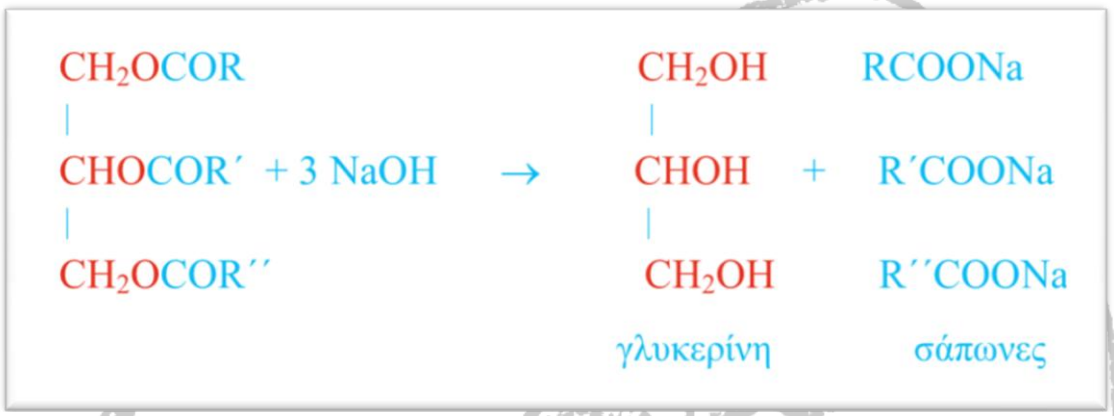
Η Χημεία του σαπουνιού

Η αντίδραση σαπωνοποίησης από την οποία παίρνουμε το σαπούνι είναι μια αντίδραση **υδρόλυσης εστέρων** λιπαρών οξέων, κατά την οποία σχηματίζονται άλατα των λιπαρών οξέων και νερό. Οι εστέρες των λιπαρών οξέων είναι, στην προκειμένη περίπτωση, τα τριγλυκερίδια των ελαίων και λιπών (τα οποία είναι **εστέρες καρβοξυλικών οξέων** με γλυκερίνη), ενώ σαν βάση χρησιμοποιούνται συνήθως NaOH ή KOH.

Τα παρακάτω σχήματα αναπαριστούν την αντίδραση σαπωνοποίησης με χημικούς συμβολισμούς και με εικονικές αναπαραστάσεις:



Σχήμα 1. Αντίδραση σαπωνοποίησης με χημικούς συμβολισμούς

Σχήμα 2. Εικονική αναπαράσταση αντίδρασης σαπωνοποίησης

Όταν η παραπάνω αντίδραση πραγματοποιείται σε βιομηχανική κλίμακα, η γλυκερίνη διαχωρίζεται από τα προϊόντα (λόγω της χρησιμότητάς της σε άλλες βιομηχανίες, όπως τροφίμων, φαρμάκων, μεταλλουργίας κλπ). Έτσι το τελικό προϊόν που αγοράζει ο καταναλωτής είναι καθαρό σαπούνι. Επειδή όμως η γλυκερίνη έχει την ιδιότητα να διατηρεί την επιδερμίδα ενυδατωμένη, αφαιρώντας την από το σώμα του σαπουνιού το σαπούνι αποκτά την «παρενέργεια» της ξήρανσης του δέρματος.

Το είδος της χρησιμοποιούμενης βάσης είναι άλλος ένας παράγοντας που επηρεάζει την ποιότητα του σαπουνιού. Όταν η βάση που χρησιμοποιείται είναι NaOH, το παραγόμενο σαπούνι είναι «σκληρό» (στέρεο), ενώ όταν χρησιμοποιείται KOH το σαπούνι είναι «μαλακό» (συχνά υγρής μορφής, οπότε χρησιμοποιείται σε προϊόντα όπως κρεμοσάπουνα και αφρούς ξυρίσματος).

Παρασκευή σαπουνιού (ψυχρή μέθοδος)

Στη σημερινή εργαστηριακή άσκηση θα παρασκευάσετε σαπούνι χρησιμοποιώντας ελαιόλαδο (πυρηνέλαιο) και διάλυμα σόδας (NaOH). Η μέθοδος παρασκευής ονομάζεται ψυχρή διότι σε κανένα στάδιο δεν χρησιμοποιείται θέρμανση.

Το παραγόμενο σαπούνι χρειάζεται να μείνει για κάποιο χρονικό διάστημα (4 – 6 εβδομάδες) για να «ωριμάσει», δηλαδή για να ολοκληρωθεί η διαδικασία της σαπωνοποίησης.

Υλικά

Σκεύη (ανά άτομο)	**Υλικά – Αντιδραστήρια (ανά άτομο)**	
• ηλεκτρονικός ζυγός	▪ ελαιόλαδο	100 g
• 2 ποτήρια ζέσεως των 50 (100?) mL	▪ υδατικό διάλυμα NaOH 36,97 % w/w	45,2* g
• γυάλινη ράβδο ανάδευσης	▪ άρωμα ή αιθέριο έλαιο (εσάνς) επιλογής	Σταγόνες
• καλούπι (πλαστικό ποτήρι)		
• μεταλλική σπάτουλα	***(*) για υπερλίπανση 10 %***	

Διαδικασία

1) Ατομική προστασία: Επειδή το NaOH είναι εξαιρετικά ισχυρή βάση, το διάλυμά της μπορεί να προκαλέσει έντονο ερεθισμό στα μάτια και το δέρμα. Για το λόγο αυτό καθ' όλη τη διάρκεια της άσκησης θα πρέπει να φοράτε **γυαλιά εργαστηρίου** και **πλαστικά γάντια**. Τα **μακριά μαλλιά** θα πρέπει να **μαζευτούν** εξαρχής προσεκτικά στο πίσω μέρος του κεφαλιού ώστε να μην πέφτουν μπροστά από το πρόσωπο στη διάρκεια της άσκησης.
2) Ζύγιση: Ζυγίστε προσεκτικά τις ποσότητες ελαιόλαδου και δ/τος NaOH που θα χρειαστείτε.
3) Προσθήκη διαλύματος βάσης: Προσθέστε το δ/μα NaOH στο ελαιόλαδο. **[ΠΡΟΣΟΧΗ: γίνεται πάντα προσθήκη δ/τος NaOH στο λάδι, ΠΟΤΕ ΤΟ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΟ!]** Κατά την προσθήκη ανακατεύετε το μίγμα συνεχώς με τη γυάλινη ράβδο.
4) Ανάμιξη: Ανακατεύετε το μίγμα ελαιόλαδου – NaOH συνεχώς έως ότου σχηματιστεί «ίχνος» (δηλ. ώσπου το μίγμα να αρχίσει να αποκτά όψη πηχτής κρέμας – βλ. Εικόνα 1). Ο σχηματισμός ίχνους θα πρέπει να γίνει μέσα στα 5 πρώτα λεπτά από την προσθήκη NaOH.
5) Προσθήκη αρώματος (προαιρετική): Μόλις σχηματιστεί το ίχνος μπορείτε να προσθέσετε την αρωματική ύλη της αρεσκείας σας για να αρωματίσετε το σαπούνι σας. Προσθέτετε 5 – 10 σταγόνες αρώματος και ανακατεύετε ξανά ώσπου να ομογενοποιηθούν τα συστατικά.

Εικόνα 1. Ίχνος σαπουνιού.

6) Μεταφορά σαπουνιού σε καλούπι: Μεταφέρετε το μίγμα σαπουνιού από το ποτήρι ζέσεως σε καλούπι με τη βοήθεια μεταλλικής σπάτουλας. Απλώνετε το μίγμα προσεκτικά ώστε να καλύπτει ομοιόμορφα όλο τον πάτο του καλουπιού. Το καλούπι που θα χρησιμοποιήσετε σ' αυτήν την εργαστηριακή άσκηση είναι ένα απλό πλαστικό ποτήρι.

7) Αποθήκευση σαπουνιού: Το σαπούνι αφήνεται στο καλούπι του τουλάχιστον για 24 ώρες ώσπου να σκληρύνει αρκετά. Κατόπιν μπορείτε να το αφαιρέσετε από το καλούπι, ωστόσο θα πρέπει να περάσουν γύρω στις 4 εβδομάδες πριν να είναι κατάλληλο για χρήση. Αποθηκεύστε το σαπούνι σας σε ξηρό και σκιερό μέρος και σε θερμοκρασία περιβάλλοντος για το παραπάνω διάστημα.

8) Καθαρισμός και φύλαξη εξοπλισμού: Σκουπίστε προσεκτικά τα υπολείμματα σαπουνιού από τα σκεύη που χρησιμοποιήσατε και ξεπλύνετε τον εξοπλισμό με αραιό διάλυμα οξικού οξέος (CH_3COOH) και σαπουνόνερο.

Ειδική Ορολογία

- ίχνος (trace): η στιγμή που το μίγμα σαπουνιού έχει αρχίζει να πήζει αρκετά ώστε αν σηκώσουμε τη ράβδο, θα παραμείνει ένα ίχνος για λίγες στιγμές στην επιφάνεια του μείγματος.
- ***υπερλίπανση:*** περίσσεια ασαπωνοποίητου λαδιού. Όταν γίνεται χρήση λιγότερης ποσότητας βάσης από αυτήν που απαιτείται για την πλήρη σαπωνοποίηση μιας Χ ποσότητας ελαίων (ή λιπών), ένα ποσοστό αυτών θα παραμείνει ασαπωνοποίητο. Το αναφερόμενο ποσοστό της υπερλίπανσης δηλώνει κατά πόσο έχει μειωθεί η ποσότητα της βάσης. Έτσι, αν το ποσοστό υπερλίπανσης είναι 10 %, αυτό σημαίνει ότι έχουμε χρησιμοποιήσει κατά 10 % λιγότερη ποσότητα βάσης απ' ό,τι θα έπρεπε για να επιτύχουμε πλήρη σαπωνοποίηση (ή αλλιώς, ότι χρησιμοποιήσαμε 90 % της απαραίτητης ποσότητας βάσης). Η υπερλίπανση είναι επιθυμητή ιδιότητα έως ένα βαθμό, γιατί τα ασαπωνοποίητα έλαια (ή λίπη) δίνουν σαπούνι ήπιο για την επιδερμίδα, με ενισχυμένες ενυδατικές και μαλακτικές ιδιότητες.

Λίγη "πρακτική" Χημεία…

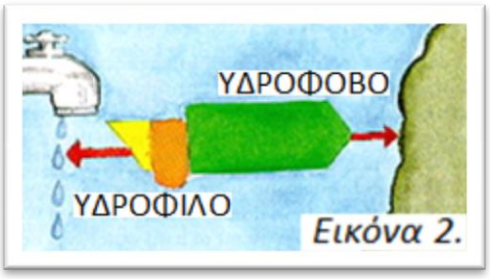
Πώς η σκληρότητα του νερού «χαλάει» τη σαπουνάδα;

Σκληρό νερό είναι νερό με υψηλή περιεκτικότητα σε ορυκτά άλατα (κυρίως των Ca και Mg, αλλά και Fe και Mn). Τα άλατα αυτά είναι υπεύθυνα για την μείωση της καθαριστικής ικανότητας του σαπουνιού.

Γιατί συμβαίνει αυτό; Ας θυμηθούμε λίγο πώς δουλεύουν τα σαπούνια (Εικόνα 2).

Το καρβοξυλικό άκρο (υδρόφιλο) του σαπουνιού έλκεται από το νερό, οπότε στρέφεται προς το αυτό στο περιβάλλον που θα βρεθεί.

Η μακριά ανθρακική αλυσίδα (υδρόφοβη) απωθεί το νερό αλλά έλκεται από τα λίπη και τα έλαια (λιπόφιλη), οπότε στρέφεται προς αυτά στο περιβάλλον που θα βρεθεί.



Εικόνα 2.

Όμως, όταν στο νερό εκτός από σαπούνι και λιπαρές ουσίες (π.χ. λεκέδες) βρίσκονται και ορυκτά άλατα, τότε τα ιόντα των αλάτων αυτών ενώνονται με το καρβοξυλικό (υδρόφιλο) άκρο των σαπουνιών και σχηματίζουν δυσδιάλυτα σύμπλοκα ενώσεων (βλ. Εικόνα 3). Τα σύμπλοκα αυτά είτε κατακάθονται με τη μορφή ιζήματος είτε επιπλέουν στην επιφάνεια του νερού σε μορφή αδιάλυτης «μεμβράνης», η οποία δεν ξεπλένεται εύκολα. Με τον καιρό, τέτοιου είδους υπολείμματα σαπουνιού κατακάθονται στις επιφάνειες των ειδών υγιεινής, των επιφανειών του μπάνιου και των σωληνώσεων πλυντηρίων, νιπτήρων κλπ. Χωρίς την κατάλληλη αντιμετώπιση μπορούν να προκαλέσουν βλάβες (π.χ. διάρρηξη των σωληνώσεων).

Εικόνα 3.

… και μια Ερώτηση

Υπό την επίδραση φωτός, υγρασίας και ατοσφαιρικού αέρα, όλα τα λίπη με την πάροδο του χρόνου «ταγγίζουν»: υδρολύονται και τα παραγόμενα ελεύθερα οξέα στη συνέχεια οξειδώνονται. Έτσι τα λίπη σταδιακά αλλοιώνονται και αποκτούν δυσάρεστη οσμή και γεύση. Βάσει όσων αναφέρονται παραπάνω, ποιες ανεπιθύμητες επιπτώσεις υποθέτετε ότι μπορεί να έχει η υπερλίπανση στην ποιότητα του σαπουνιού;