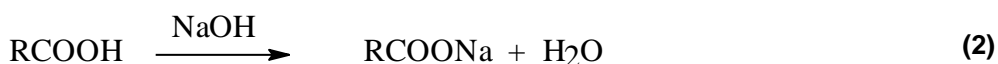
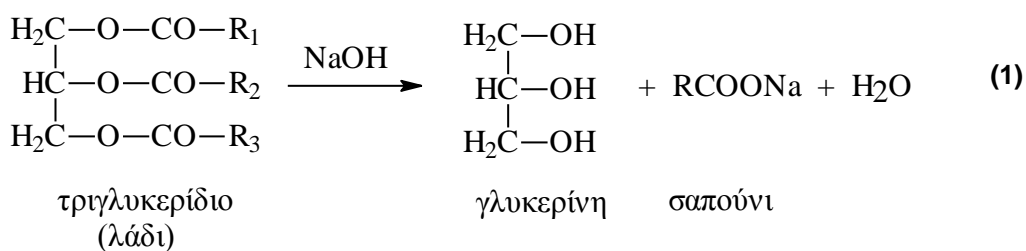


6	Τασιενεργά: σάπωνες και σαπωνοποίηση
Διάρκεια: 2 ώρες	<p>Στόχος της άσκησης: Κατανόηση της σχέσης μεταξύ ελαιώδους υλικού και σάπωνα (σαπουνιού)</p> <p>Εξοικείωση με την πειραματική διαδικασία παρασκευής σαπουνιών</p> <p>Η συσχέτιση των εννοιών της επιφανειακής τάσης και των τασιενεργών μορίων</p> <p>Η συσχέτιση της δομής των τασιενεργών με την απορρυπαντική δράση τους</p>

1. Σάπωνες: Γενικά

Οι σάπωνες (σαπούνια, λατινικά: sapo) είναι ίσως, τα συνηθέστερα μέσα καθαρισμού. Η χρήση τους ήταν γνωστή από τους Ρωμαϊκούς χρόνους, ενώ κάποια γραπτά κείμενα υποδεικνύουν ότι ίσως είχαν πρωτοχρησιμοποιηθεί ακόμα από τους αρχαίους Αιγυπτίους. Η παρασκευή τους από λιπαρή ύλη (συνήθως υπολείμματα ζωικών λιπαρών ιστών) με αλυσίβα (στάχτη πλούσια σε αλκάλια) είναι παραδοσιακά γνωστή. Πρόκειται για μια χημική αντίδραση **σαπωνοποίησης**, κατά την οποία η λιπαρή ύλη σε αλκαλικό περιβάλλον μετατρέπεται σε άλας λιπαρών οξέων, τα οποία ακριβώς αποτελούν τους σάπωνες.

Το συνολικό ποσό των λιπαρών οξέων, ελεύθερων (εάν έχει προηγηθεί όξινη υδρόλυση) και συνδεδεμένων σε ένα λάδι, μπορούν να μετατραπούν στο εργαστήριο σε σάπωνες, μέσω κατεργασίας με βάση (άλκαλι), ή αλλιώς, μέσω της αντίδρασης της σαπωνοποίησης. Η μέθοδος αυτή έχει σαν χαρακτηριστικό ότι μετατρέπει σε **άλας νατρίου ή καλίου** του λιπαρού οξέος (RCOONa, το οποίο καλείται και **σάπωνας**, ή **σαπούνι**) τόσο τα ελεύθερα οξέα, όσο και τα ενωμένα οξέα που βρίσκονται στο τριγλυκερίδιο. Κατά την σαπωνοποίηση των λιπαρών υλών γίνονται συνεπώς οι πιο κάτω αντιδράσεις:



Η αντίδραση **(1)** είναι μια αντίδραση **σαπωνοποίησης**, κατά την οποία ο τριεστέρας (τριγλυκερίδιο) διασπάται σχηματίζοντας το άλας των ενωμένων λιπαρών οξέων (RCOONa). Η αντίδραση **(2)** είναι μια απλή **εξουδετέρωση** (λιπαρού) οξέος με βάση. Και στις δυο αντιδράσεις, το προϊόν είναι το ίδιο, δηλαδή σάπωνες ή μεταλλικά άλατα λιπαρών οξέων (RCOONa) και συνεπώς μπορούν να θεωρηθούν μέθοδοι παρασκευής τους.

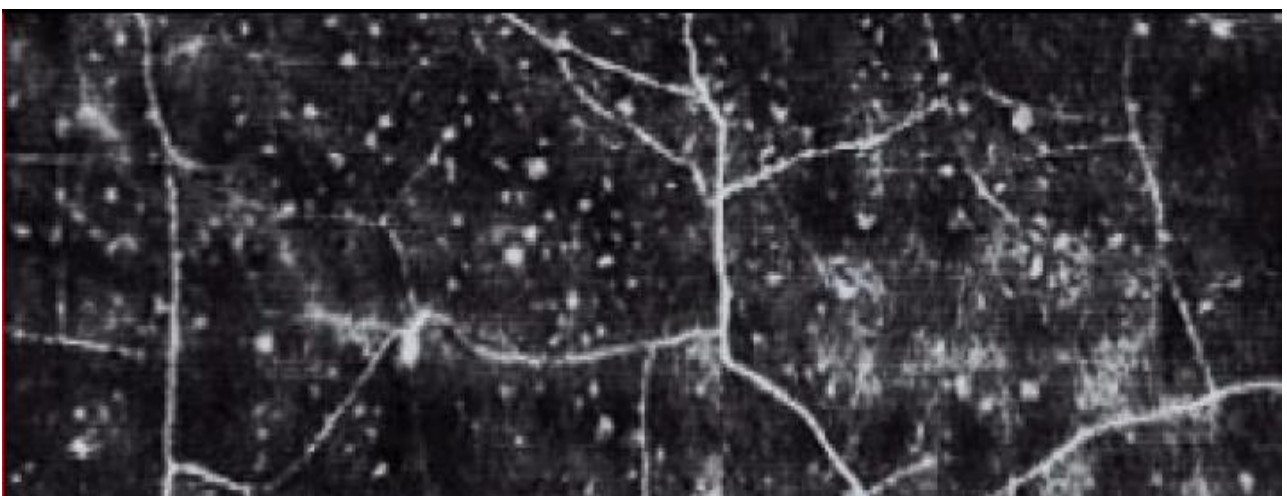
Σε

κάθε μόριο λαδιού βρίσκονται εστεροποιημένα τρία μόρια λιπαρών οξέων (*τριεστέρας*), τα οποία αντιστοιχούν στις αλυσίδες R_1 , R_2 , R_3 . Αυτά γενικά, μπορεί να είναι όλα διαφορετικά μεταξύ τους. Συνεπώς, μετά τη σαπωνοποίηση, ο σάπωνας που παράγεται θα είναι **μίγμα** των αλάτων των λιπαρών οξέων που βρίσκονται στο συγκεκριμένο είδος λαδιού, και σε αναλογία που είναι άμεση συνάρτηση της αναλογίας τους στο αρχικό υλικό (λάδι). Όλα τα συστατικά σε ένα δείγμα λαδιού που μπορούν να μετατραπούν σε σάπωνες κατόπιν κατεργασίας με άλκαλι, ονομάζονται **σαπωνοποιήσιμα συστατικά**. Βάσει των αντιδράσεων (1) και (2), αυτά συνίστανται στους τριεστέρες της γλυκερίνης, αλλά και στα ελεύθερα λιπαρά οξέα. Τα λάδια περιέχουν επίσης και διαφορετικής φύσης συστατικά (στερόλες, καροτένια, χλωροφύλλες, βιταμίνες, κ.α) τα οποία δεν είναι δυνατόν να δώσουν ως προϊόντα σάπωνες. Αυτά ονομάζονται **μη σαπωνοποιήσιμα** συστατικά και η παρουσία τους είναι γενικά επιθυμητή στα λάδια. Το ποσοστό των σαπωνοποιήσιμων συστατικών επί του συνόλου της μάζας μιας λιπαρής ύλης μπορεί να προσδιοριστεί πειραματικά και να εκφραστεί ως **αριθμός σαπωνοποίησης**.

Οι σάπωνες επί αιώνες χρησιμοποιήθηκαν ως μέσα καθαρισμού επειδή διαπιστώθηκε ότι διαθέτουν απορρυπαντική δράση. Συνεπώς, σε αυτή την περίπτωση, η σαπωνοποίηση είναι μια *επιθυμητή* αντίδραση αφού εξυπηρέτησε τις ανάγκες του ανθρώπου. Ο μηχανισμός της απορρυπαντικής δράσης εξετάζεται σε επόμενη εργαστηριακή άσκηση.

2. *Ανεπιθύμητη σαπωνοποίηση στα έργα τέχνης*

Το 1997, κατά τη συντήρηση από Ολλανδούς συντηρητές του φημισμένου έργου του Ρέμπραντ «Μάθημα Ανατομίας», μπήκε στο στόχαστρο των ερευνητών η από καιρό παρατηρημένη, και μέχρι τότε ανεξακρίβωτη, παρουσία λευκών κηλίδων σε πολλά σημεία της επιφάνειας του έργου. Με φασματοσκοπικές τεχνητές διαπιστώθηκε ότι αυτές ήταν σάπωνες μολύβδου (δηλαδή άλατα λιπαρών οξέων με μόλυβδο).



Εικόνα 1: Τμήμα επιφάνειας από το έργο «Μάθημα Ανατομίας» του Ρέμπραντ στο οποίο φαίνονται λευκές κηλίδες λόγω σαπώνων μολύβδου, οι προήλθαν από τη σαπωνοποίηση λιπαρών οξέων από το συνδετικό του χρωματικού στρώματος με τη χρωστική *λευκό του μολύβδου*. Παρατηρείται επίσης και εκτενές δίκτυο ρωγμών στην επιφάνεια.

Η παρουσία σαπωνοποιημένων υλικών στην επιφάνεια των έργων τέχνης έχει καταστρεπτικές συνέπειες για μια ζωγραφική επιφάνεια. Στην περίπτωση που στο έργο ζωγραφικής υπάρχει ελαιώδες μέσο ως συνδετικό υλικό των χρωστικών, είναι δυνατή η εξουδετέρωση των ελεύθερων λιπαρών οξέων που υπάρχουν σε μια ελαιώδη ζωγραφική επιφάνεια, αλλά και η *in situ* αποικοδόμηση του ελαιώδους μέσου παρουσία ιόντων υδροξειδίου (αλκαλικού περιβάλλοντος) που μπορούν να προέλθουν από χρωστικές με αλκαλικό (βασικό) χαρακτήρα (όπως το λευκό του μολύβδου και το λευκό του ψευδαργύρου) προς ελεύθερα άλατα των λιπαρών οξέων και γλυκερίνη. Τα προϊόντα, όταν σχηματίζονται σε μεγάλη έκταση προσδίδουν χαλαρή και κολλώδη υφή σε μια ζωγραφική επιφάνεια η οποία θεωρείται σημαντική αιτία **καταστροφής**.

3. Πειραματική Διαδικασία

διάρκεια 2 ώρες¹

Στο εργαστήριο θα γίνει η παρασκευή ενός σάπωνα με πρώτη ύλη το λάδι ή ένα ζωικό λίπος.

Παρασκευή σάπωνα από λιπαρή ύλη.

Απαιτούμενα όργανα & αντιδραστήρια:

Λάδι ή ζωικό λίπος (5g)	Ογκομετρικοί κύλινδροι 25 mL, 125 mL, 250 mL
Καυστικό νάτριο (NaOH) σε παστίλιες	Γυάλινο χωνί
Χλωριούχο νάτριο (NaCl)	Ύαλος ωρολογίου
Αιθανόλη 95%	Γυάλινη ράβδος ανάδευσης
Παγωμένο νερό (100mL)	Στατώ και λαβίδες – δακτύλιοι στήριξης
Πέτρα βρασμού	Σπάτουλα
Κωνική φιάλη 125mL	Πορώδες ύφασμα (τούλι)
2 ποτήρια ζέσεως 400 mL,	Ψαλίδι
Ποτήρι ζέσεως 125 mL	

Οι φοιτητές οργανώνονται σε ομάδες των 4. Σε κάθε ομάδα αντιστοιχούν οι παραπάνω ποσότητες και θα εκτελεστούν οι ακόλουθες διαδικασίες:

- Σε ποτήρι ζέσεως 125 mL φέρονται 1.5 g NaOH, 15 mL νερού και 15 mL αιθανόλης υπό έντονη ανάδευση μέχρι πλήρους διαλυτοποίησης του στερεού.
- Σε κωνική φιάλη ζυγίζονται 5 g λιπαρής ύλης (η ζύγιση γίνεται σε αναλυτικό ζυγό ακριβείας και καταγράφονται 4 δεκαδικά ψηφία).
- Στο δείγμα προστίθεται το διάλυμα NaOH που μόλις παρασκευάστηκε.
- Προσθέτουμε 2-3 πέτρες βρασμού, καλύπτουμε με ύαλο ωρολογίου και τοποθετούμε τη φιάλη επάνω σε υδατόλουτρο (ποτήρι ζέσεως 400 mL γεμάτο κατά το 1/3 με νερό που

¹ Η πειραματική διαδικασία απαιτεί χρόνο αντίδρασης 30-40'. Συνεπώς εκτελούνται τα πέντε πρώτα στάδια και στο διάστημα της αναμονής για την περάτωση της αντίδρασης γίνεται η θεωρητική παρουσίαση του εργαστ. μαθήματος.

βράζει) χωρίς να είναι βυθισμένο σε αυτό. Εξασφαλίζεται ότι η κωνική φιάλη με το μίγμα της λιπαρής ύλης βρίσκεται ελάχιστα χιλιοστά επάνω από τη στάθμη του νερού που βράζει.

- Αφήνουμε το μίγμα να αντιδράσει επί 30-40'.
- Παράλληλα, σε ποτήρι ζέσεως 400 mL παρασκευάζουμε υδατικό διάλυμα NaCl 20% w/w (25 g σε 100 ml νερού).
- Μετά το πέρας της αντίδρασης σαπωνοποίησης, προσθέτουμε σταδιακά 40-50 mL διαλύματος NaCl στο μίγμα των προϊόντων αναδεύοντας έντονα με γυάλινη ράβδο επί 2-5'.
- Διηθείται το μίγμα των προϊόντων σε γυάλινο χωνί με ηθμό από 2-3 στρώσεις πορώδους υφάσματος (τούλι) και εκπλύνεται διαδοχικά 2-3 φορές με 10 mL παγωμένου νερού κάθε φορά.
- Απομακρύνουμε το ύφασμα με το προϊόν από το χωνί και απομακρύνουμε τη μεγαλύτερη δυνατή ποσότητα του νερού.
- Το προϊόν φυλάσσεται σε ξηραντήρα.

4. Βιβλιογραφία

- i. Σπηλιόπουλος Ιωακείμ, Βασική Οργανική Χημεία, 2008, Εκδ. Σταμούλη ΑΕ,
- ii. McMurry John, Οργανική Χημεία, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, 2012 (ενιαίος τόμος) Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης
- iii. Mills J. S., *The Organic Chemistry of Museum Objects*, 2nd Ed., Butterworth-Heinemann, Oxford., 2004, σελ. 31-48
- iv. Centeno, S. A. and Mahon, D., "The Chemistry of Aging in Oil Paintings: Metal Soaps and Visual Changes." *The [Metropolitan Museum of Art Bulletin](#)*, Summer 2009, pp. 12-19],
- v. Boon J. and Ferreira, E. S. B. Eds, *Reporting Highlights_De Mayerne Programme*, NWO, The Hague, 2006.

5. ΦΥΛΛΟ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Τίτλος Άσκησης:

Όνοματεπώνυμο:

ημερομηνία

Αρ. μητρώου:

Εξάμηνο:

Πορεία εργασίας

Παρατηρήσεις επί του προϊόντος και της διαδικασίας:

6. Ερωτήσεις

1. Γιατί η κωνική φιάλη με το μίγμα της λιπαρής ύλης που σαπωνοποιείται πρέπει βρίσκεται *επάνω* από τη στάθμη του νερού (και όχι να βυθίζεται στο νερό);
2. Γιατί χρησιμοποιούμε υδατικό διάλυμα NaCl 20% w/w;
3. Να αναφέρετε (με χημικούς τύπους όπου είναι εφικτό) τα πιο σημαντικά **σαπωνοποιησίμα** και **μη σαπωνοποιησίμα** συστατικά ενός λαδιού φυτικής προέλευσης.