

Παρασκευή Σαπουνιού



(ΧΗΜΕΙΑ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ Β' ΛΥΚΕΙΟΥ)

Λάης Σπύρος
Χημικός



Φεβρουάριος 2010

Εργαστηριακή άσκηση: ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΣΑΠΟΥΝΙΟΥΣτόχοι:

Στο τέλος αυτού του πειράματος θα πρέπει ο μαθητής:

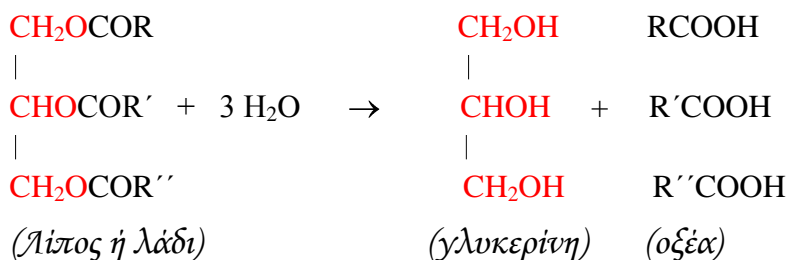
- Να μπορεί να παρασκευάσει από ελαιόλαδο, το πιο κοινό είδος σαπουνιού, υλικό ιδιαίτερα χρήσιμο στη καθημερινή μας ζωή.
- Να κατανοεί ότι πολλά από τα προϊόντα που διευκολύνουν την καθημερινή μας ζωή (π.χ σαπούνια), οφείλονται στην ανάπτυξη της επιστήμης της Χημείας και μπορούν να παρασκευαστούν σχετικά εύκολα από απλά υλικά.
- Να μεταφέρει σε εργαστηριακή κλίμακα, μεθόδους που εφαρμόζονται στη βιομηχανία, κάνοντας τις απαραίτητες μετατροπές.

Σαπούνια : Εισαγωγικό σημείωμα

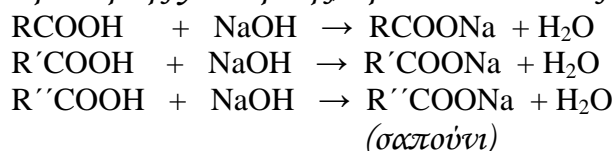
Σαπούνια είναι ένα μίγμα από άλατα των ανώτερων λιπαρών οξέων (σημ.1, σελ.6) με νάτριο ("σκληρά σαπούνια") ή με κάλιο ("μαλακά").

Παρασκευάζονται με 2 τρόπους:

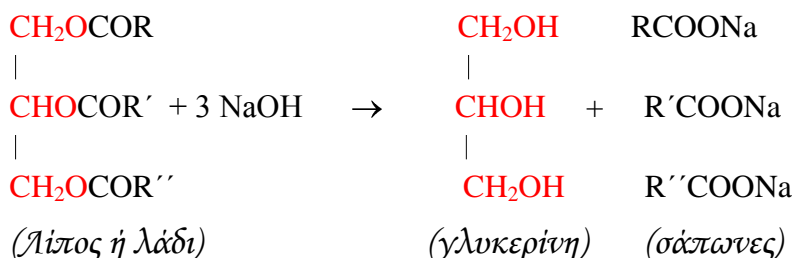
i) Ζωϊκά λίπη ή φυτικά έλαια (σημ.2, σελ.6) υδρολύονται με υπέρθερμους υδρατμούς και διασπώνται σε γλυκερίνη (ή αλλιώς γλυκερόλη) και σε ελεύθερα λιπαρά οξέα:



Μετά την απομάκρυνση της γλυκερίνης, προστίθεται στα οξέα η απαραίτητη ποσότητα βάσης:



ii) Λίπη ή έλαια βράζονται επί 3-4 ώρες με διάλυμα NaOH ή KOH. Η αντίδραση της σαπωνοποίησης (αλκαλικής υδρόλυσης), δίνεται παρακάτω:



Στη συνέχεια προστίθεται κορεσμένο διάλυμα NaCl, οπότε το σαπούνι που βρίσκεται στο μίγμα, γίνεται πιο δυσδιάλυτο και αποχωρίζεται απ' το υπόλοιπο διάλυμα (φάση εξαλάτωσης).

Στο πείραμα που θα κάνουμε, θα εφαρμόσουμε τη δεύτερη μέθοδο της σαπωνοποίησης, χρησιμοποιώντας ελαιόλαδο και NaOH. Θα κάνουμε κάποιες αλλαγές για να αποφύγουμε τη μεγάλη διάρκεια του βρασμού η οποία απαιτείται αφού το λάδι δεν διαλύεται στο νερό που περιέχει το NaOH. Γι' αυτό θα προσθέσουμε αιθανόλη η οποία λειτουργεί ως κοινός διαλύτης του λαδιού και της βάσης, ώστε να έρθουν σε επαφή μεταξύ τους και να γίνει η αντίδραση. (Διαλυτότητα NaOH σε αιθανόλη: 13,9g/100ml στους 20 °C).

Το Πείραμα

Απαιτούμενα όργανα	Αντιδραστήρια
Λύχνος - τρίποδο - πλέγμα ή Ηλεκτρικό μάτι με μαγνητικό αναδευτήρα	Ελαιόλαδο
Ποτήρι ζέσεως των 250 mL	Αιθανόλη
Ογκομετρικοί κύλινδροι των 100mL (1) και των 10 mL(2)	Υδατικό διάλυμα NaOH 30% w/v*
Υδατόλουτρο με πάγο	Κορεσμένο διάλυμα NaCl**
Κομματάκια πορσελάνης	
Χωνί και διηθητικό χαρτί (ή φίλτρο)	
Γυάλινη ράβδος και ύαλος ωρολογίου	
Ζυγός (προαιρετικά)	

***Προσοχή:** προκαλεί σοβαρά εγκαύματα. Να φυλάσσεται σε πλαστικά δοχεία γιατί διαβρώνει το γυαλί.

**Παρασκευάζεται ως εξής: περίπου 40g NaCl αναμιγνύονται με 100mL απιονισμένο νερό. Αναδεύουμε και διηθούμε (Η διαλυτότητα του NaCl στους 20°C : 35,9 g/100g νερού)

Πειραματική διαδικασία Διάρκεια : περίπου 45 λεπτά

1. Σε ποτήρι ζέσεως των 250 mL προσθέτουμε 5 mL ελαιόλαδο και 10 mL αιθανόλη και αναδεύουμε.
(Προαιρετικά : Ζυγίζουμε το ελαιόλαδο για να υπολογίσουμε προσεγγιστικά στο τέλος την απόδοση της αντίδρασης).



2. Ρίχνουμε 2-3 κομματάκια πορσελάνης στο ποτήρι ζέσης και αρχίζουμε να το θερμαίνουμε ήπια πάνω στον τρίποδο και το πλέγμα, με το λύχνο, αποφεύγοντας τον βρασμό, ενώ ρίχνουμε σταδιακά και με συνεχή ανάδευση 2 mL από το διάλυμα του NaOH. Η διαδικασία αυτή απαιτεί 15-20 λεπτά.



(Εναλλακτικά χρησιμοποιούμε το ηλεκτρικό μάτι με τον μαγνητικό αναδευτήρα. Έτσι, το μίγμα γίνεται περισσότερο ομογενές).

3. Όταν τελειώσει η αντίδραση και οι ατμοί πια δεν έχουν την οσμή της αλκοόλης έχει σχηματιστεί μια παχύρρευστη μάζα. Είναι το σαπούνι που επειδή όμως σε τούτη τη φάση περιέχει "παγιδευμένη" γλυκερίνη αλλά και περίσσεια αλκαλίων πρέπει να καθαριστεί.



4. Αφήνουμε το μίγμα να ηρεμήσει για 10 λεπτά. Κατόπιν προσθέτω 40 mL νερό. Με θέρμανση και ανάδευση αναδιαλύουμε τελείως το σαπούνι. Απομακρύνουμε τα κομματάκια πορσελάνης.
5. Η διαδικασία της εξαλάτωσης (σημ.3, σελ.7): Ρίχνουμε περίπου 50 mL από το κορεσμένο διάλυμα του NaCl . Ανακατεύουμε έντονα, οπότε το σαπούνι γίνεται πιο δυσδιάλυτο, ανέρχεται στην επιφάνεια ως ελαφρύτερο και αποχωρίζεται από το υπόλοιπο διάλυμα. (σημ.4, σελ.8)
Σβήνουμε τη φωτιά και τοποθετούμε το ποτήρι στο υδατόλουτρο με παγάκια για να ψυχθεί. Όταν το μίγμα ηρεμήσει, έχει σχηματιστεί στην υπερκείμενη φάση το σαπούνι. (σημ.5, σελ.8)
6. Με το διηθητικό χαρτί τοποθετημένο κατάλληλα στο χωνί, διηθούμε. Ξεπλένουμε το στερεό σαπούνι με ελάχιστο νερό και το συλλέγουμε από το χαρτί σε μία ύαλο ωρολογίου. Κατόπιν το ξηραίνουμε.
Χρειάζονται περίπου 2 ημέρες για να σκληρύνει.
(Προαιρετικά το ζυγίζουμε ξηραμένο και παίρνοντας υπόψη και την πρώτη ζύγιση, έχουμε μια ιδέα για την απόδοση της αντίδρασης).



Τρία ακόμα προαιρετικά βήματα:

7. Παίρνουμε μια μικρή ποσότητα από το σαπούνι που παρασκευάσαμε και το τοποθετούμε σε δοκιμαστικό σωλήνα. Ρίχνουμε λίγο απεσταγμένο νερό και κλείνοντας με το δάκτυλο το σωλήνα, ανακατεύουμε.
Αν σχηματιστεί πλούσιος αφρός, αυτό αποτελεί ένδειξη ότι φτιάξαμε καλό σαπούνι.
8. Με χρήση ενός δείκτη, διαπιστώνουμε την αλκαλική αντίδραση του διαλύματος στο σωλήνα.
9. Για να διαπιστώσουμε την συμπεριφορά του σαπουνιού στο σκληρό νερό κάνουμε τα εξής: Σε υδατικό διάλυμα σαπουνιού που παρασκευάσαμε, ρίχνουμε μικρή ποσότητα διαλύματος χλωριούχου ασβεστίου (CaCl_2) ή θεικού μαγνησίου (MgSO_4). Ελέγχουμε τη διαλυτότητα στο νερό των σχηματισθέντων ιζημάτων.



Εργαστηριακή άσκηση : Παρασκευή σαπουνιού

Φύλλο εργασίας

Όνοματεπώνυμο:

Τμήμα:

Ημερομηνία:

1. Τι είναι το σαπούνι από χημική άποψη; -----

2. Να γράψετε τη γενική αντίδραση σαπωνοποίησης ενός τριεστέρα της γλυκερίνης με ΚΟΗ. -----
3. Γιατί προσθέσαμε αιθανόλη στην αρχή του πειράματος; -----

4. Τι είναι η εξαλάτωση; -----

5. Σκληρό νερό είναι αυτό που περιέχει σε μεγάλη ποσότητα άλατα, κυρίως του μαγνησίου και του ασβεστίου. Γιατί το σαπούνι είναι ακατάλληλο για πλύσιμο σε σκληρό νερό; -----

6. Οι σκόνες που ξεβουλώνουν τις φραγμένες με λίπη αποχετεύσεις ποιές χημικές ενώσεις μπορεί να περιέχουν; -----

7. Ο Γαληνός (περίφημος Έλληνας γιατρός του 2^{ου} μΧ αιώνα), πρώτος αναφέρει ότι παρασκευάζονται σαπούνι αναμιγνύοντας λίπος με στάχτη από καύση ξύλων και άσβεστο που χρησίμευε ως θεραπευτικό μέσο για τον καθαρισμό του σώματος και των ενδυμάτων. (Γνωρίζουμε ότι το σταχτόνερο είναι κυρίως διάλυμα K_2CO_3).
i) Πώς παρασκευάζεται σαπούνι με αυτά τα υλικά; -----

ii) Να συμπληρωθεί η αντίδραση: $K_2CO_3 + CaO + H_2O \rightarrow$ -----

8. Όλα τα λίπη αλλοιώνονται με το πέρασμα του χρόνου, ιδίως με την επίδραση φωτός, υγρασίας και ατμοσφαιρικού αέρα, αποκτώντας δυσάρεστη οσμή και γεύση. Είναι το λεγόμενο τάγγισμα. (υδρολύονται και στη συνέχεια τα ελεύθερα οξέα οξειδώνονται σε διάφορα προϊόντα ενώ σχηματίζονται και υπεροξειδικές ενώσεις).
Με βάση τα παραπάνω, κατά την παρασκευή του σαπουνιού, τι πρόβλημα θα δημιουργούσε η χρήση - μικρότερης από την απαιτούμενη - ποσότητας ΝαΟΗ; -----

Σημειώσεις για τον καθηγητή

1. Τα λιπαρά οξέα που προκύπτουν από την υδρόλυση των φυσικών λιπών και ελαίων έχουν συνήθως μακριά ευθεία αλυσίδα με άρτιο αριθμό ανθράκων. Το παλμιτικό (C_{16}) και το στεατικό (C_{18}) είναι τα πιο διαδεδομένα κορεσμένα. Το ελαϊκό (C_{18}) που είναι μονοακόρεστο και το λινελαϊκό (C_{18}) που είναι πολυακόρεστο είναι τα πλέον διαδεδομένα ακόρεστα

Δομή μερικών κοινών λιπαρών οξέων

Όνομασία	Αρ. ατόμων άνθρακα	Δομή	Σημείο τήξεως ($^{\circ}C$)
Κορεσμένα			
Λαουρικό	12	$CH_3(CH_2)_{10}COOH$	44
Μυριστικό	14	$CH_3(CH_2)_{12}COOH$	58
Παλμιτικό	16	$CH_3(CH_2)_{14}COOH$	63
Στεατικό	18	$CH_3(CH_2)_{16}COOH$	70
Αραχιδικό	20	$CH_3(CH_2)_{18}COOH$	75
Ακόρεστα			
Παλμιτελαϊκό	16	$CH_3(CH_2)_5CH=CH(CH_2)_7COOH$ (cis)	32
Ελαϊκό	18	$CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7COOH$ (cis)	16
Ρικινελαϊκό	18	$CH_3(CH_2)_5CH(OH)CH_2CH=CH(CH_2)_7COOH$ (cis)	5
Λινελαϊκό	18	$CH_3(CH_2)_4CH=CHCH_2CH=CH(CH_2)_7COOH$ (cis, cis)	-5
Αραχιδονικό	20	$CH_3(CH_2)_4(CH=CHCH_2)_4CH_2CH_2COOH$ (όλοι cis)	-50

2. Τα Ζωϊκά λίπη και τα φυτικά έλαια είναι τριγλυκερίδια, δηλαδή τριεστέρες της γλυκερόλης με τρία λιπαρά οξέα

Κατά προσέγγιση σύσταση λιπών και ελαίων

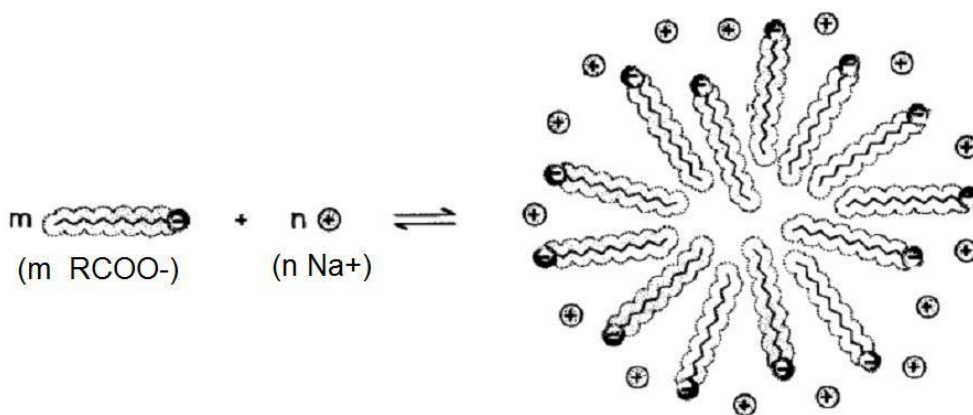
Πηγή	Κορεσμένα λιπαρά οξέα (%)				Ακόρεστα λιπαρά οξέα (%)		
	C_{12} Λαουρικό	C_{14} Μυριστικό	C_{16} Παλμιτικό	C_{18} Στεατικό	C_{18} Ελαϊκό	C_{18} Ρικινελαϊκό	C_{18} Λινελαϊκό
Ζωϊκά λίπη							
Λαρδί	—	1	25	15	50	—	6
Βούτυρο	2	10	25	10	25	—	5
Ανθρώπινο λίπος	1	3	25	8	46	—	10
Κήτειο στέαρ	—	8	12	3	35	—	10
Φυτικά έλαια							
Καρυδέλαιο	50	18	8	2	6	—	1
Αραβοσιτέλαιο	—	1	10	4	35	—	45
Ελαιόλαδο	—	1	5	5	80	—	7
Φυσικέλαιο	—	—	7	5	60	—	20
Λινέλαιο	—	—	5	3	20	—	20
Καστορέλαιο	—	—	—	1	8	85	4

3. Ο σχηματισμός του μικυλλίου και η εξαλάτωση

Το καρβοξυλικό ιόν των σαπουνιών είναι αμφίφιλο, δηλαδή σωματίδιο που διαθέτει ένα πολικό άκρο (που φέρει το καρβοξυλικό ανιόν και είναι υδρόφιλο) και ένα μη πολικό (τη μακριά ανθρακική αλυσίδα που είναι υδρόφοβη).

Όπως συμβαίνει με τα άλατα παρόμοιων αμφίφιλων, όταν το σαπούνι βρίσκεται σε διασπορά μέσα στο νερό δεν υφίσταται μια απλή διάσταση προς RCOO^- και Na^+ εκτός αν η συγκέντρωσή του είναι πολύ μικρή, οπότε αυτό συμπεριφέρεται σαν ισχυρός ηλεκτρολύτης.

Όταν όμως η συγκέντρωσή του υπερβεί μία κρίσιμη τιμή (συνήθως $10^{-4} \dots 10^{-2} \text{M}$) οι επιμήκεις ανθρακικές αλυσίδες συσσωματώνονται, σχηματίζοντας μια υδρόφοβη σφαίρα, ενώ τα ιοντικά άκρα που βρίσκονται στην επιφάνεια του συσσωματώματος τείνουν προς τα μόρια του νερού. Η δομή που προκύπτει, μαζί με τα αντιθέτως φορτισμένα ιόντα (πχ Na^+) που βρίσκονται στην περιφέρειά της λόγω δυνάμεων Coulomb, ονομάζεται **μικύλλιο**.



Η ισορροπία σχηματισμού του μικυλλίου στο νερό. Το πλήθος των μονομερών του μικυλλίου εξαρτάται από την ιοντική ισχύ του διαλύματος, το μήκος της ανθρακικής αλυσίδας και τη φύση του αντιθέτως φορτισμένου ιόντος (εδώ το Na^+)

Γιατί όμως σχηματίζεται το μικύλλιο;

Η αύξηση της συγκέντρωσης του σαπουνιού προκαλεί δύο επακόλουθα:

ι) Αυξάνεται η ιοντική ισχύς του διαλύματος και έτσι μειώνεται η άπωση των άκρων που φέρουν το καρβοξυλικό ανιόν. Τούτο συμβαίνει λόγω της παρουσίας περισσότερων ιόντων Na^+ (ένα είδος προάσπισης) και

ii) Ο παραπέρα εντοπισμός του αρνητικού φορτίου του καρβοξυλικού ιόντος στο ένα άκρο, λόγω της έλξης των περισσότερων πλέον ιόντων Na^+ , αυξάνει τον μη πολικό χαρακτήρα της ανθρακικής ουράς, όπως και τον υδρόφοβο χαρακτήρα της.

Γιατί συμβαίνει η εξαλάτωση;

Η προσθήκη άλατος (εδώ NaCl), μετατοπίζει ακόμα περισσότερο την ισορροπία σχηματισμού του μικυλλίου προς τα δεξιά αφού ενισχύει τα προαναφερθέντα δύο φαινόμενα. Επιπλέον η εφυδάτωση των ιόντων Na^+ και Cl^- μειώνει τα διαθέσιμα για αλληλεπίδραση μόρια νερού και τα απομακρύνει από την περιοχή του μικυλλίου.

4. Αυτό το υδατικό διάλυμα NaCl περιέχει επίσης τη γλυκερόλη αλλά και πιθανή περίσσεια NaOH , ουσίες όλες διαλυτές μεταξύ τους.
5. Στη βιομηχανία η διαδικασία της παρασκευής σαπουνιού συνεχίζεται και περιλαμβάνει επιπλέον στάδια που αποσκοπούν: ι)στη σαπωνοποίηση τυχόν μικρών ποσών ασάπωνοποίητων λιπαρών υλών (για την αποφυγή ταγγίσεως), και ιι)στον παραπέρα καθαρισμό του σαπουνιού. Τέλος μπορεί να προστεθούν χρώμα, αρωματικές και αντισηπτικές ύλες, ανθρακικό νάτριο, υδρύαλος κ.τ.λ.

Σχετικές διευθύνσεις στο διαδίκτυο

[Ιστορία και προοπτική του σαπουνιού](#) Για τη σαπωνοποιία στη Λέσβο, με λεπτομερείς περιγραφές για τον παραδοσιακό τρόπο παραγωγής σαπουνιού στα εργοστάσια του Πλωμαρίου και πολλά λαογραφικά στοιχεία.

[R. Brent, "The golden book of chemistry experiments"](#) με παρασκευή σαπουνιού από λίπος και διάφορες δοκιμασίες κατά τη διάρκεια του πειράματος.

[J.Norris, "Experimental organic chemistry"](#) με δοκιμασίες πάνω στη καθαρότητα του παραγόμενου σαπουνιού κ.α.

<http://fysikaproionta.blogspot.com> με πληροφορίες για τα διαφορετικά έλαια που μπορεί να χρησιμοποιηθούν ανάλογα με το σαπουνι που θέλουμε να παρασκευάσουμε, για την ψυχρή μέθοδο κ.α.

<http://aromacooking.blogspot.com> με συνταγές για παρασκευή πολλών διαφορετικών ειδών σαπουνιού.

<http://beautyelixirs.blogspot.com> με διάφορες συνταγές.

[Basic soap making recipes](#) με διάφορες συνταγές.

[Making soaps and detergents](#), Παρασκευή σαπουνιού και συνθετικού απορρυπαντικού.

[Solvents and solvent effect](#), με πληροφορίες για το σχηματισμό μικυλλίου, την εξαλάτωση, του υδρόφοβο και υδρόφιλο χαρακτήρα.

