

**Εργαστηριακή άσκηση : Παρασκευή σαπουνιού από ελαιόλαδο (θερμή μέθοδος)****Α) ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΚΟΠΟΙ – ΣΤΟΧΟΙ**

Οι μαθητές μετά το τέλος της διδασκαλίας με εργαστηριακή άσκηση, να είναι σε θέση:

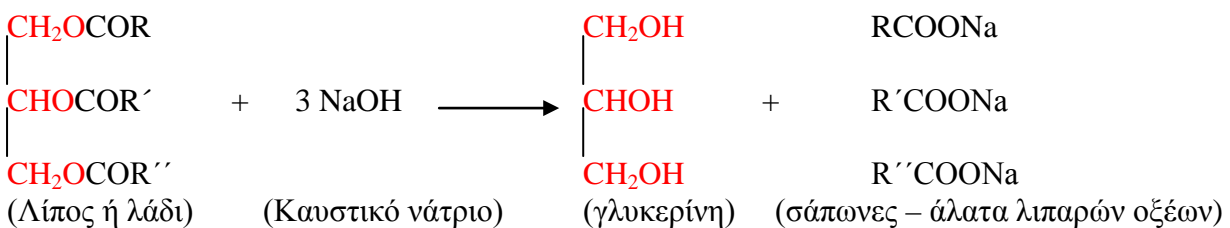
- Να αναγνωρίζουν ότι οι βιομηχανικές μέθοδοι παρασκευής έχουν τη βάση τους στο εργαστήριο.
- Να εκτελούν πειραματικά τη σαπωνοποίηση των εστέρων (λιπών και ελαίων). Να μπορούν να παρασκευάσουν σαπούνι από ελαιόλαδο

**Β) ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ**

Σαπούνια ονομάζουμε τα άλατα λιπαρών οξέων και κυρίως του παλμιτικού (C16 κορεσμένο), στεατικού (C18 κορεσμένο) και ελαϊκού (C18 πολυακόρεστο) με νάτριο (σκληρά σαπούνια) ή με κάλιο (μαλακά σαπούνια).

Τα σαπούνια διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τη σύσταση, ανάλογα με το είδος του λίπους ή ελαίου που χρησιμοποιήθηκε. Τα έλαια αποτελούνται από διαφορετικά είδη λιπαρών οξέων τα οποία έχουν τις δικές τους ξεχωριστές ιδιότητες και απαιτούν διαφορετική ποσότητα βάσης για να σαπωνοποιηθούν

Η χημική αντίδραση παρασκευής των σαπουνιών ονομάζεται σαπωνοποίηση. Τα τριγλυκερίδια (που περιέχονται στα έλαια) αντιδρούν με το NaOH ή το KOH και παράγουν γλυκερίνη (παραπροϊόν) και σαπούνι (άλας του λιπαρού οξέος) σύμφωνα με την αντίδραση που σε γενικές γραμμές φαίνεται στην επόμενη εικόνα.

**Γ) ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ**

Απαραίτητα όργανα	Αντιδραστήρια
Ποτήρι ζέσεως 250ml Λύχνος Bunsen, τρίποδας και πλέγμα ή ηλεκτρικό μάτι με μαγνητικό αναδευτήρα Ογκομετρικοί κύλινδροι των 20mL και των 50mL Γυάλινη ράβδος Υδατόλουτρο με πάγο Διηθητικό χαρτί ή φίλτρο Πεχαμετρικά χαρτιά ή πεχάμετρο Ζυγός Κομμάτια πορσελάνης	Ελαιόλαδο Αιθανόλη Κορεσμένο διάλυμα NaOH ή 15% w/v <b>(προσοχή: προκαλεί σοβαρά εγκαύματα και διαβρώνει το γυαλί. Φυλάσσεται σε πλαστικό δοχείο)</b> Κορεσμένο διάλυμα NaCl

## ΦΥΛΛΟ ΟΔΗΓΙΩΝ

### Πειραματική διαδικασία

- Ζυγίζουμε 10ml ελαιόλαδο για να υπολογίσουμε προσεγγιστικά στο τέλος την απόδοση της αντίδρασης.
- Στο ποτήρι ζέσεως των 250ml προσθέτουμε τα 10ml ελαιόλαδο, 20ml αιθανόλη και 2-3 κομμάτια πορσελάνης για ομοιογενή θέρμανση.
- Θερμαίνουμε το ποτήρι ζέσεως πάνω στον τρίποδα με το λύχνο με ήπια φλόγα (ή χρησιμοποιούμε το ηλεκτρικό μάτι με μαγνητικό αναδευτήρα και το τελικό μίγμα είναι περισσότερο ομογενές). Ρίχνουμε σταδιακά και με συνεχή ανάδευση, 5ml κορεσμένου διαλύματος NaOH ή εναλλακτικά 15% w/v, μέχρι να σχηματιστεί παχύρρευστη μάζα. Στο στάδιο αυτό αποφεύγουμε το βρασμό. Όταν τελειώσει η αντίδραση, θα πρέπει οι ατμοί να μην έχουν την οσμή της αλκοόλης. Η παχύρρευστη μάζα, είναι το σαπούνι, που επειδή περιέχει "παγιδευμένη" γλυκερίνη αλλά και περίσσεια αλκαλίων, πρέπει να καθαριστεί.
- Απομακρύνουμε από την εστία και αφήνουμε το μίγμα να ηρεμήσει για 10min.
- Προσθέτουμε 60mL νερό και θερμαίνουμε ανακατεύοντας μέχρι να διαλυθεί η παχύρρευστη μάζα. Αναδιαλύουμε τελείως το σαπούνι και απομακρύνουμε τα κομμάτια πορσελάνης.
- Προσθέτουμε στο διάλυμα 80mL κορεσμένο διάλυμα NaCl και αναδεύουμε καλά το περιεχόμενο του ποτηριού. Στο στάδιο αυτό κάνουμε εξαλάτωση (το σαπούνι που είναι διαλυμένο στο μίγμα γίνεται δυσδιάλυτο και αποχωρίζεται από το υπόλοιπο διάλυμα). Επειδή είναι ελαφρύτερο ανέρχεται στην επιφάνεια.
- Απομακρύνουμε από την εστία και τοποθετούμε το ποτήρι στο υδατόλουτρο με τον πάγο. Όταν το μίγμα ηρεμήσει παρατηρούμε στην υπερκείμενη φάση το σχηματισμένο σαπούνι. Αποχύνουμε την υποκείμενη φάση ή κάνουμε διήθηση, οπότε στο ποτήρι απομένει μόνο το σαπούνι. Η αποχυνόμενη υγρή φάση που υπέρκειται του σαπουνιού περιέχει γλυκερίνη, σαπούνια μικρότερου μοριακού βάρους Mr, τυχόν περίσσειες NaOH και NaCl.
- Ξεπλένουμε με ελάχιστο νερό και το μεταφέρουμε σε φύλλο διηθητικού χαρτιού για ξήρανση. Χρειάζονται 1-2 ημέρες για να σκληρύνει. Για να υπολογίσουμε την απόδοση θα πρέπει να το ζυγίσουμε ξηραμένο ή εναλλακτικά να μας δοθεί σαπούνι που παρασκευάστηκε παλαιότερα. Η επί τις % απόδοση είναι:  $(m_{\text{τελική}} / m_{\text{αρχική}}) \cdot 100$
- Παίρνουμε μια μικρή ποσότητα από το σαπούνι που παρασκευάσαμε ή από το σαπούνι που μας δόθηκε από τον καθηγητή και είναι ήδη ξεραμένο και το τοποθετούμε σε δοκιμαστικό σωλήνα. Ρίχνουμε λίγο αποσταγμένο νερό και κλείνοντας με το δάκτυλο το σωλήνα, ανακατεύουμε ελαφρά. Με πεχαμετρικό χαρτί ή με πεχάμετρο υπολογίζουμε το PH του σαπουνιού.
- Ανακατεύουμε το ίδιο διάλυμα ισχυρά. Αν σχηματιστεί πλούσιος αφρός, αυτό αποτελεί ένδειξη ότι φτιάξαμε καλό σαπούνι.
- Επαναλαμβάνουμε την παραπάνω δραστηριότητα αφού προηγουμένως ρίξουμε μικρή ποσότητα διαλύματος χλωριούχου ασβεστίου (CaCl<sub>2</sub>) ή θεικού μαγνησίου (MgSO<sub>4</sub>). Αναδεύουμε ισχυρά. Παρατηρούμε αφρό; Συγκρίνουμε με το προηγούμενο διάλυμα. Ελέγχουμε τη διαλυτότητα στο νερό των σχηματισθέντων ιζημάτων.

**ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ – ΑΠΑΝΤΗΤΙΚΟ ΦΥΛΛΑΔΙΟ**

Όνοματεπώνυμο : .....

Ημερομηνία : .....

1. Ποιο ήταν το ΡΗ του σαπουνιού που παρασκευάσατε;  
.....
2. Το σαπούνι σας σχηματίζει πλούσιο αφρό;  
Εάν προσθέσετε  $\text{CaCl}_2$  ή  $\text{MgSO}_4$  τι παρατηρείτε;  
.....  
.....
3. Τι μεταλλικά ιόντα πιστεύετε πως περιέχει σε σημαντικές ποσότητες, το σκληρό νερό;  
Το σκληρό νερό βοηθάει ή εμποδίζει τη δράση του σαπουνιού;  
.....  
.....
4. Τι είναι το σαπούνι από την σκοπιά της χημείας;  
.....  
.....
5. Να γράψετε την αντίδραση σαπωνοποίησης.  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....
6. Στην αρχαιότητα παρασκεύαζαν σαπούνι αναμιγνύοντας λίπος, στάχτη ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ) και άσβεστο ( $\text{CaO}$ ). Παρατηρείτε ομοιότητες με την παραπάνω εργαστηριακή μέθοδο παρασκευής; Τι προκύπτει από την αντίδραση νερού με στάχτη και άσβεστο;  
.....  
.....
7. Τα αποφρακτικά αποχετεύσεων ποιές χημικές ενώσεις μπορεί να περιέχουν ώστε να διαλύουν τα λίπη;  
.....  
.....
8. Γιατί προσθέτουμε αιθανόλη κατά τη διάρκεια του πειράματος;  
.....  
.....
9. Τι είναι η εξαλάτωση;  
.....  
.....  
.....

## ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ

### Προσθήκη αιθανόλης

Τα λίπη και τα έλαια είναι αδιάλυτα στο νερό, στο οποίο είναι διαλυμένο το NaOH ή το KOH. Γι' αυτό χρησιμοποιείται η αιθανόλη, ως κοινός διαλύτης των λιπών ή ελαίων και του NaOH ή του KOH, ώστε να έρθουν σε επαφή και να γίνει η αντίδραση μεταξύ τους. Έτσι αποφεύγουμε και το μεγάλο διάστημα βρασμού που απαιτείται.

### Προσθήκη βάσης (NaOH ή KOH)

Η προσθήκη της βάσης (NaOH ή KOH) χρησιμοποιείται για την επιτάχυνση της διαδικασίας. Η περιεκτικότητα του διαλύματος του NaOH είναι σημαντική. Αν το λάδι είναι μηδενικής οξύτητας (δεν έχει ελεύθερα οξέα) δεν χρειάζεται τόσο πυκνό διάλυμα NaOH. Αν το διάλυμα είναι πυκνό, το παραγόμενο σαπούνι είναι δυσδιάλυτο και περιέχει μεγάλες ποσότητες λίπους.

### Τάγγισμα

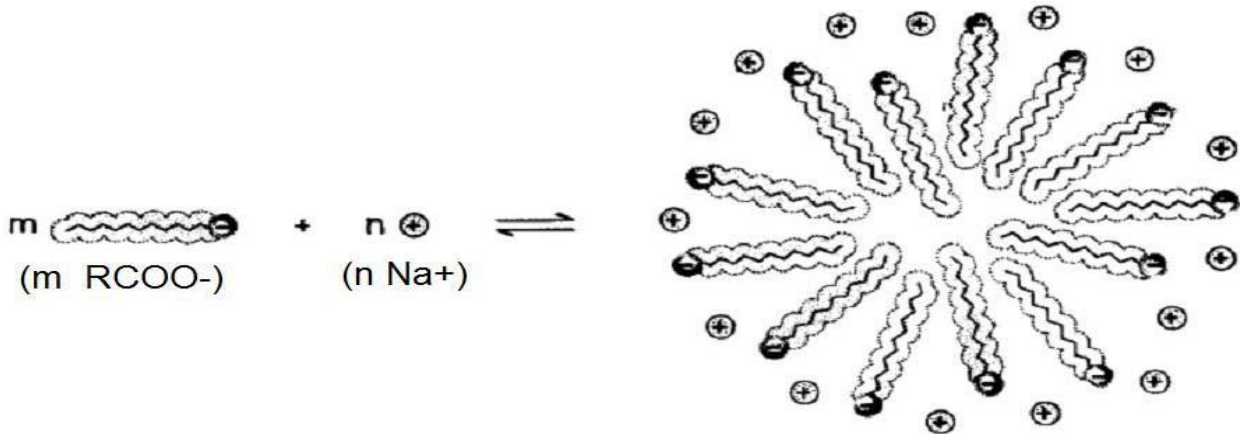
Η χρήση μικρότερης από την απαιτούμενη ποσότητας NaOH, μπορεί να οδηγήσει σε σαπούνι με άσχημη οσμή, γιατί δεν ολοκληρώνεται η σαπωνοποίηση. Όλα τα λίπη αλλοιώνονται με το πέρασμα του χρόνου, ιδίως με την επίδραση φωτός, υγρασίας και ατμοσφαιρικού αέρα, αποκτώντας δυσάρεστη οσμή και γεύση. Υδρολύονται και στη συνέχεια τα ελεύθερα οξέα οξειδώνονται σε διάφορα προϊόντα ενώ σχηματίζονται και υπεροξειδικές ενώσεις.

### Προσθήκη αλατόνερου NaCl

Στο μίγμα προστίθεται κορεσμένο διάλυμα NaCl και το σαπούνι που είναι διαλυμένο αποβάλλεται ως ίζημα (φάση της εξαλάτωσης). Η περιεκτικότητα του διαλύματος του NaCl που χρησιμοποιείται εξαρτάται από τη διαλυτότητα του σαπουνιού και την πρώτη ύλη. Αν πρώτη ύλη είναι καθαρό ελαιόλαδο, τότε διάλυμα NaCl 15% w/v είναι αρκετό. Η φάση της εξαλάτωσης θέλει βρασμό τουλάχιστον επί 10 λεπτά.

### Γιατί συμβαίνει η εξαλάτωση;

Η προσθήκη άλατος NaCl, μετατοπίζει την ισορροπία σχηματισμού του μικκυλίου προς τα δεξιά



Επιπλέον η εφυδάτωση των ιόντων Na<sup>+</sup> και Cl<sup>-</sup> μειώνει τα διαθέσιμα για αλληλεπίδραση μόρια νερού και τα απομακρύνει από την περιοχή του μικκυλίου.

### Πράσινο σαπούνι

Το πράσινο σαπούνι παράγεται από το πυρηνέλαιο με εκχύλιση, με διαλύτη όπως τετραχλωράνθρακα CCl<sub>4</sub> ή βενζίνη. Ο διαλύτης εκχυλίζει και τη χλωροφύλλη με αποτέλεσμα το παραγόμενο σαπούνι να είναι πράσινο.

ΡΗ

Το ΡΗ του σαπουνιού είναι πάνω από 8,5 μια και τα ιόντα  $\text{RCOO}^-$  είναι ασθενείς βάσεις, εφόσον τα λιπαρά οξέα  $\text{RCOOH}$  είναι πολύ ασθενή οξέα.

Ενδεικτικές τιμές

ΡΗ διαλύματος  $\text{NaOH}$  : 14

ΡΗ λαδιού : 5

ΡΗ σαπουνιού : 8

Απορρυπαντική δράση

Η απορρυπαντική τους ικανότητα δεν οφείλεται αποκλειστικά και μόνο στις αφριστικές τους ιδιότητες. Οφείλεται στο ότι το ένα τμήμα τους (λιπόφιλο) έλκεται ισχυρά από τα λίπη, ενώ το άλλο (υδρόφιλο) από το νερό.

Κάθε μόριο σαπουνιού έχει μια μακρά αλυσίδα υδρογονανθράκων, που μερικές φορές ονομάζεται «ουρά», με ένα καρβοξυλικό «κεφάλι». Στο νερό, τα ιόντα νατρίου ή καλίου επιπλέουν ελεύθερα, αφήνοντας ένα αρνητικά φορτισμένο κεφάλι.

Όταν το σαπούνι διαλύεται στο νερό και έρχεται σε επαφή με το λεκέ, το λιπόφιλο τμήμα κολλάει στο λίπος και το υδρόφιλο μένει στη διαχωριστική επιφάνεια νερού-λίπους. Στη συνέχεια σχηματίζονται σφαιρικές σταγόνες λίπους-σαπουνιού, που ονομάζονται μικκύλια και παρασύρονται στο νερό αφήνοντας την επιφάνεια καθαρή. Ενεργεί ως γαλακτωματοποιητής, αφού διασκορπίζει ένα υγρό σε ένα άλλο υγρό, που δεν αναμειγνύεται. Οι ρυπαρές ουσίες απομακρύνονται με το ξέπλυμα.

Σκληρό νερό

Κατά την κοινή έκφραση το σαπούνι με *σκληρό νερό* «δεν πιάνει» χάνοντας την απορρυπαντική του δράση. Αυτό οφείλεται στο ότι τα σχηματιζόμενα άλατα των οργανικών οξέων με  $\text{Ca}^{2+}$  ή  $\text{Mg}^{2+}$  είναι αδιάλυτα στο νερό, με αποτέλεσμα την ανάλωση του σαπουνιού για τέτοιες αντιδράσεις καθίζησης. Παλαιότερα για τη σαπωνοποίηση χρησιμοποιούσαν στάχτη από την καύση ξύλων. Στη στάχτη -τέφρα περιέχεται  $\text{K}_2\text{CO}_3$  το οποίο σαπωνοποιεί τα ελεύθερα λιπαρά οξέα.