha}$.



Τι θα χρειαστείτε

Όργανα - υλικά	Χημικές ουσίες
<ul style="list-style-type: none"> • Ορθοστάτη • Λαβίδα στήριξης για προχοΐδα • Προχοΐδα των 50 mL • Κωνικές φιάλες των 250 mL • Χωνί διήθησης • Ογκομετρικό κύλινδρο των 100mL • Ζυγαριά • Σιφώνιο πλήρωσης των 10 mL 	<ul style="list-style-type: none"> • Ελαιόλαδο • Διάλυμα NaOH 0,1M • Διάλυμα δείκτη φαινολοφθαλεΐνης • Αιθέρα • Αιθανόλη 95%



Πείραμα

1. Στηρίζετε την προχοΐδα με τη λαβίδα στον ορθοστάτη.
2. Με τη βοήθεια του χωνιού διήθησης γεμίστε την προχοΐδα με το διάλυμα του NaOH.
3. Ανοίξτε τη στρόφιγγα και αφήστε το διάλυμα να τρέξει, μέχρι να γεμίσει η άκρη της προχοΐδας που είναι κάτω από τη στρόφιγγα.
4. Σημειώστε την ένδειξη της στάθμης του NaOH στην προχοΐδα.

Αρχική ένδειξη:.....

5. Ζυγίστε σε κωνική φιάλη 10 g περίπου ελαιολάδου, σημειώνοντας ακριβώς τη μάζα που ζυγίσατε.

Μάζα ελαιολάδου (g) =

6. Προσθέστε στην κωνική φιάλη 25 mL αιθέρα και 25 mL αιθανόλης 95%. Ανακινήστε, μέχρι να διαλυθεί το ελαιόλαδο.
7. Προσθέστε στη φιάλη 5 σταγόνες από το διάλυμα φαινολοφθαλειΐνης.
8. Προσθέστε κατά σταγόνες το διάλυμα του NaOH από την προχοΐδα στην κωνική φιάλη, ανακινώντας τη φιάλη συνεχώς.
9. Στην αρχή το διάλυμα στη φιάλη παραμένει άχρωμο ή έχει το χρώμα του λαδιού. Μόλις το διάλυμα στη φιάλη αποκτήσει μόνιμο έντονο ρόδινο χρώμα (ακόμη και με την προσθήκη μίας και μόνο σταγόνας), σταματήστε την προσθήκη σταγόνων.
10. Σημειώστε τη νέα ένδειξη της στάθμης στην προχοΐδα.

Τελική ένδειξη:

11. Υπολογίστε τον όγκο του διαλύματος NaOH που καταναλώθηκε.

$V_1(\text{mL}) = \dots\dots\dots$

12. Επαναλάβετε την ογκομέτρηση (στάδια 4-11) άλλες δύο φορές.

α. Μάζα ελαιολάδου (g) =

Αρχική ένδειξη 2 =

Τελική ένδειξη 2 =

$V_2(\text{mL}) = \dots\dots\dots$

β. Μάζα ελαιολάδου (g) =

Αρχική ένδειξη 3 =

Τελική ένδειξη 3 =

$V_3(\text{mL}) = \dots\dots\dots$

13. Υπολογίστε το μέσο όρο των τριών μετρήσεων.

$$V(\text{mL}) = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{3} = \dots\dots\dots$$

14. Να υπολογίσετε:

α. τον αριθμό οξύτητας του ελαιολάδου:

.....

β. το βαθμό οξύτητας του ελαιολάδου:

.....

γ. την οξύτητα του ελαιολάδου σε ελαιϊκό οξύ:

.....



Ερωτήσεις αξιολόγησης

1. Γράψτε την αντίδραση στην οποία στηρίζεται η ογκομέτρηση, θεωρώντας ότι τα οξέα είναι όλα με τη μορφή του ελαϊκού οξέος.
2. Γιατί χρησιμοποιήθηκε ως διαλύτης το μείγμα αιθέρα - αιθανόλης;
3. Αν χρησιμοποιούσατε διάλυμα NaOH 1M, πόσα mL θα καταναλώνονταν κατά την πρώτη ογκομέτρηση;
4. Αν το λάδι είχε έντονο σκούρο χρώμα, σε ποιο σημείο της διαδικασίας θα υπήρχε δυσκολία;
5. Δοχεία λαδιού αποθηκεύτηκαν σε δύο χώρους. Ο πρώτος ήταν θερμός και υγρός, ενώ ο δεύτερος δροσερός και ξηρός. Μετά από αποθήκευση ενός χρόνου σε ποια λάδια αναμένεται η οξύτητα να είναι μεγαλύτερη;

Εργαστηριακή άσκηση 18

ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΣΑΠΟΥΝΙΩΝ



Θεωρία

Στόχος

Να μπορείς να περιγράφεις και να εκτελείς τους χειρισμούς για την παρασκευή σαπουνιών.

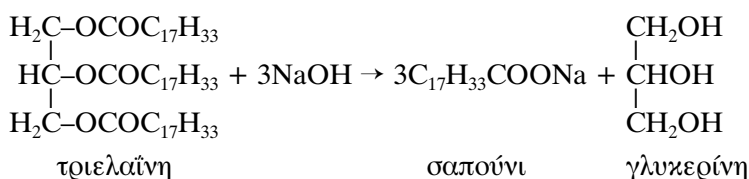
Τα σαπούνια είναι μείγματα αλάτων με κάλιο ή νάτριο των λιπαρών οξέων με μακριά ανθρακική αλυσίδα (10-20 άτομα άνθρακα).

Τα άλατα με νάτριο αποτελούν τα σκληρά σαπούνια [π.χ. $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COO}^- \text{Na}^+$ παλμιτικό νάτριο].

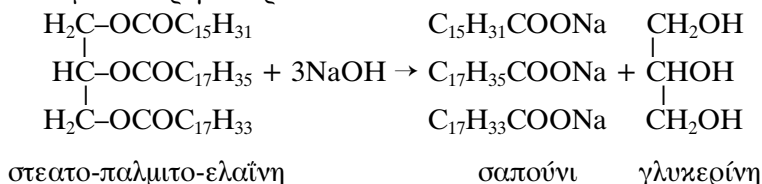
Τα άλατα με κάλιο αποτελούν τα μαλακά σαπούνια [π.χ. $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COO}^- \text{K}^+$ στεατικό κάλιο].

Τα σαπούνια παρασκευάζονται με τη θέρμανση των λιπών και των ελαίων με διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου ή του καλίου (NaOH ή KOH). Τα τριγλυκερίδια από τα οποία αποτελούνται τα λίπη και τα έλαια διασπώνται με την αντίδραση αυτή. Τα προϊόντα είναι άλατα με νάτριο ή κάλιο των λιπαρών οξέων, που αποτελούν το σαπούνι, και γλυκερίνη.

Για απλό τριγλυκερίδιο:



Για μεικτό τριγλυκερίδιο:



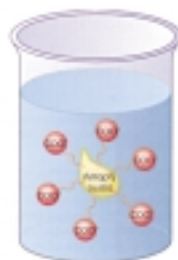
Η αντίδραση αυτή ονομάζεται **σαπωνοποίηση** των λιπών και των ελαίων.

Για την πιο εύκολη παραλαβή του σαπουνιού προστίθεται αλάτι (NaCl). Η γλυκερίνη και η περίσσεια του υδροξειδίου του νατρίου ή του καλίου είναι ευδιάλυτα στο διάλυμα που προκύπτει, ενώ η δια-

λυτότητα του σαπουνιού ελαττώνεται. Έτσι το σαπούνι επιπλέει στην επιφάνεια, από όπου και παραλαμβάνεται. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται **εξαλάτωση**.

Η απορρυπαντική δράση των σαπουνιών οφείλεται στη δομή τους. Η μία άκρη του μορίου του σαπουνιού είναι μια μακρία ανθρακική αλυσίδα που είναι αδιάλυτη στο νερό (υδρόφοβη). Η άλλη άκρη του έχει δομή άλατος ($-\text{COO}^-\text{Na}^+$) και επομένως διαλύεται εύκολα στο νερό (υδρόφιλη). Οι ακαθαρσίες και τα λάδια έχουν δομή παρόμοια με την ανθρακική αλυσίδα του σαπουνιού, γι' αυτό και το σαπούνι τα διαλύει. Συγχρόνως η υδρόφιλη άκρη του σαπουνιού διαλύεται στο νερό. Έτσι το σαπούνι διαλύει τις λιπαρές ακαθαρσίες και στη συνέχεια ξεπλένεται με το νερό, οπότε απομακρύνονται και οι ακαθαρσίες (εικόνα 18.1).

Το σαπούνι δεν μπορεί να εκδηλώσει την απορρυπαντική του δράση σε σκληρό νερό και σε όξινο περιβάλλον.



Εικόνα 18.1

Σκληρό νερό: περιέχει μεγάλες ποσότητες αλάτων ασβεστίου (Ca) και μαγνησίου (Mg).



Τι θα χρειαστείτε

Όργανα - υλικά	Χημικές ουσίες
<ul style="list-style-type: none"> • Ποτήρι ζέσης ή σφαιρική φιάλη των 250 mL • Ράβδο ανάδευσης • Ογκομετρικό κύλινδρο των 100mL • Πηγή θέρμανσης • Σπάτουλα • Ύαλο ωρολογίου • Δοκιμαστικούς σωλήνες 	<ul style="list-style-type: none"> • Ελαιόλαδο • Κορεσμένο διάλυμα NaOH • Κορεσμένο διάλυμα NaCl • Αιθανόλη



Κανόνες ασφαλείας

1. Το NaOH είναι διαβρωτική ουσία. Πρέπει να χειρίζεστε ακόμα και τα αραιά διαλύματά του φορώντας γάντια.

2. Ως πηγή θέρμανσης να χρησιμοποιηθεί υποχρεωτικά πλάκα ηλεκτρικά θερμαινόμενη ή ηλεκτρικός μανδύας (οπότε θα χρησιμοποιηθεί σφαιρική φιάλη αντί για ποτήρι ζέσης).



Πείραμα

1. Σε ποτήρι ζέσης των 250 mL τοποθετήστε 10 mL ελαιολάδου, 20 mL αιθανόλης και 10 mL κορεσμένου διαλύματος NaOH.

Προσοχή!
Το NaOH είναι διαβρωτικό.

- Ποιο ρόλο έχει η προσθήκη της αιθανόλης;

.....

2. Τοποθετήστε το ποτήρι στην πηγή θέρμανσης και θερμάντε το, **αναδεύοντας συνεχώς**, επί 20 min περίπου.

Προσοχή!
Η αιθανόλη είναι εύφλεκτη ουσία.

Η ανάδευση μπορεί να συνεχιστεί για περισσότερο χρόνο, εάν δεν έχει σχηματιστεί αρκετή ποσότητα παχύρρευστης μάζας.

3. Απομακρύνετε το ποτήρι από την πηγή θέρμανσης και αφήστε το να κρυώσει.

4. Προσθέστε 50 mL κορεσμένου διαλύματος NaCl.

- Τι παρατηρείτε;

.....

.....

.....

- Πώς ονομάζεται αυτή η διαδικασία;

.....

5. Πάρτε προσεκτικά με μια σπάτουλα το σαπούνι που σχηματίστηκε και τοποθετήστε το σε γυάλινη πλάκα ή ύαλο ωρολογίου, για να στεγνώσει.

6. Σε δύο δοκιμαστικούς σωλήνες τοποθετήστε 5 mL νερού και σταγόνες ελαιολάδου.

7. Στον έναν από τους δύο σωλήνες προσθέστε με τη σπάτουλα μικρή ποσότητα σαπουνιού.

8. Κλείστε με το δάκτυλό σας τους σωλήνες και αναταράξτε τους.

9. Αφήστε τους να ηρεμήσουν και παρατηρήστε το περιεχόμενο των σωλήνων.

● Υπάρχει διαφορά στο περιεχόμενο των δύο δοκιμαστικών σωλήνων;

.....

● Εξηγήστε την απορρυπαντική δράση του σαπουνιού.

.....



Ερωτήσεις αξιολόγησης

1. Γράψτε την αντίδραση παρασκευής σαπουνιού από ένα τριγλυκερίδιο.
2. Τα αποφρακτικά αποχετεύσεων (π.χ. Drano, Tuboflo) είναι στερεό NaOH ή στερεό KOH. Τα καθαριστικά αυτά ξεβουλώνουν τις αποχετεύσεις διαλύοντας τα λίπη. Μπορείτε να εξηγήσετε το μηχανισμό;
3. Ρίχνουμε μία σταγόνα λαδιού και λίγη ποσότητα σαπουνιού σε νερό. Να σχεδιάσετε τι θα συμβεί στο διάλυμα, σε μικροσκοπικό επίπεδο.
4. Το νερό μιας πόλης είναι ιδιαίτερα σκληρό. Τι πρόβλημα αντιμετωπίζουν οι κάτοικοι στη χρήση των σαπουνιών;
5. Τι στόχο έχει η εξαλάτωση; Εξηγήστε πώς αυτός ο στόχος επιτυγχάνεται.

Εργαστηριακή άσκηση 19

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ ΣΕ ΣΑΠΟΥΝΙΑ

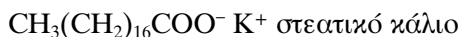


Θεωρία

Στόχος

Να μπορείς να προσδιορίζεις ογκομετρικά την περιεκτικότητα των σαπουνιών σε λιπαρά οξέα.

Τα σαπούνια είναι μείγματα αλάτων με νάτριο ή κάλιο των λιπαρών οξέων με μακριά ανθρακική αλυσίδα (10-20 άτομα άνθρακα) (βλέπε εργαστηριακή άσκηση 18):



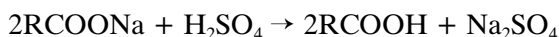
Πολλές φορές τα σαπούνια νοθεύονται. Οι πιο συνηθισμένες νοθείες είναι με υδρύαλο και τάλκη, που είναι ανόργανες ουσίες. Οι ουσίες αυτές, σε μικρή ποσότητα, αποτελούν πρόσθετα επιτρεπτά για τα σαπούνια.

Επομένως η επί τοις % περιεκτικότητα των σαπουνιών σε λιπαρά οξέα, με τη μορφή των αλάτων τους με Na ή K, είναι χαρακτηριστικό της ποιότητας των σαπουνιών. Στον πίνακα 19.1 φαίνεται η ελάχιστη επί τοις % περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα που πρέπει να περιέχεται σε διάφορους τύπους σαπουνιών.

Πίνακας 19.1

Τύποι σαπουνιών	Ποιότητες			
	Εξαιρετική	Πρώτη	Δεύτερη	Τρίτη
κοινά σαπούνια	68	60	56	50
αρωματικά σαπούνια	78	72	65	-

Σε πρώτο στάδιο τα λιπαρά οξέα απελευθερώνονται με την επίδραση οξέων ισχυρότερων από αυτά. Η αντίδραση γίνεται σε υδατικό διάλυμα ορισμένης μάζας σαπουνιού:



Τα λιπαρά οξέα είναι αδιάλυτα στο νερό και αποβάλλονται.

Στη συνέχεια τα ελεύθερα λιπαρά οξέα διαχωρίζονται από το υπόλοιπο διάλυμα με εκχύλιση με πετρελαϊκό αιθέρα, στον οποίο είναι ευδιάλυτα. Για την παραλαβή των οξέων ο πετρελαϊκός αιθέρας εξατμίζεται με προσοχή.

Η ποσότητα των λιπαρών οξέων ζυγίζεται και υπολογίζεται η επί τοις % περιεκτικότητα του σαπουνιού σ' αυτά.

Παράδειγμα υπολογισμού

Έστω ότι ζυγίστηκαν α g σαπουνιού και ελήφθησαν β g λιπαρών οξέων. Η επί τοις % περιεκτικότητα του σαπουνιού σε λιπαρά οξέα είναι:

$$\text{περιεκτικότητα επί τοις \%} = \frac{100\beta}{\alpha}$$



Τι θα χρειαστείτε

Όργανα - υλικά	Χημικές ουσίες
<ul style="list-style-type: none"> • Τρίφτη • Ζυγαριά • Κωνική φιάλη των 500 mL • Ογκομετρικό κύλινδρο των 100 mL • 2 διαχωριστικά χωνία των 500 mL • Ορθοστάτη - δακτύλιο για το διαχωριστικό χωνί • Ράβδο ανάδευσης • Ποτήρι ζέσης των 500 mL • Πηγή θέρμανσης • Περιστροφικό εξατμιστήρα κενού 	<ul style="list-style-type: none"> • Σαπούνι • Θειικό οξύ H_2SO_4 1M • Πετρελαϊκό αιθέρα • Διάλυμα δείκτη ηλιανθίνης



Κανόνες ασφαλείας

1. Ο πετρελαϊκός αιθέρας είναι υγρό με χαμηλό σ.β. ($<65\text{ }^{\circ}\text{C}$) και **εύφλεκτο**. Η εξάτμισή του απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή και **επιβάλλεται** να γίνει σε περιστροφικό εξατμιστήρα κενού.

Να ληφθεί υπόψη ότι, ενώ ο υγρός πετρελαϊκός αιθέρας έχει πυκνότητα μικρότερη από το νερό, οι ατμοί του είναι βαρύτεροι από ίσο όγκο ατμοσφαιρικού αέρα.

2. Το πυκνό θειικό οξύ, όταν πέσει στο δέρμα, προκαλεί σοβαρά εγκαύματα. Να χειρίζεστε με μεγάλη προσοχή τα διαλύματά του φορώντας πάντα γάντια και προστατευτικά γυαλιά. Να θυμάστε ότι η αραιώσή του γίνεται με σταδιακή προσθήκη του οξέος στο νερό και ποτέ αντίστροφα. Υπάρχει κίνδυνος, λόγω της **ισχυρής εξώθερμης αντίδρασης**, να εκτιναχθούν σταγονίδια οξέος και να προκαλέσουν ζημιές.



Πείραμα

1. Τρίψτε στον τρίφτη το σαπούνι.
2. Ζυγίστε σε κωνική φιάλη των 500 mL 20 g περίπου τριμμένου σαπουνιού, σημειώνοντας με ακρίβεια τη μάζα που ζυγίσατε.

Μάζα σαπουνιού (g):

3. Προσθέστε στη φιάλη 250 mL θερμού απιονισμένου νερού και αναδεύστε, για να διαλυθεί το σαπούνι.
4. Προσθέστε στη φιάλη 2-3 σταγόνες από το διάλυμα της ηλιανθίνης.
5. Με **μεγάλη προσοχή** προσθέστε κατά σταγόνες H_2SO_4 1M, μέχρι το χρώμα του δείκτη να αλλάξει και να γίνει κόκκινο.
6. Προσθέστε ακόμη 2 mL H_2SO_4 1M.
7. Αναδεύστε ισχυρά και αφήστε το διάλυμα να κρυώσει.

Προσοχή!

Η προσθήκη H_2SO_4 είναι έντονα εξώθερμη.

8. Μεταφέρετε το διάλυμα σε διαχωριστικό χωνί.
9. Ξεπλύντε τη φιάλη 2 φορές με 15 mL από το απιονισμένο νερό και μεταφέρετε τα εκπλύματα στο διαχωριστικό χωνί.
10. Προσθέστε στο διαχωριστικό χωνί 100 mL πετρελαϊκού αιθέρα.
11. Πωματίστε το χωνί, ανακινήστε και αφήστε το διάλυμα να ηρεμήσει.
12. Αφού διαχωριστεί η αιθερική στιβάδα, μεταφέρετε την υδατική στιβάδα σε δεύτερο διαχωριστικό χωνί.
13. Στο δεύτερο διαχωριστικό χωνί επαναλάβετε τα στάδια 10 και 11.
14. Από το κάτω μέρος του διαχωριστικού χωνιού αποχύστε την υδατική στιβάδα.
15. Ενώστε τις δύο αιθερικές στιβάδες σε ένα διαχωριστικό χωνί.
16. Προσθέστε στο χωνί 100 mL απιονισμένου νερού.
17. Πωματίστε το χωνί και αναταράξτε το, για να ξεπλυθεί η αιθερική στιβάδα.
18. Από το κάτω μέρος του διαχωριστικού χωνιού αποχύστε την υδατική στιβάδα.
19. Επαναλάβετε τα στάδια 16, 17 και 18.
20. Ζυγίστε τη φιάλη της αποστακτικής συσκευής.

Μάζα φιάλης (g):

21. Μεταφέρετε την αιθερική στιβάδα από το χωνί στη φιάλη της αποστακτικής συσκευής.
22. Απομακρύνετε το διαλύτη σε περιστροφικό εξάτμιστήρα κενού. Εάν δεν υπάρχει, συναρμολογήστε τη συσκευή απόσταξης και αποστάξτε τον αιθέρα με μεγάλη προσοχή και με ήπια θέρμανση.
23. Αφού κρυώσει, ζυγίστε τη φιάλη και τα λιπαρά οξέα που περιέχει.

$m_1 = (\text{μάζα φιάλης} + \text{λιπαρά οξέα})_1 \text{ (g): } \dots\dots\dots$

24. Τοποθετήστε τη φιάλη με τα λιπαρά οξέα σε πυριατήριο 100 °C για 15 min.

25. Αφού κρυώσει, ζυγίστε την πάλι.

$m_2 = (\text{μάζα φιάλης} + \text{λιπαρά οξέα})_2 \text{ (g): } \dots\dots\dots$

Προσοχή!
Εύφλεκτος διαλύτης.

26. Εάν η m_1 διαφέρει από τη m_2 , επαναλάβετε το στάδιο 25, μέχρι να σταθεροποιηθεί η μάζα της φιάλης με τα λιπαρά οξέα.

27. Σημειώστε την τελική ζύγιση.

$m_{\text{τελική}} \text{ (g)} = \dots\dots\dots$

28. Υπολογίστε τη μάζα των λιπαρών οξέων.

$m \text{ (g)} = \dots\dots\dots$

29. Υπολογίστε την επί τοις % περιεκτικότητα του σαπουνιού σε λιπαρά οξέα.

Περιεκτικότητα % = $\dots\dots\dots$



Ερωτήσεις αξιολόγησης

1. Γιατί η συνολική ποσότητα των λιπαρών οξέων που περιέχουν είναι ένδειξη ποιότητας για τα σαπούνια;
2. Ποιος είναι ο ρόλος του H_2SO_4 ;
3. Εάν προσθέταμε πετρελαϊκό αιθέρα πριν από την προσθήκη του H_2SO_4 , θα παραλαμβάναμε τα λιπαρά οξέα;
4. Γιατί η υδατική στιβάδα αποχύνεται από το κάτω μέρος του χωνιού;
5. Γιατί το διάλυμα θερμαίνεται με την προσθήκη του H_2SO_4 ;

Εργαστηριακή άσκηση 20

ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ



Θεωρία

Οι υδατάνθρακες είναι πολυυδροξυ-αλδεϋδες ή πολυυδροξυ-κετόνες. Είναι επομένως ενώσεις που περιέχουν στο μόριό τους αλδεϋδική ή κετονική ομάδα και πολλά υδροξύλια.

Οι υδατάνθρακες ταξινομούνται σε διάφορες κατηγορίες:

- α. τους **μονοσακχαρίτες**, όπως είναι η γλυκόζη, η γαλακτόζη (αλδόζες) και η φρουκτόζη (κετόζη),
- β. τους **δισακχαρίτες**, όπως είναι η λακτόζη, η μαλτόζη και η σακχαρόζη, και
- γ. τους **πολυσακχαρίτες**, όπως είναι το άμυλο, το γλυκογόνο και η κυτταρίνη.

Οι μονοσακχαρίτες και ορισμένοι δισακχαρίτες είναι αναγωγικά σώματα. Οξειδώνονται εύκολα ακόμα και από τα ήπια αντιδραστήρια Tollens (αμμωνιακό διάλυμα AgNO_3) και Fehling (αλκαλικό διάλυμα θειικού χαλκού).

Κατά την επίδραση του αντιδραστηρίου Tollens σχηματίζεται κάτοπτρο (καθρέφτης). Αυτό οφείλεται στην αναγωγή των ιόντων Ag^+ σε μεταλλικό Ag.

Κατά την επίδραση του αντιδραστηρίου Fehling τα ιόντα Cu^{2+} ανάγονται σε Cu^+ . Στην περίπτωση αυτή σχηματίζεται κεραμέρευθο ίζημα οξειδίου του χαλκού I και το αρχικά βαθύ μπλε διάλυμα αποχρωματίζεται.

Η οξείδωση των δισακχαριτών εξαρτάται από τον τρόπο συνένωσης των μονοσακχαριτών στο μόριό τους. Για παράδειγμα, η σακχαρόζη δεν εμφανίζει αναγωγικές ιδιότητες, ενώ η μαλτόζη και η γαλακτόζη οξειδώνονται.

Πολυσακχαρίτες, όπως το άμυλο, δεν εμφανίζουν αναγωγικές ιδιότητες. Συνεπώς η ανίχνευσή τους δεν μπορεί να γίνει με τα αντιδραστήρια Tollens και Fehling αλλά με άλλα αντιδραστήρια.

Έτσι, για παράδειγμα, το άμυλο ανιχνεύεται με την επίδραση βάμματος ιωδίου. Όταν μόρια και ιόντα ιωδίου έλθουν σε επαφή με τα μακρομόρια του αμύλου, «προσροφώνται» και σχηματίζουν συμπλέγματα με χρώμα γαλάζιο.

Στόχοι

Να μπορείς

- Να εκτελείς πειράματα αντιδράσεων υδατανθράκων με τα αντιδραστήρια Tollens και Fehling.
- Να ανιχνεύεις πολυσακχαρίτες με ιώδιο.
- Να προσδιορίζεις την περιεκτικότητα σε σάκχαρα των σακχαρούχων διαλυμάτων με χρήση διαθλασιμέτρου τύπου Brix και κατάλληλων πυκνομέτρων - αραιομέτρων.

Ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε σάκχαρα ενός σακχαρούχου διαλύματος γίνεται:

- α. Με χρήση **διαθλασίμετρου**, γιατί ο δείκτης διάθλασης ενός σακχαρούχου διαλύματος εξαρτάται από τη συγκέντρωση σακχάρων στο διάλυμα.

Μία σταγόνα από το διάλυμα τοποθετείται, με τη βοήθεια γυάλινης ράβδου, μεταξύ των δύο πρισμάτων του οργάνου. Κατόπιν διαβάζεται η ένδειξη επάνω στο όργανο (βλέπε εργαστηριακή άσκηση 5).

Στην περίπτωση που χρησιμοποιηθεί **διαθλασίμετρο τύπου Brix (μπριξόμετρο)**, ο δείκτης διάθλασης του διαλύματος εκφράζεται σε βαθμούς της κλίμακας Brix.

Στη συνέχεια προσδιορίζεται μέσω πίνακα η περιεκτικότητα του διαλύματος σε σάκχαρα (σε g σακχάρων / 1.000 mL διαλύματος, βλέπε πίνακα 20.1).

Χρησιμοποιούνται επίσης διαθλασίμετρα (κυρίως χειρός) που μετρούν απευθείας την περιεκτικότητα του διαλύματος σε σάκχαρα εκφρασμένη σε % w/v.

- β. Με κατάλληλα **αραιόμετρα - πυκνόμετρα**. Τα σακχαρούχα διαλύματα έχουν τόσο μεγαλύτερη πυκνότητα όσο πλουσιότερα είναι σε σάκχαρα.

Σε ογκομετρικό κύλινδρο των 100 mL, γεμάτο με το δείγμα του οποίου ζητείται να μετρηθεί η περιεκτικότητα σε σάκχαρα, βυθίζεται το πυκνόμετρο και διαβάζεται η ένδειξη.

Αν πρόκειται για αραιόμετρο - πυκνόμετρο που μετρά την πυκνότητα σε g/mL, η ένδειξη εκφράζει την πυκνότητα. Όταν η θερμοκρασία δεν είναι 15 °C, γίνεται αναγωγή της πυκνότητας στους 15 °C με τη βοήθεια ειδικού πίνακα, ανάλογα με το διάλυμα, ή υπολογίζεται με τη βοήθεια του παρακάτω τύπου:

$$\rho_2 = \rho_1 + (\theta - 15) \alpha \text{ g/mL},$$

όπου α είναι ειδικός συντελεστής για κάθε ουσία.

Στη συνέχεια, με τη βοήθεια πίνακα, προσδιορίζεται η περιεκτικότητα των σακχάρων (βλέπε πίνακα 20.1).

Αν πρόκειται για **αραιόμετρο - πυκνόμετρο**

Baumé, η ένδειξη εκφράζει τη συγκέντρωση του διαλύματος σε βαθμούς Baumé (βαθμοί Bé). (Και εδώ απαιτείται να γίνει η αντίστοιχη αναγωγή στη θερμοκρασία των 15 °C.) Με τη βοήθεια πίνακα προσδιορίζεται η περιεκτικότητα σε σάκχαρα (σε g σακχάρων / 1.000 mL διαλύματος, βλέπε πίνακα 20.1).

Υπάρχει τύπος που συνδέει τους βαθμούς Baumé με την πυκνότητα ενός διαλύματος.

Πίνακας 20.1

Αντιστοιχία βαθμών Brix, πυκνότητας, βαθμών Baumé
και περιεκτικότητας διαλυμάτων σε σάκχαρα

Βαθμοί Brix	Πυκνότητα (g/mL)	Βαθμοί Baumé	Περιεκτικότητα (g σακχάρων/1.000mL διαλύματος)
0,0	1,0000	0,0	
1,8	1,0070	1,0	
3,6	1,0141	2,0	
5,4	1,0213	3,0	
7,2	1,0290	4,0	
10,8	1,0433	6,0	87
12,6	1,0509	7,0	106
14,4	1,0585	8,0	127
16,2	1,0664	9,0	151
18,0	1,0740	10,0	179
20,0	1,0831	11,1	201
21,8	1,0910	12,1	221
23,6	1,0991	13,1	238
25,4	1,1074	14,0	259
27,2	1,1158	15,0	279
29,0	1,1245	16,0	300
30,8	1,1331	17,0	321
32,8	1,1425	18,0	343
34,6	1,1520	19,1	367
36,4	1,1607	20,0	387
38,4	1,1698	21,0	410
40,2	1,1800	22,1	436
42,0	1,1893	23,0	456
43,8	1,1989	24,0	480
45,8	1,2092	25,0	505
47,6	1,2190	26,0	529
49,6	1,2299	27,0	554
51,4	1,2401	28,0	580
53,4	1,2510	29,0	605
55,2	1,2615	30,0	631
57,2	1,2719	31,0	658
59,2	1,2849	32,0	686
61,0	1,2946	33,0	713
63,0	1,3075	34,0	742
65,0	1,3202	35,0	770



Τι θα χρειαστείτε

Όργανα - υλικά	Χημικές ουσίες
<ul style="list-style-type: none"> • Λύχνο υγραερίου • Δοκιμαστικούς σωλήνες • Ογκομετρικούς κυλίνδρους • Ξύλινη λαβίδα • Υδρόλουτρο • Κουταλάκι πλαστικό • Κωνική φιάλη • Ποτήρια ζέσης • Σταγονόμετρα • Σιφώνια • Διαθλασίμετρο • Θερμόμετρο • Πυκνόμετρο • Πυκνόμετρο Baumé 	<ul style="list-style-type: none"> • Φρουκτόζη • Σακχαρόζη • Γλυκόζη • Άμυλο ή αλεύρι • Αντιδραστήριο Tollens* • Αντιδραστήριο Fehling** • Βάμμα ιωδίου*** • Μούστο • Φυσικό χυμό φρούτων • Μαλτόζη • Απιονισμένο νερό

* Το **αντιδραστήριο Tollens** είναι αμμωνιακό διάλυμα νιτρικού αργύρου. Πρέπει να παρασκευάζεται σε μικρές ποσότητες και λίγο πριν από τη χρήση του (βλέπε εργαστηριακή άσκηση 12).

** Το **αντιδραστήριο Fehling** είναι αλκαλικό διάλυμα CuSO_4 . Υπάρχει έτοιμο στο εμπόριο ως διάλυμα Α και διάλυμα Β. Αυτά αναμειγνύονται ακριβώς πριν από τη χρήση του αντιδραστηρίου (βλέπε εργαστηριακή άσκηση 12).

*** Το **βάμμα ιωδίου** υπάρχει στα φαρμακεία. Είναι δυνατόν να παρασκευαστεί και στο εργαστήριο διαλύοντας σε 100 mL απιονισμένου νερού 1,3 g ιωδίου και 6,5 g $\text{KI}_{(s)}$. Τοποθετείται και φυλάσσεται σε σκουρόχρωμο μπουκάλι με πώμα.



Κανόνες ασφαλείας

1. Για τα αντιδραστήρια Tollens και Fehling βλέπε εργαστηριακή άσκηση 12.
2. Πυκνά διαλύματα ιωδίου ή στερεό ιώδιο δίνουν τοξικούς ατμούς, γι' αυτό η χρήση τους πρέπει να γίνεται με προσοχή.



Πείραμα 1

Αντιδράσεις υδατανθράκων με αντιδραστήριο Tollens

1. Βάλτε σε καθαρό δοκιμαστικό σωλήνα 2 mL απιονισμένου νερού και προσθέστε 0,1 g γλυκόζης.
2. Φτιάξτε το αντιδραστήριο Tollens.
3. Προσθέστε στο δοκιμαστικό σωλήνα 2 mL από το αντιδραστήριο Tollens.
4. Θερμάνετε το σωλήνα προσεκτικά σε υδρόλουτρο ανακινώντας τον συνεχώς.
- Τι παρατηρείτε στα τοιχώματα του σωλήνα;

.....

.....

.....

5. Επαναλάβετε τα στάδια 1-4 χρησιμοποιώντας φρουκτόζη, σακχαρόζη και μαλτόζη.

- Τι παρατηρείτε στα τοιχώματα του σωλήνα σε κάθε περίπτωση;

Φρουκτόζη:

.....

.....

Σακχαρόζη:

.....

.....

Μαλτόζη:

.....

.....



Πείραμα 2

Αντιδράσεις υδατανθράκων με αντιδραστήριο Fehling

1. Βάλτε σε καθαρό δοκιμαστικό σωλήνα 2 mL απιονισμένου νερού και προσθέστε 0,1 g γλυκόζης.
2. Προσθέστε στο δοκιμαστικό σωλήνα 2 mL από το αντιδραστήριο Fehling (1 mL από το διάλυμα Α και 1 mL από το διάλυμα Β).

● Τί παρατηρείτε στο χρώμα του διαλύματος;

.....

3. Θερμάνετε το περιεχόμενο του σωλήνα σε υδρόλουτρο μέχρι βρασμού.

● Τι παρατηρείτε στο κάτω τμήμα του σωλήνα;

.....

4. Επαναλάβετε τα στάδια 1-4 χρησιμοποιώντας φρουκτόζη, σακχαρόζη και μαλτόζη.

Τι παρατηρείτε στον πυθμένα του δοκιμαστικού σωλήνα για κάθε περίπτωση υδατάνθρακα;

Φρουκτόζη:

.....

Σακχαρόζη:

.....

Μαλτόζη:

.....



Πείραμα 3

Ανίχνευση πολυσακχαρίτη με ιώδιο

1. Σε ποτήρι ζέσης βάλτε 10 mL νερού και προσθέστε μισό κουταλάκι άμυλο ή αλεύρι.
2. Θερμάνετε στη φλόγα του λύχνου το μείγμα, μέχρι να σχηματιστεί πηκτή.
3. Αραιώστε με κρύο νερό.
4. Μεταφέρετε σε κωνική φιάλη μικρή ποσότητα του διαλύματος.
- Ποιο είναι το χρώμα του διαλύματος του αμύλου;

.....

.....

5. Προσθέστε μερικές σταγόνες βάμματος ιωδίου.

- Τι παρατηρείτε στο χρώμα του διαλύματος;

.....

.....

.....



Πείραμα 4

Προσδιορισμός περιεκτικότητας διαλυμάτων σε σάκχαρα με χρήση διαθλασιμέτρου τύπου Brix

1. Με τη βοήθεια μιας γυάλινης ράβδου μεταφέρετε μία σταγόνα του προς εξέταση σακχαρούχου διαλύματος μεταξύ των δύο πρισμάτων του οργάνου.
2. Σημειώστε την ένδειξη του διαθλασιμέτρου.

.....

3. Επαναλάβετε τη μέτρηση για το δεύτερο δείγμα.

4. Σημειώστε την ένδειξη.

.....

Διάλυμα	Δείκτης διάθλασης (βαθμοί Brix)
μούστος	
χυμός φρούτων	

5. Με τη βοήθεια του πίνακα 20.1 υπολογίστε την περιεκτικότητα του δείγματος σε g σακχάρων / 1.000 mL διαλύματος.

● Σημειώστε την περιεκτικότητα των δειγμάτων σε σάκχαρα.

Δείγμα 1:

Δείγμα 2:



Πείραμα 5

Προσδιορισμός περιεκτικότητας διαλυμάτων σε σάκχαρα με χρήση αραδιομέτρων - πυκνομέτρων

1. Σε ογκομετρικό κύλινδρο των 100 mL, γεμάτο με δείγμα μούστου, βυθίστε το πυκνόμετρο.
2. Όταν το πυκνόμετρο σταθεροποιηθεί, σημειώστε την ένδειξη στο στέλεχός του.

$\rho_1 = \dots\dots\dots \text{g/mL}$

3. Μετρήστε τη θερμοκρασία του δείγματος.

$\theta = \dots\dots\dots ^\circ\text{C}$

● Υπολογίστε τη διορθωμένη τιμή της πυκνότητας. Στην περίπτωση του μούστου ο συντελεστής διόρθωσης για την αναγωγή της πυκνότητας στους 15°C είναι 0,00035.

$\rho_2 = \dots\dots\dots \text{g/mL}$

4. Αν χρησιμοποιήσετε πυκνόμετρο Baumé, υπολογίστε την ένδειξη Baumé στους 15 °C, με συντελεστή διόρθωσης για την αναγωγή της θερμοκρασίας το 0,045.

Το δείγμα είναι..... Βέ (βαθμοί Baumé).

5. Από την πυκνότητα ή τους βαθμούς Baumé και τον πίνακα 20.1 προσδιορίστε την περιεκτικότητα του μούστου σε σάκχαρα εκφρασμένη σε g σακχάρων / 1.000 mL μούστου.

.....

.....



Ερωτήσεις αξιολόγησης

1. Περιγράψτε τη συμπεριφορά του αντιδραστηρίου Tollens με τα διαλύματα διάφορων υδατανθράκων.
2. Περιγράψτε τη συμπεριφορά του αντιδραστηρίου Fehling με τα διαλύματα διάφορων υδατανθράκων.
3. Τι συμπέρασμα μπορεί να βγει για τους διάφορους υδατάνθρακες από την παραπάνω συμπεριφορά των αντιδραστηρίων;
4. Έχουμε έναν υδατάνθρακα για τον οποίο γνωρίζουμε ότι είναι ή σακχαρόζη ή μαλτόζη. Σκέφτεστε κάποιο τρόπο για να διαπιστώσετε ποιος είναι;
5. Αν αντιδράσει αραιωμένο μέλι (μείγμα φρουκτόζης και γλυκόζης) με το αντιδραστήριο Fehling, τι θα παρατηρήσετε;
6. Αν βουτήξετε μπουκιές ψωμιού σε διάλυμα βάμματος ιωδίου, τι θα παρατηρήσετε;
7. Αν γνωρίζετε ότι η πυκνότητα ενός μούστου είναι 1,0880 g/mL, να προσδιορίσετε την περιεκτικότητά του σε σάκχαρα - η θερμοκρασία είναι 15 °C -.

ξέα. Η παρουσία αυτών των αμινοξέων πιστοποιείται με την προσθήκη πυκνού νιτρικού οξέος (HNO_3). Το νιτρικό οξύ αντιδρά με το βενζολικό δακτύλιο και δίνει ενώσεις οι οποίες σε αλκαλικό περιβάλλον έχουν πορτοκαλί χρώμα. Η αντίδραση αυτή ονομάζεται **ξανθοπρωτεϊνική αντίδραση**.

Η πρωτεΐνη έχει στο χώρο τριτοδιάστατη δομή, η οποία σταθεροποιείται με διάφορα είδη δεσμών. Μπορούμε να λάβουμε την πρωτεΐνη, εάν καταστρέψουμε τους δεσμούς αυτούς με διάφορους τρόπους, όπως με θέρμανση ή με προσθήκη οξέων (βλέπε και εργαστηριακή άσκηση 22). Έτσι μπορεί να ληφθεί η καζεΐνη, η κύρια πρωτεΐνη του γάλακτος.



Τι θα χρειαστείτε

Όργανα - υλικά	Χημικές ουσίες
<ul style="list-style-type: none"> • Δοκιμαστικούς σωλήνες • Σταγονόμετρα • Λύχνo υγραερίου • Ποτήρια ζέσης των 250 και 100 mL • Χωνί διήθησης • Φίλτρο • Ογκομετρικούς κυλίνδρους των 10 και 100 mL • Πλαστικό κουταλάκι • Πεχαμετρικό χαρτί • Ράβδο ανάδευσης 	<ul style="list-style-type: none"> • Ασπράδι αυγού αραιωμένο με νερό σε αναλογία 1:1 • Φρέσκο γάλα • Ξίδι • Στερεό NaOH 2 M • Διάλυμα NaOH 2 M • Διάλυμα $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ 1M • Πυκνό HNO_3



Κανόνες ασφαλείας

1. Το πυκνό νιτρικό οξύ είναι έντονα διαβρωτικό. Η εισπνοή των ατμών του προκαλεί σοβαρά προβλήματα. Η χρήση του γίνεται με μεγάλη προσοχή, με γάντια και γυαλιά ασφαλείας, και **μόνο από τον καθηγητή**.
2. Το NaOH είναι διαβρωτική ουσία. Πρέπει να χειρίζεστε ακόμα και τα αραιά διαλύματά του φορώντας γάντια.



Πείραμα 1

Ανίχνευση αζώτου σε πρωτεΐνες

1. Τοποθετήστε σε ποτήρι ζέσης των 100 mL αραιωμένο ασπράδι αυγού.
2. Προσθέστε ένα κουταλάκι στερεό NaOH.
3. Θερμάνετε το μείγμα στο λύχνο, αναδεύοντας συνεχώς.
4. Δημιουργώντας ρεύμα αέρα με το χέρι μυρίστε το αέριο που παράγεται.

Προσοχή!
Το NaOH είναι ουσία διαβρωτική.

- Τι παρατηρείτε;

.....

5. Τοποθετήστε επάνω από το ποτήρι ζέσης φύλλο από πεχαμετρικό χαρτί.

- Παρατηρείτε κάποια μεταβολή;

.....

- Εξηγήστε την παρατήρησή σας.

.....

.....

.....



Πείραμα 2

Ανίχνευση θείου σε πρωτεΐνες

1. Τοποθετήστε σε δοκιμαστικό σωλήνα 2-3 mL από το αραιωμένο ασπράδι αυγού.
2. Προσθέστε 1 mL από το διάλυμα NaOH 2 M.
3. Προσθέστε επίσης 2 mL από το διάλυμα $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ 1 M.
4. Θερμάνετε το σωλήνα μέχρι βρασμού.

- Τι παρατηρείτε;

.....

- Εξηγήστε την παρατήρησή σας.

.....

.....

.....



Πείραμα 3

Ξανθοπρωτεϊνική αντίδραση σε πρωτεΐνες

Πείραμα επίδειξης από τον καθηγητή

1. Σε δοκιμαστικό σωλήνα προσθέστε 2 mL από το αραιωμένο ασπράδι αυγού.
2. Θερμάνετε το σωλήνα στο λύγνο υγραερίου.

- Τι παρατηρείτε;

.....

3. Προσθέστε **με προσοχή** σταγόνες πυκνού HNO_3 και θερμάνετε ήπια **με μεγάλη προσοχή**.

4. Προσθέστε σταγόνες από το διάλυμα NaOH 2 M.

- Τι παρατηρείτε;

.....

- Εξηγήστε την παρατήρησή σας.

.....

.....

.....

Προσοχή!

Το πυκνό HNO_3 είναι έντονα διαβρωτικό.



Πείραμα 4

Απομόνωση της καζεΐνης του γάλακτος

1. Σε ποτήρι ζέσης τοποθετήστε 100 mL περίπου γάλακτος.
2. Προσθέστε 20-30 mL ξιδιού.
- Τι παρατηρείτε;
.....
3. Θερμάνετε ήπια, μέχρι να ολοκληρωθεί η καταβύθιση.
4. Διηθήστε το περιεχόμενο του ποτηριού.
5. Πλύντε το φίλτρο με νερό και αφήστε το να στεγνώσει.
6. Χρησιμοποιήστε το στερεό που σχηματίστηκε για να επαναλάβετε με αυτό (αντί για το αραιωμένο ασπράδι του αυγού) το πείραμα 1.
- Γράψτε τις παρατηρήσεις σας.
.....
.....
.....



Ερωτήσεις αξιολόγησης

1. Με βάση τις παρατηρήσεις σας στο πείραμα 2, εξηγήστε γιατί το χαλασμένο αυγό μυρίζει υδρόθειο (H_2S).
2. Πού βασίστηκε η παραλαβή της καζεΐνης;
3. Εξηγήστε γιατί το ξινισμένο γάλα «κόβει».
4. Εάν στο πείραμα 1, αντί για πεχαμετρικό χαρτί, τοποθετούσατε χαρτί εμβαπτισμένο σε διάλυμα φαινολοφθαλεΐνης, τι θα παρατηρούσατε;
5. Γιατί στο πείραμα 2 δεν προσθέτουμε αμέσως το διάλυμα του $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$;

Πίνακας των 20 α-αμινοξέων που απαντούν στη φύση

$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{OH} \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{NH} \\ \\ \text{C}=\text{NH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{OH} \end{array} $
γλουταμινικό οξύ	αργινίνη	ασπαραγίνη	ασπαραγινικό οξύ
$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{SH} \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array} $
αλανίνη	κυστεΐνη	γλουταμίνη	γλυκίνη
$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{N} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C} \quad \text{C} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{NH} \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{NH}_2 \end{array} $
ιστιδίνη	ισολευκίνη	λευκίνη	λυσίνη

$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{S} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HN} \\ \\ \text{C}_4\text{H}_8 \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{OH} \end{array} $
μεθειονίνη	φαινυλαλανίνη	προλίνη	σερίνη
$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_8\text{H}_6\text{N} \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\ \\ \text{OH} \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $
θρεονίνη	θρυπτοφάνη	τυροσίνη	βαλίνη

Εργαστηριακή άσκηση 22

ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ

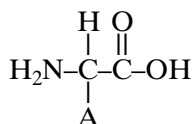


Θεωρία

Οι πρωτεΐνες είναι οργανικές αζωτούχες ενώσεις με μεγάλη Σ.Μ.Μ. Τις συναντάμε σε όλους τους ζωντανούς οργανισμούς. Υπάρχουν πολλά διαφορετικά είδη πρωτεϊνών, τα οποία συμμετέχουν σε διάφορες βιολογικές λειτουργίες.

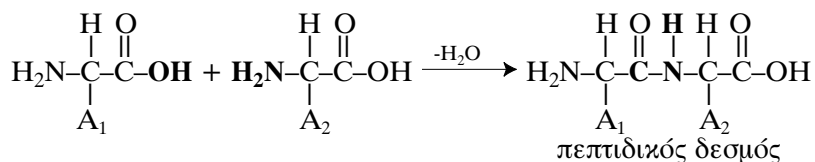
Οι πρωτεΐνες αποτελούνται κυρίως από αμινοξέα. Τα αμινοξέα που έχουν βρεθεί να συμμετέχουν στη δομή των πρωτεϊνών είναι 250 περίπου. Από αυτά μόλις 20 βρίσκονται στη φύση.

Ο γενικός τύπος ενός αμινοξέος είναι:



όπου Α είναι μία λιγότερο ή περισσότερο πολύπλοκη ομάδα. Δηλαδή τα αμινοξέα περιέχουν και καρβοξύλιο και αμινομάδα, συνήθως πρωτοταγή.

Δύο αμινοξέα μπορούν να αντιδράσουν μεταξύ τους με ταυτόχρονη απόσπαση ενός μορίου νερού. Συγκεκριμένα, αντιδρά το καρβοξύλιο του ενός με την αμινομάδα του άλλου. Ο δεσμός που σχηματίζεται ονομάζεται πεπτιδικός δεσμός:



Το προϊόν της αντίδρασης ονομάζεται διπεπτίδιο. Το διπεπτίδιο μπορεί να αντιδράσει με τρίτο αμινοξύ και να δώσει ένα τριπεπτίδιο, το οποίο μπορεί να συνεχίσει να αντιδρά. Το αποτέλεσμα είναι να σχηματιστεί ένα πολυπεπτίδιο. Οι πρωτεΐνες είναι μεγάλα πολυπεπτίδια, με περισσότερα από 50 αμινοξέα.

Στόχοι

Να μπορείς

- Να περιγράφεις τη μέθοδο ανίχνευσης του πεπτιδικού δεσμού.
- Να ανιχνεύεις πειραματικά τον πεπτιδικό δεσμό.
- Να αναφέρεις τι είναι μεταοξείωση υδατοδιαλυτών πρωτεϊνών.
- Να διαπιστώνεις πειραματικά την επίδραση της θερμότητας, των ηλεκτρολυτών και της αιθανόλης σε υδατοδιαλυτές πρωτεΐνες.

Η ανίχνευση ενώσεων που περιέχουν δύο τουλάχιστον πεπτιδικούς δεσμούς στηρίζεται στο ότι με επίδραση αλκαλικού διαλύματος θειικού χαλκού σχηματίζεται σύμπλοκη ένωση με ιώδες χρώμα. Η αντίδραση αυτή χαρακτηρίζεται ως αντίδραση διουρίας (Biuret test).

Δεσμοί που σταθεροποιούν τη διαμόρφωση της πρωτεΐνης στο χώρο είναι ο δεσμός υδρογόνου, οι δεσμοί Van der Waals και οι δισουλφιδικοί δεσμοί.

Η διαλυτότητα των πρωτεϊνών στο νερό ποικίλλει. Μπορεί να είναι πολύ διαλυτές μέχρι αδιάλυτες.

Η αλυσίδα των αμινοξέων σε μια πρωτεΐνη μπορεί να λάβει διάφορες διαμορφώσεις στο χώρο, οι οποίες σταθεροποιούνται με τη δημιουργία δεσμών. Οι διαμορφώσεις αυτές είναι γνωστές ως «ανώτερες δομές» των πρωτεϊνών. Εάν οι δεσμοί που τις σταθεροποιούν καταστραφούν, τότε καταστρέφονται και οι ανώτερες δομές των πρωτεϊνών και οι πρωτεΐνες χάνουν τη λειτουργικότητά τους. Η καταστροφή αυτή ονομάζεται μετουσίωση των πρωτεϊνών.

Η μετουσίωση των πρωτεϊνών επιτυγχάνεται με διάφορους τρόπους, όπως με θέρμανση, με επίδραση ισχυρών οξέων ή βάσεων, με επίδραση ιόντων βαρέων μετάλλων (π.χ. Cu), με προσθήκη αιθανόλης.

Η καθίζηση της πρωτεΐνης από διάλυμά της ονομάζεται θρόμβωση της πρωτεΐνης. Γίνεται με διάφορες μεθόδους και μπορεί να είναι αντιστρεπτή ή όχι. Η θρόμβωση που γίνεται με θέρμανση ή με προσθήκη ισχυρών οξέων ή βάσεων είναι μη αντιστρεπτή.



Τι θα χρειαστείτε

Όργανα - υλικά	Χημικές ουσίες
<ul style="list-style-type: none"> • Δοκιμαστικούς σωλήνες • Στήριγμα δοκιμαστικών σωλήνων • Λύχνο υγραερίου • Σταγονόμετρο • Λαβίδα δοκιμαστικών σωλήνων 	<ul style="list-style-type: none"> • Ασπράδι αυγού αραιωμένο με νερό σε αναλογία 1:1 • Διάλυμα CuSO_4 0,1 M • Διάλυμα NaOH 2M • Αιθανόλη • Διάλυμα H_2SO_4 2M



Κανόνες ασφαλείας

1. Η χρήση του NaOH και του H_2SO_4 απαιτεί προσοχή, διότι πρόκειται για διαβρωτικές ουσίες. Είναι απαραίτητα τα γάντια και τα γυαλιά ασφαλείας.
2. Η χρήση της αιθανόλης πρέπει να γίνεται μακριά από τη φλόγα του λύχνου.



Πείραμα 1

Ανίχνευση πεπτιδικού δεσμού

1. Σε δοκιμαστικό σωλήνα τοποθετήστε 5 mL περίπου από το αραιωμένο ασπράδι αυγού ή φρέσκο γάλα.
2. Με το σταγονόμετρο προσθέστε σταγόνες από το διάλυμα CuSO_4 .

● Τι παρατηρείτε;

.....

3. Εάν χρειαστεί, θερμάνετε το δοκιμαστικό σωλήνα, για να ολοκληρωθεί η θρόμβωση, και αφήστε τον να κρυώσει.
4. Προσθέστε σταγόνες από το διάλυμα NaOH 2 M.

● Καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας.

.....

● Εξηγήστε τις παρατηρήσεις σας στα στάδια 2 και 4.

Στάδιο 2:.....

Στάδιο 4:.....

5. Σε δοκιμαστικό σωλήνα τοποθετήστε νερό ίσου όγκου με το ασπράδι αυγού του σταδίου 1.
 6. Επαναλάβετε τα στάδια 2 και 4.
- Τι παρατηρείτε;

.....

.....



Πείραμα 2

Μετουσίωση πρωτεϊνών

1. Σε καθέναν από πέντε δοκιμαστικούς σωλήνες τοποθετήστε 5 mL από αραιωμένο ασπράδι αυγού ή φρέσκο γάλα.
 2. Θερμάνετε τον πρώτο δοκιμαστικό σωλήνα σε φλόγα λύχνου υγραερίου.
- Τι παρατηρείτε;

.....

.....

3. Στο δεύτερο σωλήνα προσθέστε **με προσοχή** κατά σταγόνες 1 mL από το διάλυμα H_2SO_4 2 M.

● Τι παρατηρείτε;

.....

.....

4. Στον τρίτο σωλήνα προσθέστε **με προσοχή** κατά σταγόνες 1 mL από το διάλυμα NaOH 2M.

● Τι παρατηρείτε;

.....

.....

Προσοχή!

Το NaOH και το H_2SO_4 είναι ουσίες διαβρωτικές.

5. Στον τέταρτο σωλήνα προσθέστε κατά σταγόνες 2 mL αιθανόλης.

● Τι παρατηρείτε;

.....

6. Στον πέμπτο σωλήνα μην προσθέσετε τίποτε. Τον κρατάτε ως δείγμα αναφοράς, για να συγκρίνετε τα άλλα δείγματα.

● Δώστε μια εξήγηση των παρατηρήσεών σας στα στάδια 2, 3, 4 και 5.

.....



Ερωτήσεις αξιολόγησης

1. Γράψτε το γενικό τύπο ενός αμινοξέος.
2. Ποια είναι η διαφορά ενός αμινοξέος από μία πρωτεΐνη;
3. Γράψτε την αντίδραση δημιουργίας πεπτιδικού δεσμού από την αντίδραση δύο αμινοξέων.
4. Δώστε τρία παραδείγματα από την καθημερινή ζωή στα οποία να μετουσιώνονται πρωτεΐνες.
5. Τι νομίζετε ότι θα συμβεί, εάν προσθέσετε ξίδι σε γάλα;
6. Εξηγήστε τις απολυμαντικές ιδιότητες του οινόπνευματος.

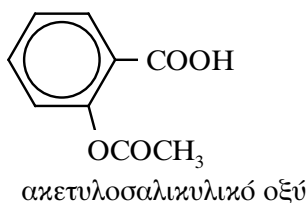
Εργαστηριακή άσκηση 23

ΑΣΠΙΡΙΝΗ



Θεωρία

Η ασπιρίνη είναι το πιο διαδεδομένο αντιπυρετικό και παυσίπονο φάρμακο. Το δραστικό συστατικό της είναι το ακετυλοσαλικυλικό οξύ:



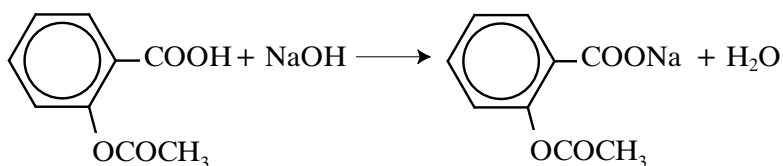
Στόχοι

Να μπορείς

- Να προσδιορίζεις ποσοτικά το δραστικό συστατικό της ασπιρίνης.
- Να συνθέτεις με πρώτη ύλη την ασπιρίνη σαλικυλικό μεθυλεστέρα.

Στο εμπόριο κυκλοφορεί με τη μορφή δισκίων, σε διάφορα είδη (αναβράζοντα δισκία, εμπλουτισμένα με βιταμίνη C κ.ά.). Στην πιο συνηθισμένη μορφή κάθε δισκίο έχει μάζα 0,6 g, από τα οποία τα 0,5 g είναι ακετυλοσαλικυλικό οξύ. Το υπόλοιπο είναι διάφορα άλλα συστατικά που χαρακτηρίζονται ως «έκδοχα».

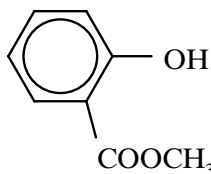
Ο προσδιορισμός του δραστικού συστατικού στην ασπιρίνη μπορεί να γίνει με ογκομέτρηση με διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) 0,1 M και δείκτη φαινολοφθαλεΐνη:



Τα διαλύματα που χρησιμοποιούνται είναι αραιά και γι' αυτό η αντίδραση που γίνεται σε θερμοκρασία δωματίου είναι μόνο η αντίδραση οξέος - βάσης.

Με πρώτη ύλη την ασπιρίνη μπορεί να παρασκευαστεί ο σαλικυλικός μεθυλεστέρας, ο οποίος είναι συστατικό διάφορων φυτικών

αιθέριων ελαίων με χαρακτηριστική οσμή και χρησιμοποιείται κυρίως σε αντιρρευματικές αλοιφές:



σαλικυλικός μεθυλεστέρας

Παρασκευάζεται με επίδραση μεθανόλης στην ασπιρίνη, παρουσία πυκνού H_2SO_4 .

Παράδειγμα υπολογισμών

Έστω ότι καταναλώθηκαν α mL από το διάλυμα NaOH 0,1 M για την εξουδετέρωση του δραστικού συστατικού ενός δισκίου ασπιρίνης.

Αριθμός mol NaOH : $0,1\alpha 10^{-3} = \alpha 10^{-4}$.

Άρα και αριθμός mol ακετυλοσαλικυλικού οξέος = $\alpha 10^{-4}$.

Η Σ.Μ.Μ. του σαλικυλικού οξέος είναι 180.

Επομένως μάζα οξέος σε g = $180 \alpha 10^{-4} = 0,018\alpha$.

Άρα σε ένα δισκίο ασπιρίνης περιέχονται 0,018α g ακετυλοσαλικυλικού οξέος.



Τι θα χρειαστείτε

Όργανα - υλικά	Χημικές ουσίες
<ul style="list-style-type: none"> • Ορθοστάτη • Στήριγμα προχοΐδας • Κωνικές φιάλες των 100 mL • Ογκομετρική φιάλη των 250 mL • Σφαιρικές φιάλες των 100 mL • Προχοΐδα • Πηγή θέρμανσης • Σταγονόμετρο • Χωνιά διήθησης • Ψυκτήρα • Διαχωριστικό χωνί • Φίλτρο 	<ul style="list-style-type: none"> • Δισκία ασπιρίνης • Διάλυμα NaOH 0,1 M • Απιονισμένο νερό • Διάλυμα δείκτη φαινολοφθαλεΐνης • Μεθανόλη • Διάλυμα Na_2CO_3 5% • Πυκνό H_2SO_4 • Άνυδρο Na_2SO_4 • Πέτρες βρασμού



Κανόνες ασφαλείας

1. Το πυκνό θειικό οξύ, όταν πέσει στο δέρμα, προκαλεί σοβαρά εγκαύματα. Να χειρίζεστε με μεγάλη προσοχή τα διαλύματά του φορώντας πάντα γάντια και προστατευτικά γυαλιά. Να θυμάστε ότι η αραιώσή του γίνεται με σταδιακή προσθήκη του οξέος στο νερό και ποτέ αντίστροφα. Υπάρχει κίνδυνος, λόγω της ισχυρής εξώθερμης αντίδρασης, να εκτιναχθούν σταγονίδια οξέος και να προκαλέσουν ζημιές.
2. Η θέρμανση της μεθανόλης απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή, γιατί η μεθανόλη είναι εύφλεκτη. Συνιστάται η θέρμανση να γίνει σε θερμομανδύα. Εάν όμως πραγματοποιηθεί σε υδρόλουτρο, είναι προτιμότερο να γίνει με σβηστή τη φλόγα του λύχνου υγραερίου.
3. Οι εκχυλίσσεις με CHCl_3 συνιστάται να γίνουν στον απαγωγό.



Πείραμα 1

Προσδιορισμός δραστικού συστατικού στην ασπιρίνη

1. Κονιοποιήστε ένα δισκίο ασπιρίνης σε γουδί.
2. Μεταφέρετε τη σκόνη της ασπιρίνης σε ογκομετρική φιάλη των 250 mL με τη βοήθεια στεγνού χωνιού διήθησης.
3. Ξεπλύντε το γουδί και το χωνί με απιονισμένο νερό και προσθέστε τα εκπλύματα στην ογκομετρική φιάλη.
4. Συμπληρώστε την ογκομετρική φιάλη μέχρι τα $\frac{2}{3}$ του όγκου της και ανακινήστε δυνατά μέχρι τη διάλυση του περιεχομένου.
5. Συμπληρώστε με απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή.
6. Στηρίξτε την προχοΐδα στον ορθοστάτη με τη βοήθεια της λαβίδας.
7. Συμπληρώστε την προχοΐδα, με τη βοήθεια χωνιού διήθησης, με διάλυμα NaOH 0,1 M.
8. Ανοίξτε τη στρόφιγγα και αφήστε το διάλυμα να τρέξει, μέχρι να γεμίσει η άκρη της προχοΐδας που είναι κάτω από τη στρόφιγγα.
9. Σημειώστε την ένδειξη της στάθμης του NaOH στην προχοΐδα.

Αρχική ένδειξη:

10. Σε κωνική φιάλη των 100 mL τοποθετήστε ακριβώς 10 mL από το διάλυμα της ασπιρίνης της ογκομετρικής φιάλης.
11. Προσθέστε κατά σταγόνες το διάλυμα του NaOH από την προχοΐδα στην κωνική φιάλη, ανακινώντας τη φιάλη συνεχώς.
12. Μόλις το διάλυμα στη φιάλη αλλάξει μόνιμα χρώμα (ακόμη και με την προσθήκη μίας και μόνο σταγόνας), σταματήστε την προσθήκη σταγόνων.

● Τι χρώμα απέκτησε το διάλυμα;

.....

13. Σημειώστε τη νέα ένδειξη της στάθμης στην προχοΐδα.

Τελική ένδειξη:

● Υπολογίστε τον όγκο του διαλύματος NaOH που καταναλώθηκε.

$V_1(\text{mL}) = \dots\dots\dots$

14. Επαναλάβετε την ογκομέτρηση (στάδια 9-13) άλλες δύο φορές.

α. Αρχική ένδειξη 2 =

Τελική ένδειξη 2 =

$V_2(\text{mL}) = \dots\dots\dots$

β. Αρχική ένδειξη 3 =

Τελική ένδειξη 3 =

$V_3(\text{mL}) = \dots\dots\dots$

15. Υπολογίστε το μέσο όρο των τριών μετρήσεων.

$V(\text{mL}) = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{3} = \dots\dots\dots$

16. Υπολογίστε την ποσότητα του ακετυλοσαλικυλικού οξέος σε ένα δισκίο ασπιρίνης.

.....

.....

.....

.....

.....



Πείραμα 2

Παρασκευή σαλικυλικού μεθυλεστερά

1. Σε σφαιρική φιάλη των 100 mL τοποθετήστε 4 κονιοποιημένα δισκία ασπιρίνης.
2. Προσθέστε 10 mL μεθανόλης και μικρές πέτρες βρασμού.
3. Προσθέστε με προσοχή και κατά σταγόνες 1 mL πυκνού H_2SO_4 .
4. Προσαρμόστε κάθετο ψυκτήρα και συνδέστε τον σωστά με τη βρύση και την αποχέτευση.
5. Θερμάνετε το μείγμα σε υδρόλουτρο επί 30 min.
6. Αποχύστε το μείγμα σε κωνική φιάλη των 100 mL που περιέχει 50 mL νερού.

Προσοχή!

Η μεθανόλη είναι εύφλεκτη.

Προσοχή!

Το H_2SO_4 είναι έντονα διαβρωτικό.

- Διαπιστώνετε κάποια χαρακτηριστική μυρωδιά;

.....

7. Μεταφέρετε το περιεχόμενο της κωνικής φιάλης σε διαχωριστικό χωνί και προσθέστε 25 mL CHCl_3 .
8. Ανακινήστε το χωνί και αφήστε το να ηρεμήσει.
9. Παραλάβετε την οργανική στιβάδα.

- Ποια είναι η οργανική και ποια η υδατική στιβάδα;

.....

.....

10. Επαναλάβετε την εκχύλιση της υδατικής στιβάδας με άλλα 25 mL CHCl_3 .
11. Ενώστε τα εκχυλίσματα του CHCl_3 .
12. Μεταφέρετε τα σε διαχωριστικό χωνί και πλύντε τα με 25 mL νερού.
13. Απομακρύνετε την υδατική στιβάδα και επαναλάβετε την πλύση με 25 mL από το διάλυμα Na_2CO_3 5%.
14. Μεταφέρετε την οργανική στιβάδα σε κωνική φιάλη των 100 mL, προσθέστε 1 g περίπου από το άνυδρο Na_2SO_4 , σκεπάστε τη φιάλη και αφήστε τη για 10 min.

15. Διηθήστε το περιεχόμενο της κωνικής φιάλης σε σφαιρική φιάλη των 100 mL.
 16. Εξατμίστε το διαλύτη σε περιστροφικό εξατμιστήρα κενού.
- Τι σας θυμίζει η μυρωδιά του περιεχομένου της φιάλης;
-



Ερωτήσεις αξιολόγησης

1. Αναγνωρίστε τις χαρακτηριστικές ομάδες που υπάρχουν στο μόριο του δραστικού συστατικού της ασπιρίνης.
2. Ποια είναι η συγκέντρωση του ακετυλοσαλικυλικού οξέος στο διάλυμα της ογκομετρικής φιάλης των 250 mL;
3. Η ασπιρίνη κυκλοφορεί και σε δισκία των 0,3 g, με την ίδια περιεκτικότητα σε δραστικό συστατικό. Πόσα mL NaOH 0,1 M θα χρειαστούν για την ογκομέτρηση του δραστικού συστατικού δύο δισκίων της παραπάνω συσκευασίας;
4. Γράψτε την αντίδραση στην οποία στηρίζεται ο προσδιορισμός του δραστικού συστατικού της ασπιρίνης.
5. Ποιες χαρακτηριστικές ομάδες αναγνωρίζετε στο μόριο του σαλικυλικού μεθυλεστέρα;

Εργαστηριακή άσκηση 24

ΔΙΑΚΡΙΣΕΙΣ



Θεωρία

Στο εργαστήριο χρειάζεται συχνά να διακρίνουμε μια οργανική ένωση από μία ή περισσότερες άλλες οργανικές ενώσεις. Η διάκριση αυτή στηρίζεται σε μία ή περισσότερες φυσικές ή χημικές ιδιότητες που διαφοροποιούν την ουσία που εξετάζουμε από τις υπόλοιπες.

Η διαφοροποίηση θα πρέπει να συνδέεται με κάποιο πειραματικό αποτέλεσμα το οποίο να γίνεται άμεσα αντιληπτό, όπως:

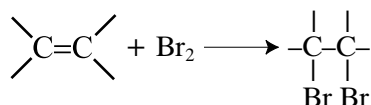
- έκλυση αερίου,
- αλλαγή χρώματος,
- σχηματισμός ιζήματος κ.ά.

Η γενική αυτή αρχή για τη διάκριση των οργανικών ενώσεων εφαρμόζεται πιο συγκεκριμένα, εάν είναι γνωστές οι ομόλογες σειρές στις οποίες ανήκουν οι ουσίες που εξετάζονται.

Στη συνέχεια αναφέρονται συγκεκριμένα παραδείγματα.

A. Διάκριση αλκανίου – αλκενίου

Στηρίζεται στο ότι τα αλκένια αντιδρούν με το καστανέρυθρο διάλυμα βρομίου (Br_2) και το αποχρωματίζουν:

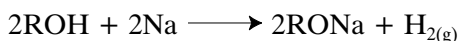


Τα αλκάνια, στις ίδιες συνθήκες, δεν αντιδρούν.

B. Διάκριση αλκοόλης - αιθέρα

Οι αλκοόλες:

- Αντιδρούν με νάτριο (Na) και απελευθερώνουν αέριο υδρογόνο (H_2):

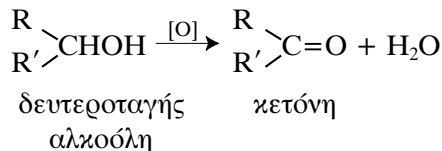
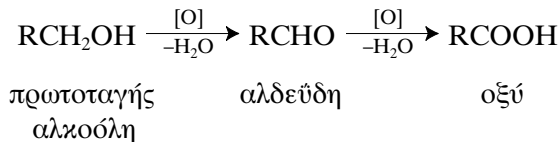


Στόχοι

Να μπορείς να διακρίνεις πειραματικά αν μια οργανική ένωση είναι

- αλκάνιο ή αλκένιο.
- αλκοόλη ή αιθέρας.
- οργανικό οξύ ή εστέρα.
- αλδεύδη ή κετόνη.
- ακετόνη ή αιθανόλη ή οξικό οξύ.

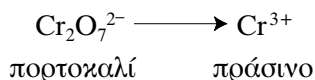
β. Οι πρωτοταγείς και οι δευτεροταγείς οξειδώνονται:



Εάν η οξείδωση γίνει με όξινο διάλυμα υπερμαγγανικού καλίου (KMnO_4), το ιώδες χρώμα των ιόντων MnO_4^- εξαφανίζεται:



Εάν η οξείδωση γίνει με όξινο διάλυμα διχρωμικού καλίου ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), το πορτοκαλί χρώμα των ιόντων $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ μετατρέπεται στο πράσινο των ιόντων Cr^{3+} :



Οι τριτοταγείς αλκοόλες δεν οξειδώνονται.

Οι αιθέρες δε δίνουν καμία από τις παραπάνω αντιδράσεις των αλκοολών.

Γ. Διάκριση οργανικού οξέος - εστέρα

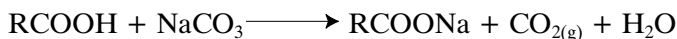
Τα οργανικά οξέα εμφανίζουν τις ιδιότητες του όξινου χαρακτήρα, σε αντίθεση με τους εστέρες οι οποίοι δεν τις εμφανίζουν. Έτσι τα οργανικά οξέα:

α. Αλλάζουν το χρώμα των δεικτών.

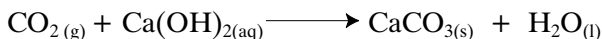
β. Αντιδρούν με νάτριο (Na) και απελευθερώνουν αέριο υδρογόνο (H_2):



γ. Αντιδρούν με ανθρακικά άλατα και απελευθερώνουν αέριο διοξείδιο του άνθρακα (CO_2):



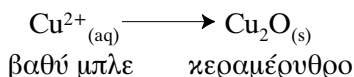
Το CO_2 θολώνει το διαυγές ασβεστόνερο [κορεσμένο διάλυμα υδροξειδίου του ασβεστίου $\text{Ca}(\text{OH})_2$] σχηματίζοντας ίζημα ανθρακικού ασβεστίου (CaCO_3):



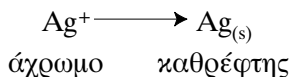
Δ. Διάκριση αλδεΐδης - κετόνης

Οι αλδεΐδες οξειδώνονται με ήπια οξειδωτικά μέσα και δίνουν οξέα. Ήπια οξειδωτικά μέσα για την οξείδωση αλδεϋδών θεωρούνται:

α. Το **αντιδραστήριο Fehling**, που είναι ένα βαθύ μπλε αλκαλικό διάλυμα θειικού χαλκού ΙΙ (CuSO_4). Κατά την οξείδωση τα ιόντα Cu^{+2} ανάγονται και σχηματίζεται οξείδιο του χαλκού Ι (Cu_2O), που είναι κεραμέρυθρο:



β. Το **αντιδραστήριο Tollens**, που είναι ένα αμμωνιακό διάλυμα νιτρικού αργύρου (AgNO_3). Κατά την οξείδωση ανάγονται τα ιόντα αργύρου (Ag^+) και σχηματίζεται μεταλλικός άργυρος (Ag), δηλαδή ένας καθρέφτης αργύρου:



Ε. Για τη διάκριση τριών ή περισσότερων ενώσεων που ανήκουν σε γνωστές ομόλογες σειρές γίνεται προσπάθεια να βρεθούν οι πιο χαρακτηριστικές αντιδράσεις κάθε ομόλογης σειράς, ώστε να γίνει η διάκριση της μίας από τις άλλες δύο.



Τι θα χρειαστείτε

Όργανα - υλικά	Χημικές ουσίες
<ul style="list-style-type: none"> • Δοκιμαστικούς σωλήνες • Ογκομετρικό κύλινδρο των 10 mL • Σταγονόμετρο • Λύχνο υγραερίου • Κεκαμμένο σωλήνα σε σχήμα Π • Πώματα για δοκιμαστικούς σωλήνες • Κουταλάκι • Ξύλινη λαβίδα δοκιμαστικών σωλήνων 	<ul style="list-style-type: none"> • Εξάνιο • Κυκλοεξένιο • Διαιθυλαιθέρα • Αιθανόλη • Οξικό οξύ • Διαυγές κορεσμένο διάλυμα Ca(OH)_2 • Οξικό αιθυλεστέρα • Ακεταλδεύδη (αιθανάλη) • Ακετόνη (προπανόλη) • Αντιδραστήρια Fehling A και B • Βρομιούχο νερό* • Διάλυμα $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,1 M • Πυκνό H_2SO_4 • Στερεό Na_2CO_3

* Παρασκευή βρομιούχου νερού (από τον καθηγητή)

Με σιφώνιο μεταφέρονται 0,5 mL βρομίου σε σκουρόχρωμο σταγονομετρικό φιαλίδιο των 100 mL που περιέχει 60 mL περίπου νερό. Στη συνέχεια το φιαλίδιο συμπληρώνεται με νερό, πωματίζεται και ανακινείται.

Όλη η διαδικασία γίνεται στον απαγωγό. Η φιάλη του βρομίου πωματίζεται αμέσως μετά τη λήψη της απαιτούμενης ποσότητας και η μετάγγιση του βρομίου γίνεται με την άκρη του σιφωνίου βυθισμένη στο νερό του φιαλιδίου.



Κανόνες ασφαλείας

1. Το Br_2 είναι υγρό ερεθιστικό για το δέρμα, τα μάτια και το αναπνευστικό σύστημα.

2. Το πυκνό θειικό οξύ, όταν πέσει στο δέρμα, προκαλεί σοβαρά εγκαύματα. Να χειρίζεστε με μεγάλη προσοχή τα διαλύματά του φορώντας πάντα γάντια και προστατευτικά γυαλιά. Να θυμάστε ότι η αραιώσή του γίνεται με σταδιακή προσθήκη του οξέος στο νερό και ποτέ αντίστροφα. Υπάρχει κίνδυνος, λόγω της ισχυρής εξώθερμης αντίδρασης, να εκτιναχθούν σταγονίδια οξέος και να προκαλέσουν ζημιές.



Πείραμα 1

Προσοχή!
Η εργασία να γίνει
στον απαγωγό.

Διάκριση εξανίου - κυκλοεξενίου

1. Σας δίνονται δύο άγνωστα δείγματα ουσιών. Το ένα είναι εξάνιο και το άλλο κυκλοεξένιο.
2. Τοποθετήστε 2-3 σταγόνες από το πρώτο υγρό σε δοκιμαστικό σωλήνα.
3. Προσθέστε 2-3 σταγόνες από το διάλυμα βρομιούχου νερού.
4. Σημειώστε τις παρατηρήσεις σας.

1ος σωλήνας:

5. Επαναλάβετε τα στάδια 2-3 και για το δεύτερο υγρό.

6. Σημειώστε τις παρατηρήσεις σας.

2ος σωλήνας:

- Ποιο υγρό περιέχει κάθε σωλήνας;

1ος σωλήνας:

2ος σωλήνας:

- Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

.....

.....

.....

.....



Πείραμα 2

Διάκριση αιθανόλης - διαιθυλαιθέρα

1. Σας δίνονται δύο άγνωστα δείγματα ουσιών. Το ένα είναι αιθανόλη και το άλλο διαιθυλαιθέρας.
2. Τοποθετήστε σε δοκιμαστικό σωλήνα 5 mL από το ένα υγρό.
3. Προσθέστε με προσοχή 1 mL πυκνού H_2SO_4 .
4. Αφού κρυώσει ο σωλήνας, προσθέστε 3 mL από το διάλυμα $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,1 M.
5. Σημειώστε τις παρατηρήσεις σας.

Προσοχή!

Το H_2SO_4 είναι έντονα διαβρωτικό.

1ος σωλήνας:

6. Επαναλάβετε τα στάδια 2-4 και για το δεύτερο δείγμα.

7. Σημειώστε τις παρατηρήσεις σας.

2ος σωλήνας:

- Ποια ουσία περιέχει κάθε σωλήνας;

1ος σωλήνας:

2ος σωλήνας:

- Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

.....



Πείραμα 3

Διάκριση οξικού οξέος - οξικού αιθυλεστέρα

1. Σας δίνονται δύο άγνωστα δείγματα ουσιών. Το ένα είναι οξικό οξύ και το άλλο οξικός αιθυλεστέρας.
2. Σε δοκιμαστικό σωλήνα τοποθετήστε μισό κουταλάκι σκόνη Na_2CO_3 .
3. Σε άλλο δοκιμαστικό σωλήνα τοποθετήστε 10 mL περίπου από το διαυγές κορεσμένο διάλυμα CaCO_3 .
4. Προσθέστε στον πρώτο σωλήνα 5 mL από το ένα δείγμα.
5. Πωματίστε **αμέσως** το σωλήνα με πώμα από το οποίο διέρχεται το ένα άκρο γυάλινου σωλήνα σε σχήμα Π και βυθίστε το άλλο άκρο στο σωλήνα που περιέχει το διάλυμα του $\text{Ca}(\text{OH})_2$.
6. Σημειώστε τις παρατηρήσεις σας.

1ος σωλήνας:

7. Επαναλάβετε τα στάδια 2-5 και για το άλλο δείγμα.

8. Σημειώστε τις παρατηρήσεις σας.

2ος σωλήνας:

- Ποια ουσία περιέχει κάθε σωλήνας;

1ος σωλήνας:

2ος σωλήνας:

- Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

.....



Πείραμα 4

Διάκριση αιθανάλης - προπανόνης

1. Σας δίνονται δύο άγνωστα δείγματα ουσιών. Το ένα είναι αιθανάλη και το άλλο προπανόνη.
2. Σε δοκιμαστικό σωλήνα τοποθετήστε 5 mL από το πρώτο δείγμα.
3. Προσθέστε 2 mL από το αντιδραστήριο Fehling A και 2 mL από το αντιδραστήριο Fehling B και ανακινήστε το σωλήνα.
4. Θερμάνετε το σωλήνα σε ήπια φλόγα, κρατώντας τον με τη λαβίδα.
5. Σημειώστε τις παρατηρήσεις σας.

1ος σωλήνας:

.....

6. Επαναλάβετε τα στάδια 2-4 και για το δεύτερο δείγμα.

7. Σημειώστε τις παρατηρήσεις σας.

2ος σωλήνας:

.....

- Ποια ουσία περιέχει κάθε σωλήνας;

1ος σωλήνας:

2ος σωλήνας:

- Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

.....

.....

.....

.....



Πείραμα 5

Διάκριση ακετόνης - αιθανόλης - οξικού οξέος

1. Σας δίνονται τρία άγνωστα δείγματα ουσιών. Το ένα είναι ακετόνη, το άλλο αιθανόλη και το τρίτο οξικό οξύ.
2. Σε τρεις δοκιμαστικούς σωλήνες τοποθετήστε 5 mL από κάθε δείγμα.
3. Για καθένα από τα τρία δείγματα εκτελέστε τα στάδια 2-4 του πειράματος 2.
4. Σημειώστε τις παρατηρήσεις σας.

1ος σωλήνας:

.....

2ος σωλήνας:

.....

3ος σωλήνας:

.....

5. Σε άλλους τρεις δοκιμαστικούς σωλήνες τοποθετήστε 5 mL από κάθε δείγμα και αριθμήστε τους με την ίδια σειρά όπως και παραπάνω.

6. Για καθένα από τα τρία δείγματα εκτελέστε τα στάδια 2-5 του πειράματος 3.

7. Σημειώστε τις παρατηρήσεις σας.

1ος σωλήνας:

.....

2ος σωλήνας:

.....

3ος σωλήνας:

.....

- Ποια ουσία περιέχει καθένας από τους τρεις σωλήνες;

1ος σωλήνας:

2ος σωλήνας:

3ος σωλήνας:

- Αιτιολογήστε την απάντησή σας:

.....

.....

.....

.....



Ερωτήσεις αξιολόγησης

- Εάν στο πείραμα 2 χρησιμοποιούσατε όξινο διάλυμα KMnO_4 , τι θα παρατηρούσατε;
- Εάν στο πείραμα 3 τοποθετούσατε πεχαμετρικό χαρτί στους δύο δοκιμαστικούς σωλήνες, τι θα παρατηρούσατε;
- Εάν στο πείραμα 4 χρησιμοποιούσατε αντιδραστήριο Tollens αντί για αντιδραστήριο Fehling, τι θα παρατηρούσατε;
- Εάν στα πειράματα 2 και 3 προσθέτατε νάτριο, τι θα παρατηρούσατε;
- Προτείνετε ένα σχέδιο, διαφορετικό από αυτό που αναγράφεται παραπάνω, για τη διάκριση της αιθανόλης, της ακετόνης και του οξικού οξέος.
- Πώς θα μπορούσατε να διακρίνετε πειραματικά τα παρακάτω ζεύγη ουσιών;
 - προπανάλη - προπανόνη
 - βουτανικό οξύ - οξικός μεθυλεστέρας
 - 1-εξένιο - επτάνιο
 - προπανόλη - διαιθυλαιθέρας
 - προπανικό οξύ - προπενικό οξύ

7. Σε εργαστήριο ξεχάστηκαν ανοιχτές δύο φιάλες με υγρές χημικές ουσίες χωρίς ετικέτες. Μπαίνοντας στο εργαστήριο αισθάνεται κανείς τη μυρωδιά του οξικού αιθυλεστέρα και της αιθανόλης. Μπορείτε να τοποθετήσετε σε κάθε φιάλη τη σωστή ετικέτα;
8. Μια φιάλη περιέχει ή 2-μεθυλο-βουτάνιο ή κυκλοεξένιο. Πώς μπορείτε να διαπιστώσετε ποιο από τα δύο περιέχει η φιάλη;
9. Σε τέσσερις φιάλες (Α, Β, Γ, Δ) στο εργαστήριο χάθηκαν οι ετικέτες. Οι φιάλες περιείχαν 1-βουτανόλη, 2-βουτανόνη, βουτανικό οξύ και βουτανάλη. Από πειράματα που έγιναν παρατηρήθηκαν τα παρακάτω:
- α. Με Na_2CO_3 αντιδρά με έκλυση αερίου η ουσία στη φιάλη Α.
 - β. Με Na αντιδρούν με έκλυση αερίου οι ουσίες στις φιάλες Α και Δ.
 - γ. Με αντιδραστήριο Fehling αντιδρά η ουσία στη φιάλη Β.
- Προσδιορίστε ποια ουσία περιέχει καθεμία από τις τέσσερις φιάλες.

Εργαστηριακή άσκηση 25

ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΕΙΣ



Θεωρία

Όταν ζητείται η **ταυτοποίηση** μιας οργανικής ένωσης, ζητείται η εύρεση του συντακτικού της τύπου (Σ.Τ.). Αυτό επιτυγχάνεται μετά από μια σειρά δοκιμών με τις οποίες προσπαθούμε να διαπιστώσουμε την ύπαρξη χαρακτηριστικών ομάδων στο μόριο της άγνωστης ένωσης. Το συμπέρασμα των δοκιμών αυτών επιβεβαιώνεται με τη μέτρηση μιας φυσικής σταθεράς (σ.π., σ.β., δείκτης διάθλασης κ.ά.) που βρίσκεται από πίνακες.

Η ταυτοποίηση είναι πιο εύκολη, όταν μας δίνεται ένας ορισμένος αριθμός πιθανών Σ.Τ. της ένωσης. Τότε προσπαθούμε να επιβεβαιώσουμε ή να απορρίψουμε, με χαρακτηριστικές αντιδράσεις, την παρουσία ορισμένων ομάδων στο μόριο της ένωσης.

Στόχος

Να μπορείς να ταυτοποιείς πειραματικά μια χημική ένωση εξετάζοντας τη χημική συμπεριφορά της με διάφορα γνωστά αντιδραστήρια.

Πίνακας 25.1

Χαρακτηριστικές αντιδράσεις ορισμένων ομάδων

διπλός δεσμός	<ul style="list-style-type: none">• Αποχρωματίζει το καστανέρυθρο διάλυμα του Br_2.
αλκοολικό υδροξύλιο	<ul style="list-style-type: none">• Με επίδραση Na απελευθερώνεται αέριο υδρογόνο.• Το πρωτοταγές και το δευτεροταγές αποχρωματίζουν το όξινο διάλυμα του KMnO_4 και αλλάζουν το χρώμα του όξινου διαλύματος του $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ από πορτοκαλί σε πράσινο.
καρβοξύλιο	<ul style="list-style-type: none">• Με επίδραση Na απελευθερώνεται αέριο υδρογόνο.• Αλλάζει το χρώμα των δεικτών.• Με επίδραση ανθρακικών αλάτων (Na_2CO_3) απελευθερώνεται αέριο CO_2, το οποίο θολώνει το διαυγές κορεσμένο διάλυμα του $\text{Ca}(\text{OH})_2$.
αλδεϋδομάδα	<ul style="list-style-type: none">• Αντιδρά με αντιδραστήριο Fehling και δίνει κεραμέρυθρο Cu_2O.• Αντιδρά με το αντιδραστήριο Tollens και δίνει καθρέφτη Ag.

Για τις χημικές αντιδράσεις των ιδιοτήτων του πίνακα 25.1 βλέπε εργαστηριακή άσκηση 24.



Τι θα χρειαστείτε

Όργανα - υλικά	Χημικές ουσίες
<ul style="list-style-type: none"> • Δοκιμαστικούς σωλήνες • Σταγονόμετρο • Λαβίδα δοκιμαστικών σωλήνων • Λυχνίο υγραερίου • Μαχαιράκι • Ογκομετρικό κύλινδρο των 10mL • Πεχαμετρικό χαρτί 	<ul style="list-style-type: none"> • Μεταλλικό Na • Διάλυμα $K_2Cr_2O_7$ 0,1 M • Πυκνό H_2SO_4 • Αντιδραστήρια Fehling A και B • Οξικό οξύ • Ακετόνη • Αιθανάλη • 2-μεθυλο-2-προπανόλη • Αιθανόλη



Κανόνες ασφαλείας

1. Το μεταλλικό νάτριο είναι πολύ δραστικό, εύφλεκτο και επικίνδυνο, γι' αυτό φυλάσσεται σε κλειστό δοχείο μέσα σε πετρελαιο. Δεν πρέπει να το πιάνει κανείς με το χέρι, παρό μόνο με λαβίδα, ούτε πρέπει να παραμένει στεγνό στον ατμοσφαιρικό αέρα. Ο χειρισμός του νατρίου (Na) γίνεται με γάντια και **μόνο από τον καθηγητή**.
2. Το πυκνό θειικό οξύ, όταν πέσει στο δέρμα, προκαλεί σοβαρά εγκαύματα. Να χειρίζεστε με μεγάλη προσοχή τα διαλύματά του φορώντας πάντα γάντια και προστατευτικά γυαλιά. Να θυμάστε ότι η αραιώσή του γίνεται με σταδιακή προσθήκη του οξέος στο νερό και ποτέ αντίστροφα. Υπάρχει κίνδυνος, λόγω της ισχυρής εξώθερμης αντίδρασης, να εκτιναχθούν σταγονίδια οξέος και να προκαλέσουν ζημιές.



Πείραμα

1. Σας δίνεται μια άγνωστη υγρή ουσία της οποίας ο Σ.Τ. είναι ένας από τους παρακάτω:

Πίνακας

1. CH_3CCH_3 \parallel O	2. CH_3CH \parallel O	3. CH_3 $ $ CH_3COH $ $ CH_3	4. CH_3COH \parallel O	5. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
--	---	---	--	---

2. Παίρνοντας κάθε φορά 2 mL από την άγνωστη ουσία, κάντε τις παρακάτω δοκιμές.

3. Ρίξτε **προσεκτικά** μικρό κομμάτι, σαν φακή, νάτριο.

● Παρατήρηση:

.....

● Συμπέρασμα:

.....

4. Προσθέστε προσεκτικά 2-3 σταγόνες από το πυκνό διάλυμα H_2SO_4 και στη συνέχεια 1 mL από το διάλυμα $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,1 M.

● Παρατήρηση:

.....

● Συμπέρασμα:

.....

5. Βυθίστε την άκρη ταινίας πεχαμετρικού χαρτιού.

● Παρατήρηση:

.....

● Συμπέρασμα:

.....

6. Προσθέστε 1 mL από το αντιδραστήριο Fehling A και 1 mL από το αντιδραστήριο Fehling B και θερμάνετε το σωλήνα ήπια.

Προσοχή!

Η προσθήκη του νατρίου γίνεται από τον καθηγητή.

Προσοχή!

Το H_2SO_4 είναι έντονα διαβρωτικό.

- Παρατήρηση:
-
- Συμπέρασμα:
-
- Τελικό συμπέρασμα:
-
-
-



Ερωτήσεις αξιολόγησης

- Γράψτε τις αντιδράσεις για όσες ενώσεις από τον πίνακα νομίζετε ότι θα έδιναν θετική αντίδραση στις δοκιμές του πειράματος.
- Σας δίνεται μια άγνωστη ουσία της οποίας ο Σ.Τ. είναι ένας από τους παρακάτω:

1. CH_3COOH O	2. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}$ O	3. $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{COH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	4. CH_3CCH_3 O	5. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$
--	---	--	---	---

Επίσης σας δίνονται και οι παρακάτω χημικές ουσίες:

- μεταλλικό Na,
 - διάλυμα KMnO_4 0,1 M,
 - πυκνό H_2SO_4 ,
 - αντιδραστήρια Fehling A και B,
 - αντιδραστήριο Tollens,
 - πεχαμετρικό χαρτί.
- Προτείνετε την πορεία σύμφωνα με την οποία θα ταυτοποιήσετε την άγνωστη ουσία που σας δόθηκε, μέσα από το σύνολο των πιθανών οργανικών ουσιών.
 - Για κάθε δοκιμή γράφετε την αντίστοιχη χημική αντίδραση.

A. ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. AUTORENKOLLEKTIV, *Organikum*, 13 Auflage, Berlin 1974.
2. BORGFORD C., SUMMERLIN L., *Chemical Activities*, Teacher Edition, ACS, 1988.
3. GATTERMANN, WIELAND, *Die Praxis des Organischen Chemikers*, 43 Auflage, Walter de Gruyter, Berlin-New York 1982.
4. HILL G., HOLMAN J., *Chemistry in Context, Laboratory Manual and Study Guide*, Nelson, 1995.
5. PELLER J., *Exploring Chemistry*, Prentice Hall, 1998.
6. TOMASINO A. et al., *Physique-Chimie Term S*, Enseignement de Spécialité, Nathan, 1995.
7. TOMASINO A., SLIWA H., *Chimie Term S*, Enseignement Obligatoire, Nathan, 1995.
8. TYNER K., *Exploring Chemistry in Today's World*, WCB, 1993.

B. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΠΙΟΥΡΗ-ΤΣΟΧΑΤΖΗ Α., ΜΑΝΟΥΣΑΚΗ Γ., *Σχολικά πειράματα Χημείας*, Κυριακίδη, 1994.
2. ΠΙΟΥΡΗ-ΤΣΟΧΑΤΖΗ Κ., *Διδακτική πειραμάτων Χημείας*, Ζήτη, 2000.
3. ΗΛΙΟΠΟΥΛΟΥ Γ., *Εργαστηριακές ασκήσεις Οργανικής Χημείας*, ΟΕΔΒ, 1987.
4. ΚΑΛΚΑΝΗ Γ., ΧΑΤΗΡΗ Ι., ΚΑΤΑΧΑΝΑΚΗ Α., *Εργαστηριακές ασκήσεις Οργανικής Χημείας*, Μακεδονικές Εκδόσεις, 1997.
5. ΚΑΡΩΝΗ Β., ΜΠΟΜΠΕΤΣΗ Α., ΥΦΑΝΤΗ Δ., *Εργαστήριο Χημείας Γ' τάξης Ε.Π.Λ.*, ΟΕΔΒ.
6. ΚΙΟΣΕΟΓΛΟΥ Β., ΜΠΛΕΚΑ Γ., ΜΠΟΣΚΟΥ Δ., ΤΣΙΜΙΔΟΥ Μ., *Εργαστηριακές σημειώσεις ανάλυσης τροφίμων*, Θεσσαλονίκη 1991.
7. ΚΟΥΤΟΥΛΗ-ΑΡΓΥΡΟΠΟΥΛΟΥ Ε., ΧΑΤΖΗΑΝΤΩΝΙΟΥ-ΜΑΡΟΥΛΗ Κ., *Εργαστηριακές σημειώσεις Οργανικής Χημείας*, Θεσσαλονίκη 1992.
8. ΜΗΤΣΙΑΔΗ Σ., *Οδηγός πειραμάτων Χημείας*, Σαββάλας, 1994.
9. ΜΠΟΜΠΕΤΣΗ Α., ΚΑΛΛΙΤΣΗ Π., *Εργαστήριο Χημείας Β' τάξη Ε.Π.Λ.*, ΟΕΔΒ.
10. ΣΑΓΡΕΔΟΥ Α., ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ Β., ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ Ν., ΖΛΑΤΑΝΟΥ Σ., ΜΕΛΛΙΔΗ Α., *Τεχνική και μέθοδοι παρασκευής και ελέγχου των οργανικών ενώσεων*, Θεσσαλονίκη 1979.
11. ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ, *Εργαστηριακές ασκήσεις Χημείας Γ' ΛΕΜ (Σ₂), Α' μέρος*, Υπηρεσία Ανάπτυξης Προγραμμάτων, Λευκωσία 2000.

**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
Βρόμιο	Br	80
Θείο	S	32
Ιώδιο	I	127
Κάλιο	K	39
Μαγγάνιο	Mn	55
Μαγνήσιο	Mg	24
Νάτριο	Na	23
Νικέλιο	Ni	59
Οξυγόνο	O	16
Σίδηρος	Fe	56
Υδρογόνο	H	1
Φθόριο	F	19
Χαλκός	Cu	64
Χλώριο	Cl	35,5
Χρώμιο	Cr	52
Ψευδάργυρος	Zn	65

Περιοδικός Πίνακας

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIIB	VIIIB	VIIIB	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA	

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

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

* Λανθανίδες

** Ακτινίδες

Ενέργεια 2.3.2:

«Ανάπτυξη των Τ.Ε.Ε. και Σ.Ε.Κ.»

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ:

Σταμάτης Αλαχιώτης

Καθηγητής Γενετικής Πανεπιστημίου Πατρών

Πρόεδρος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

Έργο:

«Βιβλία Τ.Ε.Ε.»

- Επιστημονικός Υπεύθυνος του Έργου:

Γεώργιος Βούτσινος

- Υπεύθυνος του τομέα «Χημικών Εργαστηριακών Εφαρμογών»

Αντώνιος Σ. Μπομπέτης

Χημικός Μ. Ed, Ph. D.

Σύμβουλος Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

