



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

Χημεία Περιβάλλοντος

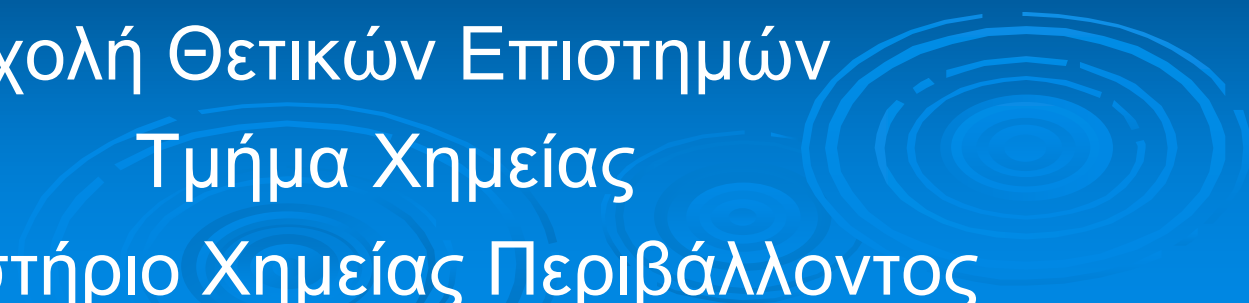
Ενότητα 2: Ρύπανση Υδάτων

Εμμανουήλ Δασενάκης

Σχολή Θετικών Επιστημών

Τμήμα Χημείας

Εργαστήριο Χημείας Περιβάλλοντος



ΑΠΟΡΥΠΑΝΤΙΚΑ



DETERGENTS
SURFACTANTS

ΡΥΠΟΙ

Οι **ρύποι** (κηλίδες, σκόνη, κολλοειδή, επιχρίσματα λίπους κ.λπ.) συνδέονται στις διάφορες επιφάνειες (υφάσματα, δέρμα κ.λπ.) μέσω:

- **Δυνάμεων Coulomb**
- **Δυνάμεων van der Waals**
- **Προσρόφησης**

- ◆ Οι συγκεντρώσεις των ρύπων μπορεί να εμφανίζουν μεγάλες διακυμάνσεις
- ◆ Οι ρύποι μπορεί να είναι πρόσφατοι ή παλαιοί και να έχουν υποστεί χημικές αλλοιώσεις πάνω στις επιφάνειες λόγω θερμικών ή οξειδωτικών αλλαγών

ΡΥΠΟΙ

♦ Οι ρύποι μπορεί να είναι:

Υδατοδιαλυτοί

Διαλύονται εύκολα στο νερό μετά την απόσπασή τους από την ίνα ή την επιφάνεια

Μη υδατοδιαλυτοί

Ο καθαρισμός τους πρέπει να περιλαμβάνει:

- Διάλυση του ρύπου σε μη πολικό διαλύτη
- Δημιουργία σταθερού γαλακτώματος με τη βοήθεια απορρυπαντικών

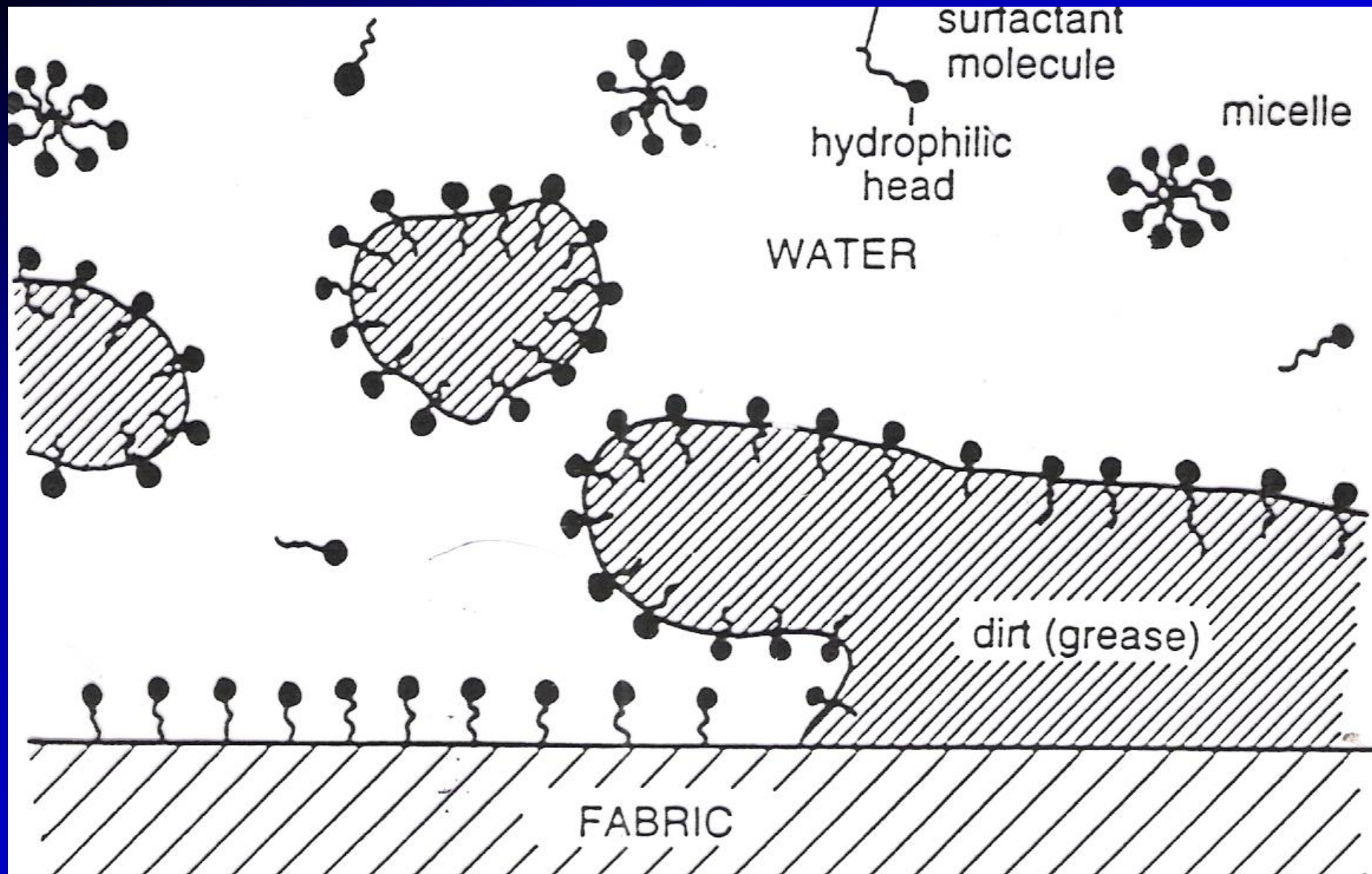
ΑΠΟΡΡΥΠΑΝΤΙΚΑ

Τα **απορρυπαντικά** είναι υδρογονάνθρακες με μακριά μη πολική αλυσο η οποία φέρει στο άκρο της μια έντονα πολική ομάδα.

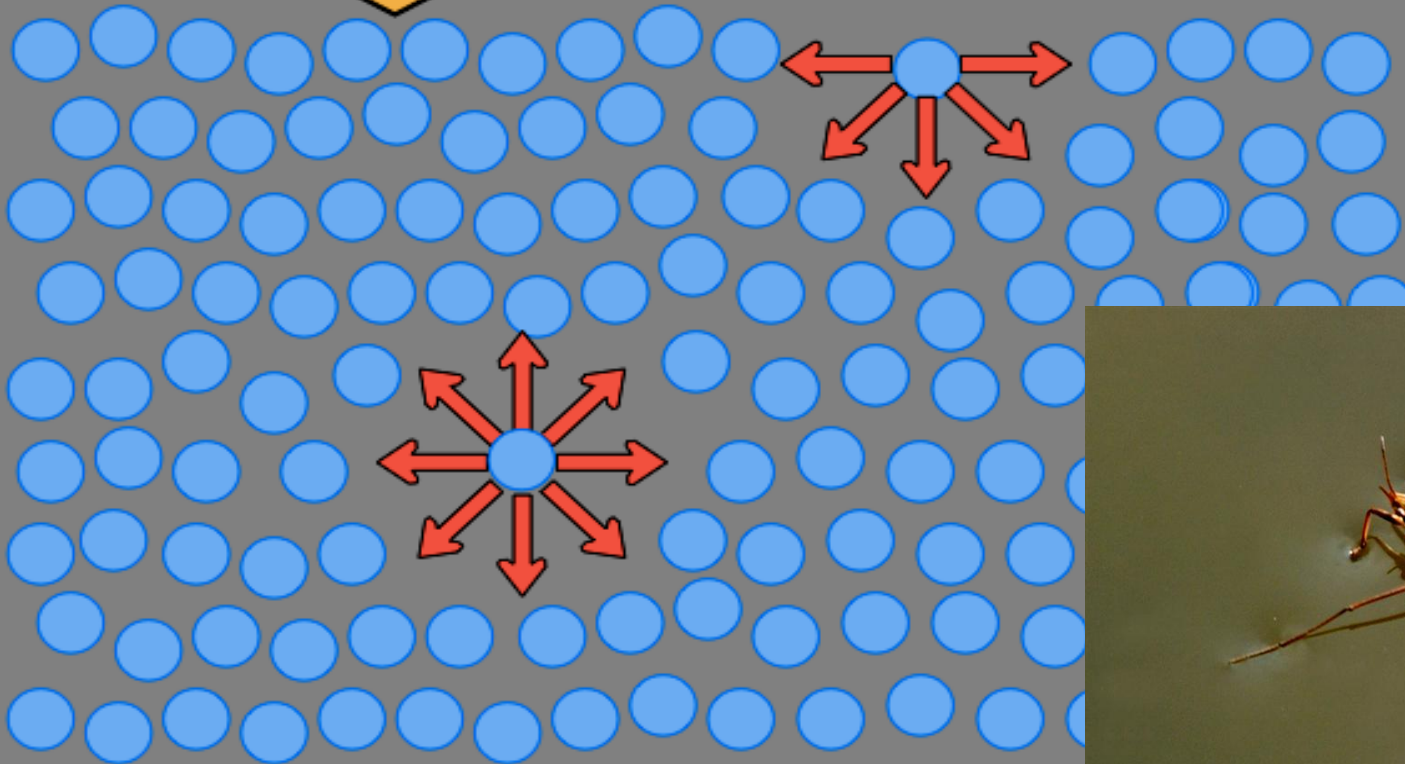
Διαδικασία καθαρισμού:

- *Διάλυση του απορρυπαντικού με το μη πολικό άκρο του σε μόρια υδρόφοβων ενώσεων (λίπη, έλαια, υδρογονάνθρακες)*
- *Σχηματισμός μυκηλίων με ακτινωτή διάταξη*
- *Σχηματισμός υδρογονικών δεσμών μεταξύ του πολικού άκρου του απορρυπαντικού και των πολικών μορίων του νερού*
- *Μεταφορά του συμπλέγματος ως γαλακτώματος στην υδατική φάση με μηχανική δράση (τρίψιμο, φυγοκέντριση κ.λπ.)*

Τα **απορρυπαντικά** είναι ενώσεις τασιενεργές (προκαλούν μείωση στην επιφανειακή τάση του ύδατος)



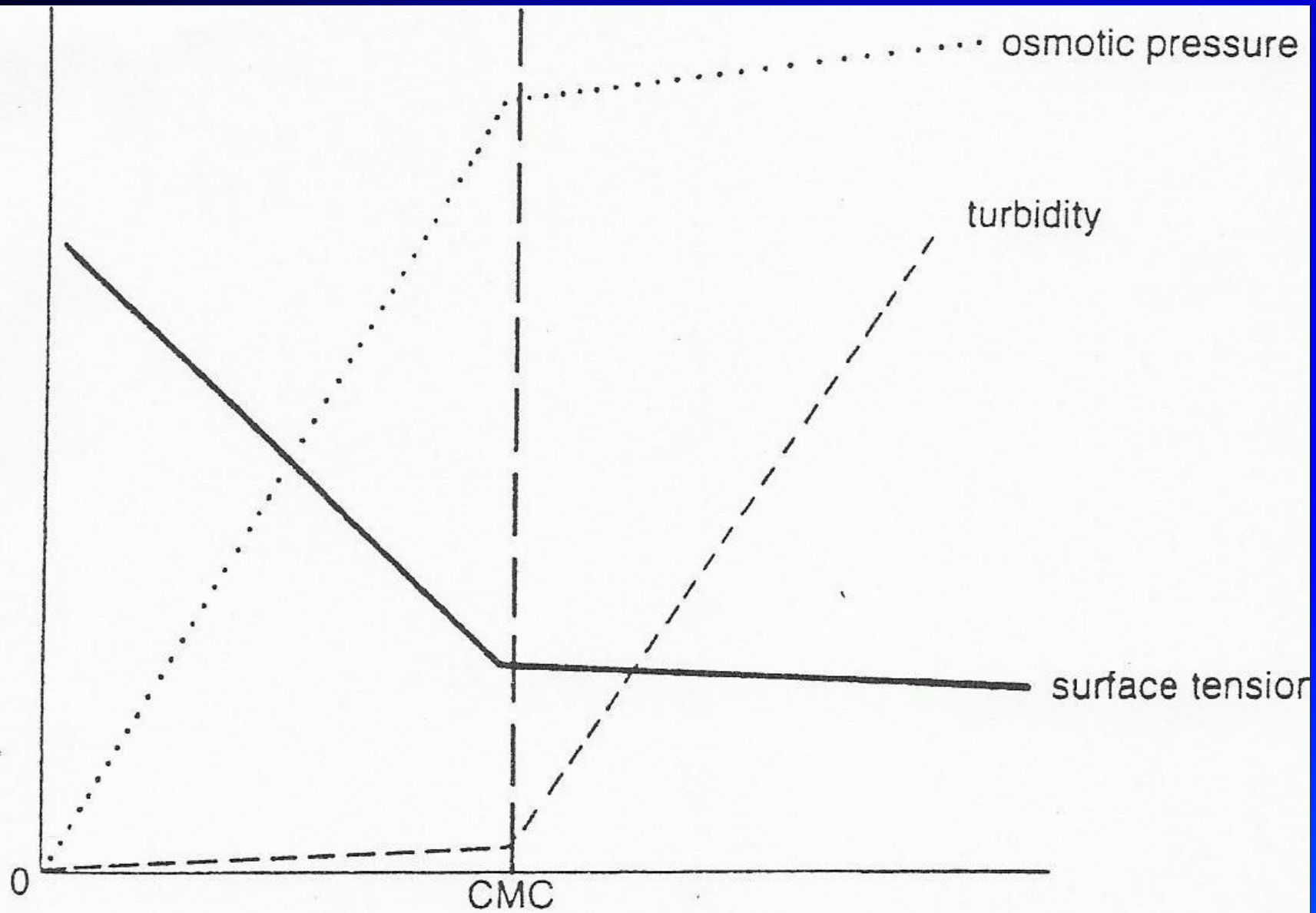
liquid surface



ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΤΑΣΗ

Είναι η τάση των υγρών να ελαττώσουν την επιφάνειά τους. Οφείλεται στις ελκτικές δυνάμεις που ασκούν τα μόρια του υγρού στα μόρια της επιφάνειάς του. Όσο ισχυρότερες είναι οι διαμοριακές δυνάμεις τόσο μεγαλύτερη είναι η επιφανειακή τάση. Στην επιφανειακή τάση οφείλονται το σφαιρικό σχήμα των σταγόνων του νερού.

PROPERTY ↑

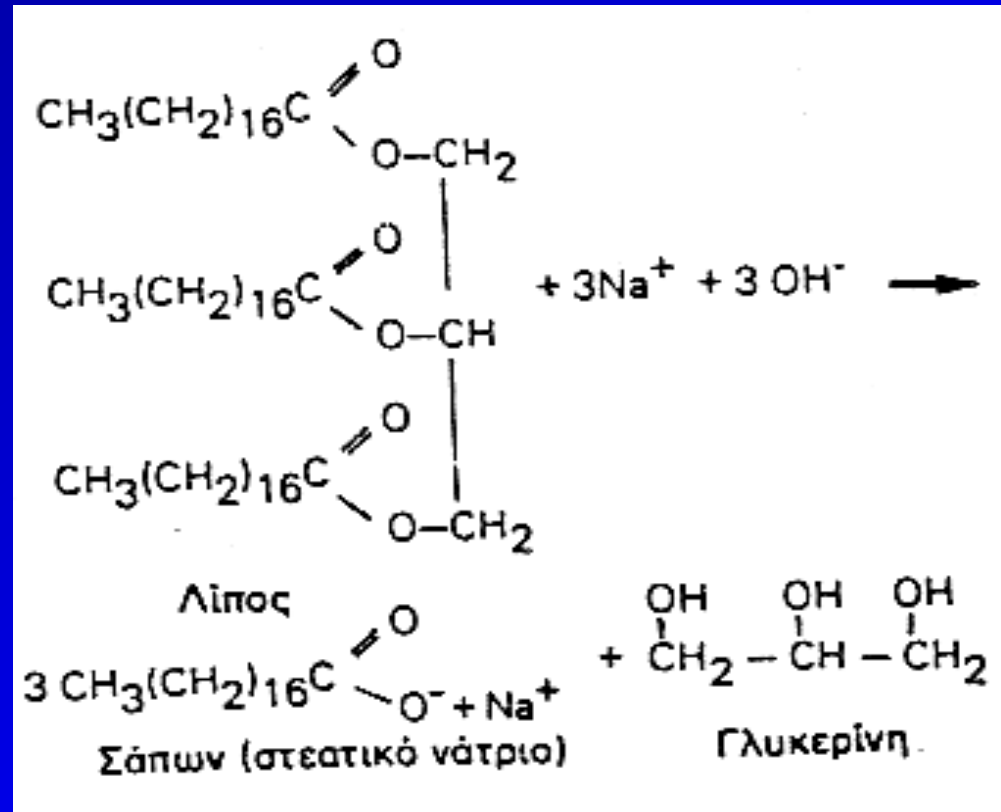


SURFACTANT CONCENTRATION

ΣΑΠΩΝΕΣ...τα πρώτα καθαριστικά

Οι **σάπωνες** είναι άλατα των λιπαρών οξέων με Na ή K

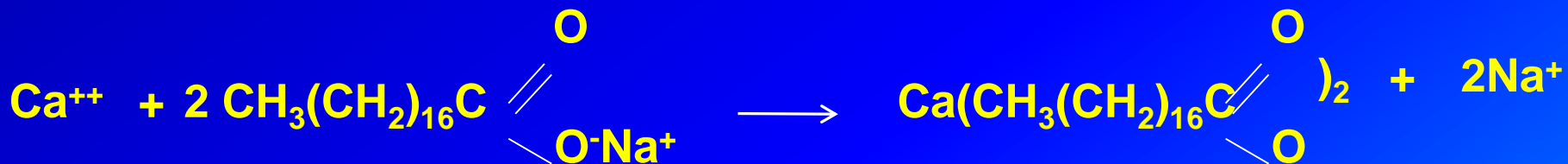
Οι **σάπωνες**, γνωστοί από την αρχαιότητα και τον Μεσαίωνα, παρασκευάζονταν από λίπη και έλαια τα οποία υφίσταντο κατεργασία με στάχτη



Οι σάπωνες είναι μίγματα στεατικού, παλμιτικού και ελαϊκού Na και φέρουν ως πολικό τμήμα το ιονισμένο καρβοξύλιο

ΣΑΠΩΝΕΣ...μειονεκτήματα

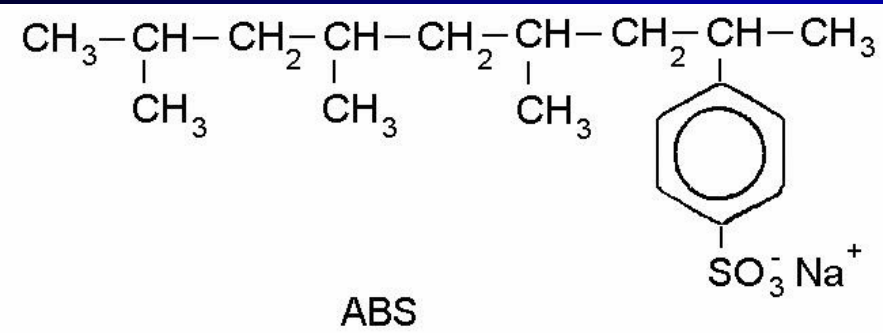
- ❖ Τα διαλύματα των κοινών σαπώνων είναι αλκαλικά λόγω των ασθενών λιπαρών οξέων
- ❖ Σε ουδέτερο ή όξινο περιβάλλον η διάσταση του σάπωνα περιορίζεται και μειώνεται η απορρυπαντική του δράση
- ❖ Αντιδρούν με άλατα Ca & Mg που είναι συστατικά των φυσικών υδάτων σχηματίζοντας δυσδιάλυτα άλατα («γάριασμα, πουρί»).
- ❖ Για την απομάκρυνση των ιόντων Ca & Mg προστίθεται συνήθως ανθρακικό Na, μεταπυριτικό Na ή και ουδέτερο φωσφορικό Na pH=12.



ΤΑ ΑΠΟΡΡΥΠΑΝΤΙΚΑ...& η ιστορία τους

1940

ABS (αλκυλο-βενζυλο-σουλφονικό Na)



Απορρυπαντική δράση & σε χαμηλότερες τιμές pH λόγω της μειωμένης βασικότητας της σουλφομάδας

Συνέργεια «προσθετικών» ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$, $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) στη δράση του ABS
 $\text{P}_3\text{O}_{10}^{5-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HPO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{PO}_4^-$

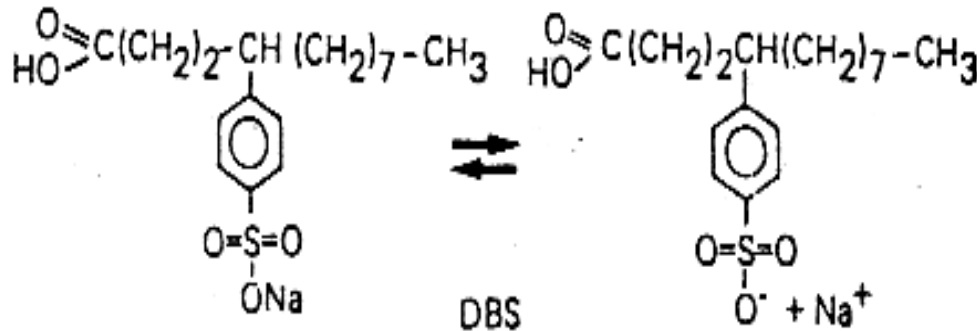
1950

1960

Προβλήματα ρύπανσης λιμνών και ποταμών λόγω της αδυναμίας των ενζύμων μικροοργανισμών να διασπάσουν τη διακλαδούμενη μη βιοαποικοδομήσιμη αλυσό του ABS

1965

LAS (γραμμικά αλκυλο-βενζυλο-σουλφονικά άλατα)



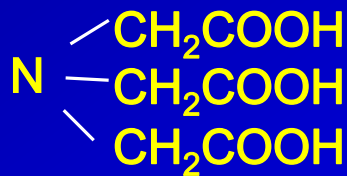
- Σχετικά βιοαποικοδομήσιμο – δεν περιέχει την απρόσβλητη ομάδα – $\text{C}(\text{CH}_3)_3$
- Απαιτούνται «προσθετικά»
- Μείωση των φαινομένων αφρισμού

ΤΑ ΑΠΟΡΡΥΠΑΝΤΙΚΑ...& η ιστορία τους

Φωσφορικά άλατα

- Αυξάνουν την απορρυπαντική δράση
- Δεσμεύουν τα κατιόντα που προκαλούν τη σκληρότητα του ύδατος
- Διατηρούν το pH σε υψηλές τιμές (~10) ώστε να μην πρωτονιωθεί η σουλφομάδα
- Μειώνουν το κόστος του απορρυπαντικού

1970 Αντικατάσταση των φωσφορικών αλάτων από άλλες ουσίες όμοιας δράσης π.χ. ΝΤΑ (νιτριλοτριοξεικό οξύ)



- Δεσμεύει τα ιόντα *Ca* & *Mg*
- Δεν περιέχει *P*
- Αποσυντίθεται κατά τον καθαρισμό αστικών αποβλήτων
- Έχει τερατογόνο δράση

1980 Ευτροφισμός στην Αδριατική
Θέσπιση ανώτατου ποσοστού PO_4^{3-} στην Ιταλία

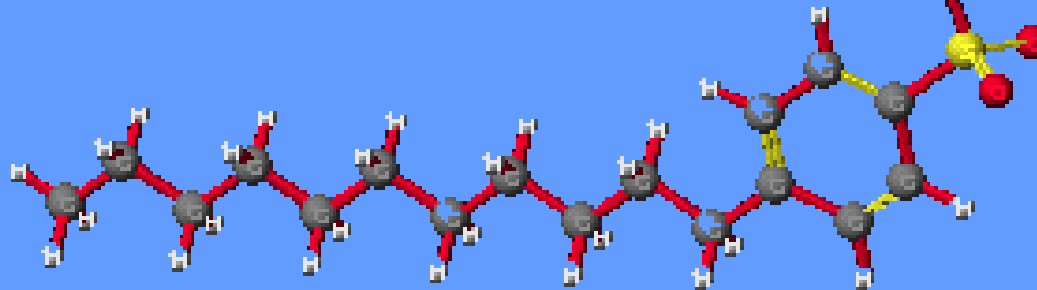
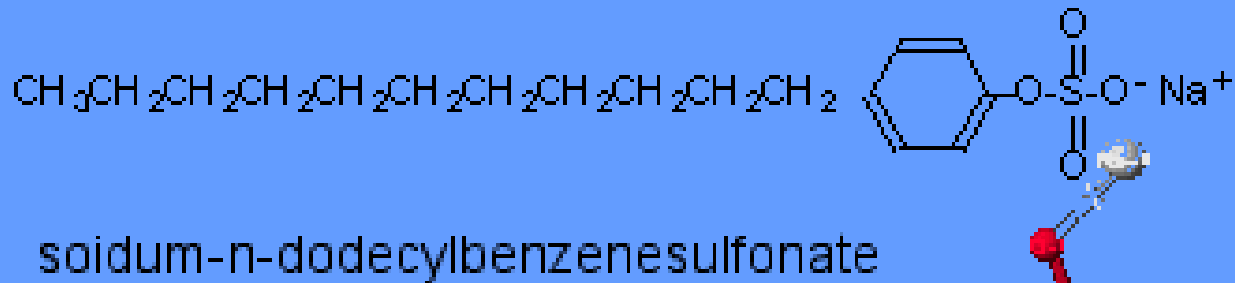
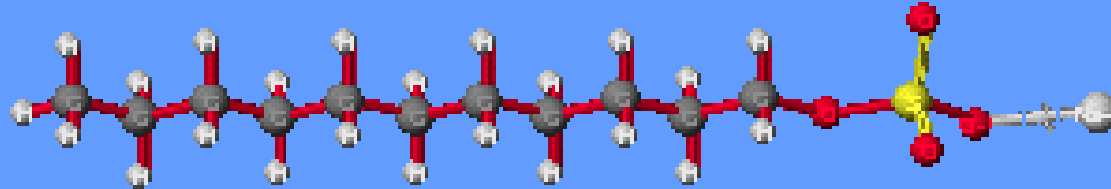
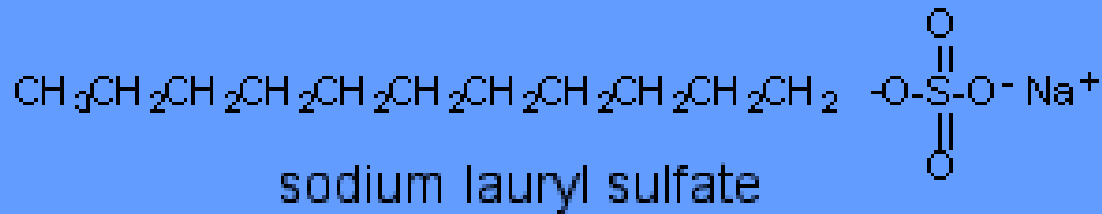
ΑΠΟΡΡΥΠΑΝΤΙΚΑ...& προβλήματα

- Μεταφορά ρύπων και τοξικών ενώσεων σε μεγάλες αποστάσεις μέσω των απορρυπαντικών
- Απλώνονται σε μεγάλες εκτάσεις στην επιφάνεια των υδάτων εμποδίζοντας την οξυγόνωσή τους
- Φαινόμενα ευτροφισμού λόγω των προσθετικών (φωσφορικά άλατα)
- Ρύπανση από ιχνημέταλλα (As, Cd) που υφίστανται ως προσμίξεις στους φυσικούς φωσφορίτες απ' όπου προέρχονται τα φωσφορικά

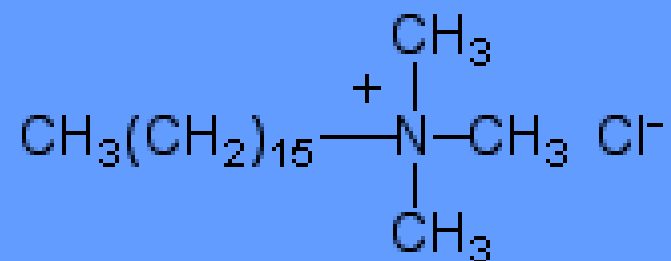
Προβλήματα αφρισμού σε ποτάμι στις ΗΠΑ



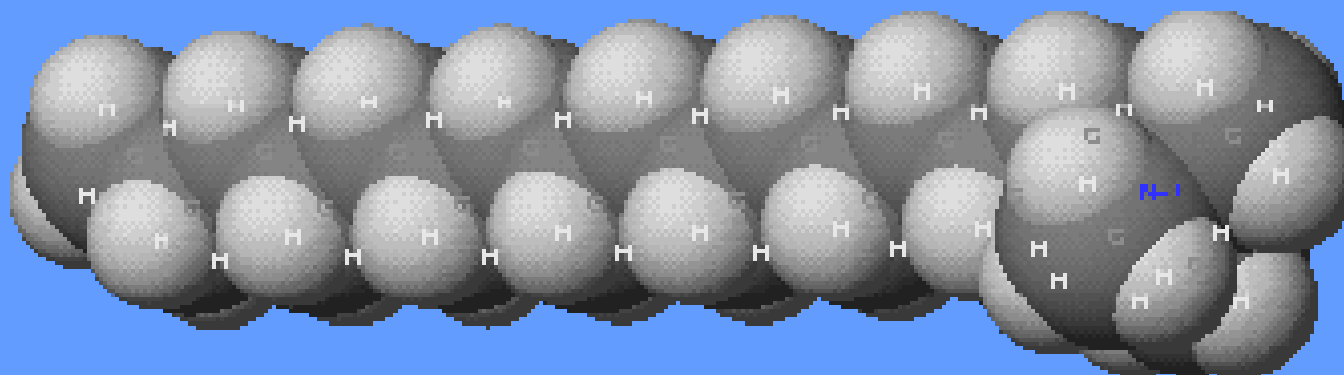
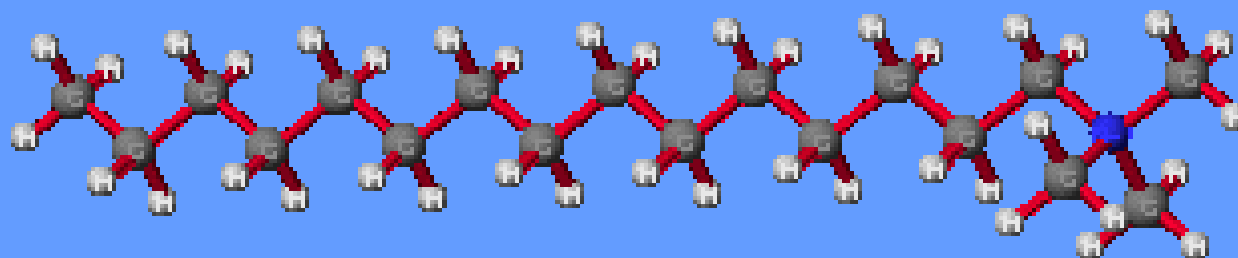
Anionic Detergents



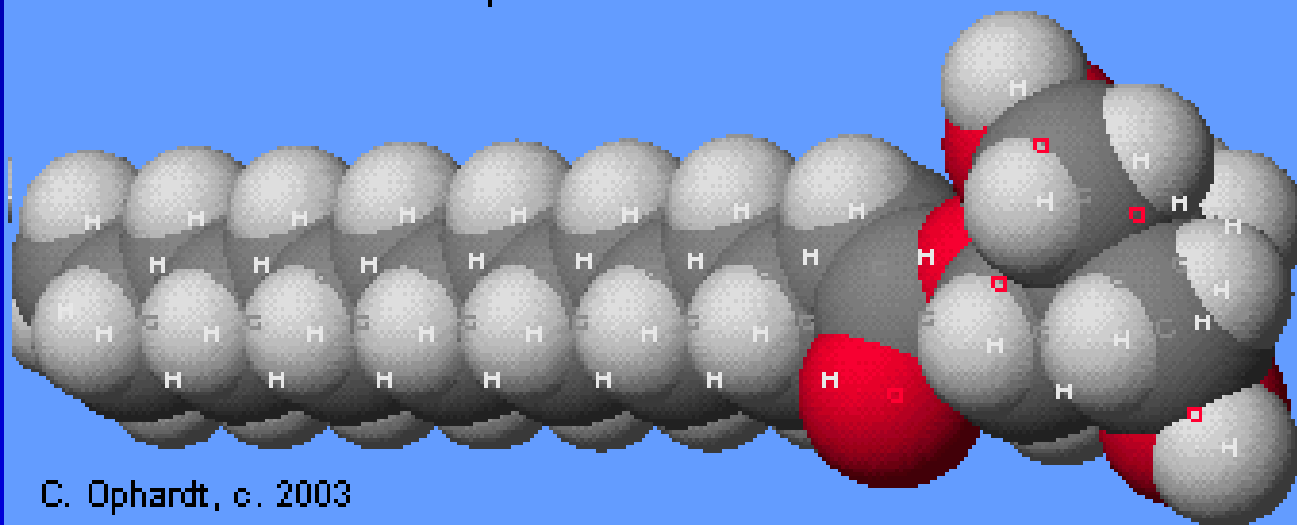
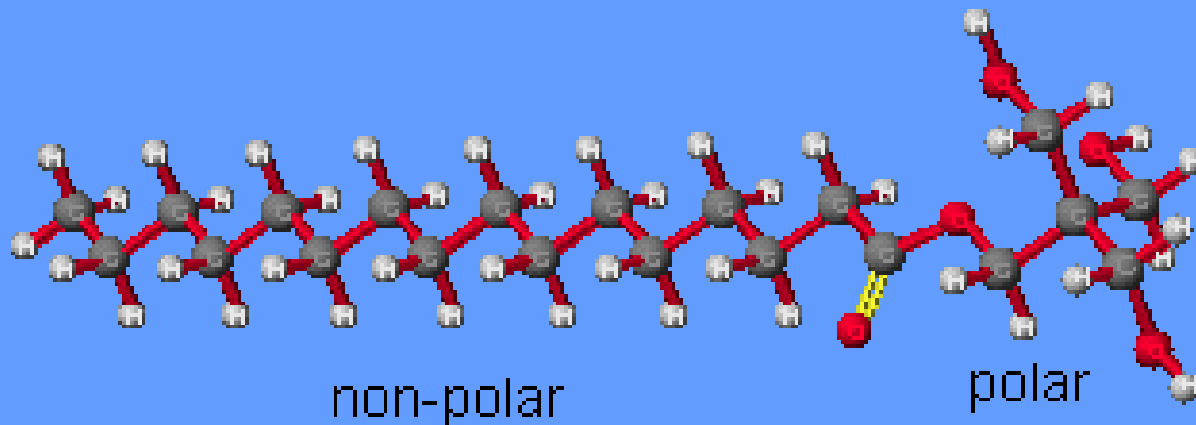
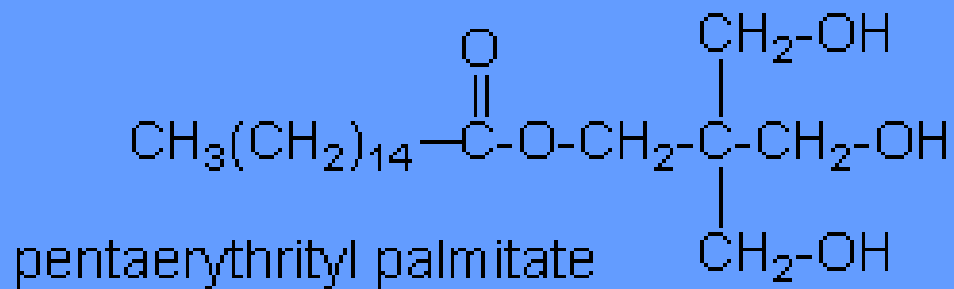
Cationic Detergent



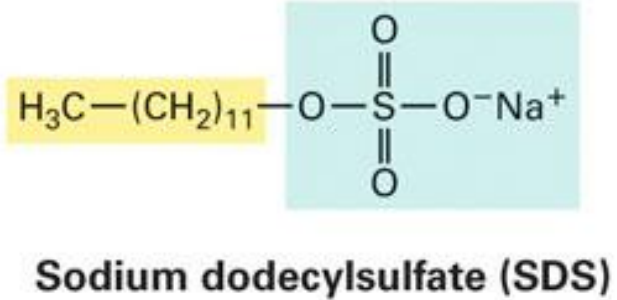
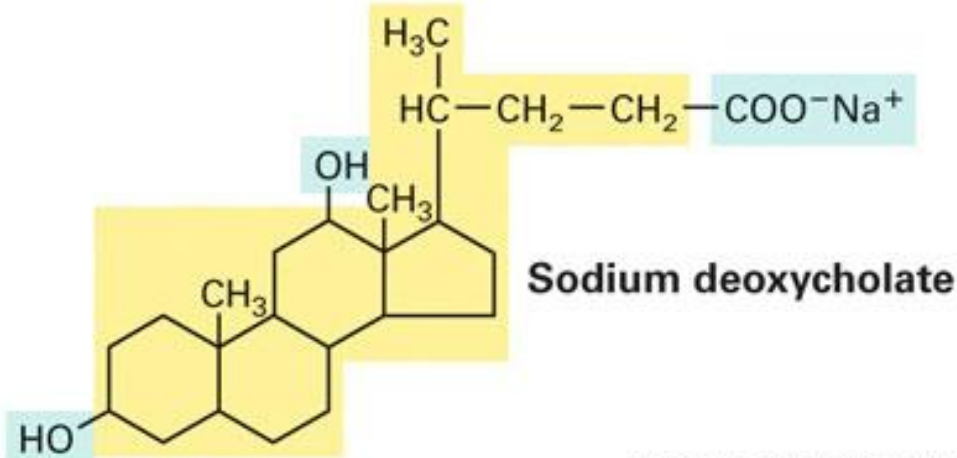
trimethylhexadecylammonium chloride



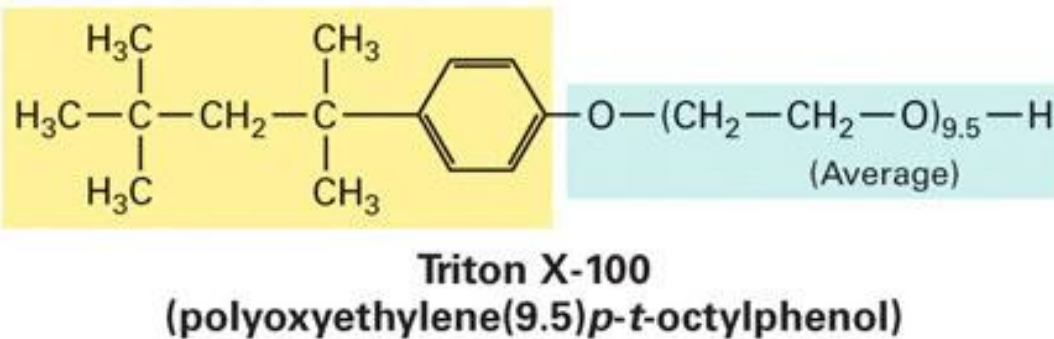
Nonionic Detergents



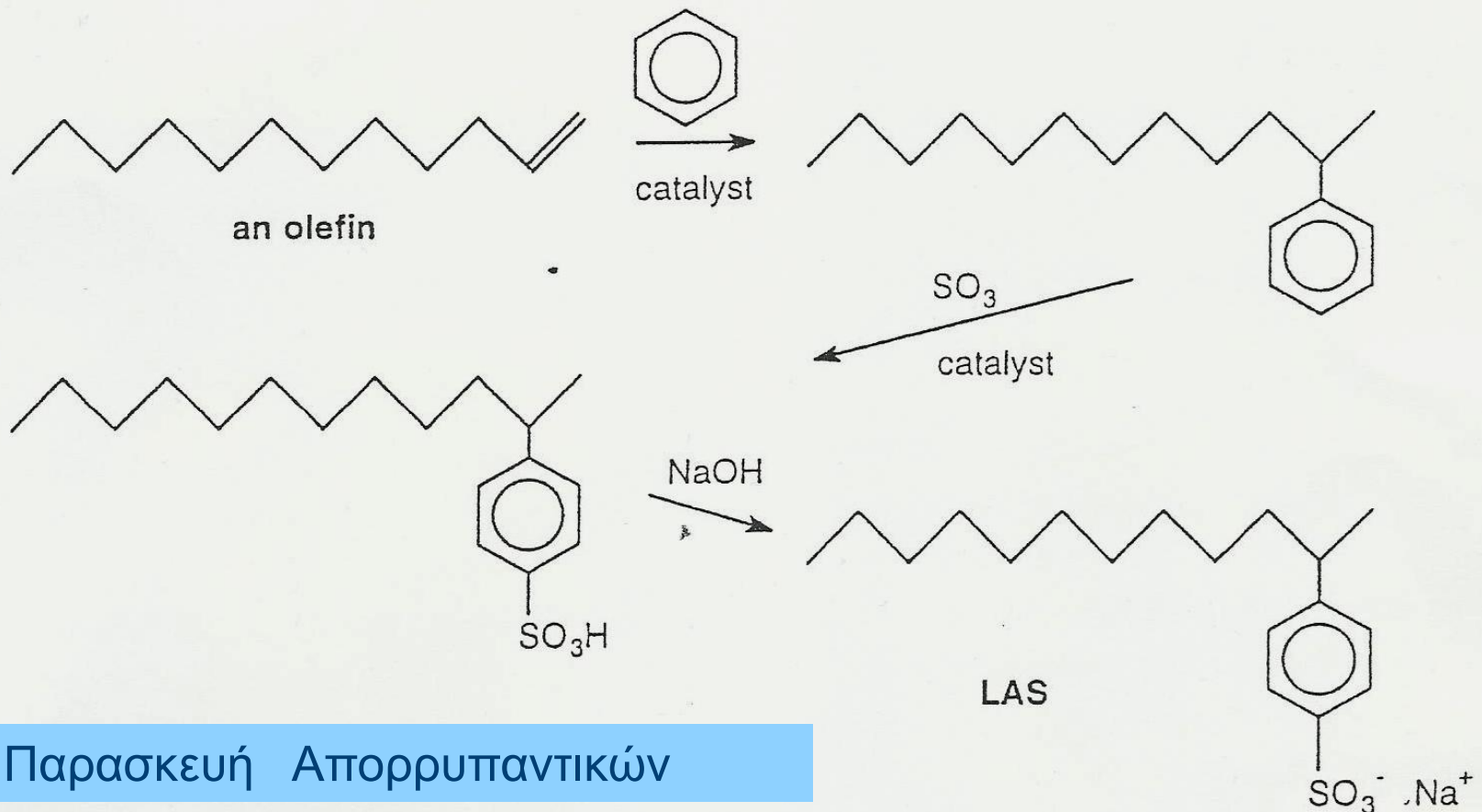
IONIC DETERGENTS



NONIONIC DETERGENTS

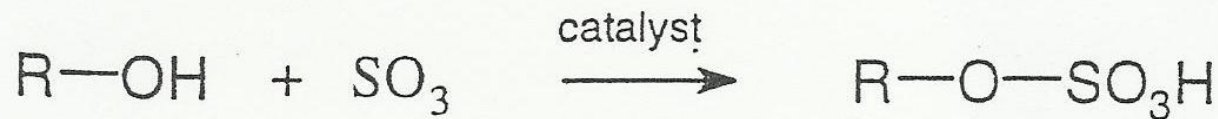


Alkanes are too unreactive for direct surfactant synthesis. Intermediate compounds containing active centers such as double bonds, benzene rings or hydroxyl groups are used. **Linear alkylbenzene sulfonates (LAS)** are usually made by attaching a benzene ring to a long-chain olefin, an unsaturated hydrocarbon, followed by sulfonation, which provides the hydrophile. Neutralization with sodium hydroxide finishes the sequence, yielding the surfactant.

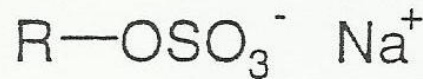
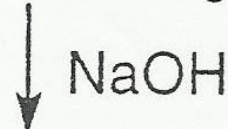


Παρασκευή Απορρυπαντικών

Sulfur trioxide (a product of the sulfuric acid industry) is used in the manufacture of several types of anionic surfactants. **Alkyl sulfates**, for example, are formed by the sulfation of fatty alcohols.



Fatty alcohol



Alkyl sulphate

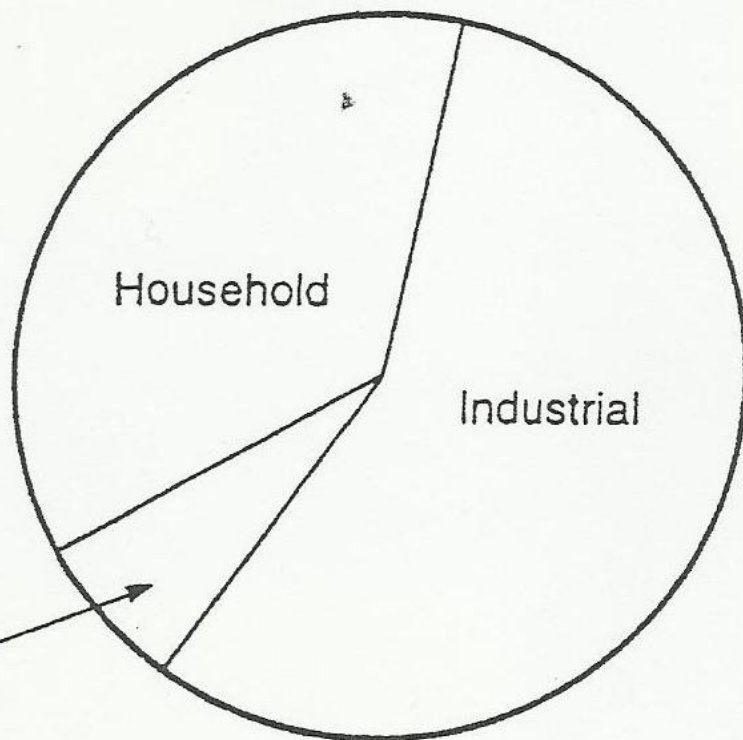
Παρασκευή Απορρυπαντικών

Household Uses

- * detergents
- * cleaners
- * laundry aids
- * soaps

Personal Care

- * soaps
- * shampoos
- * cosmetics

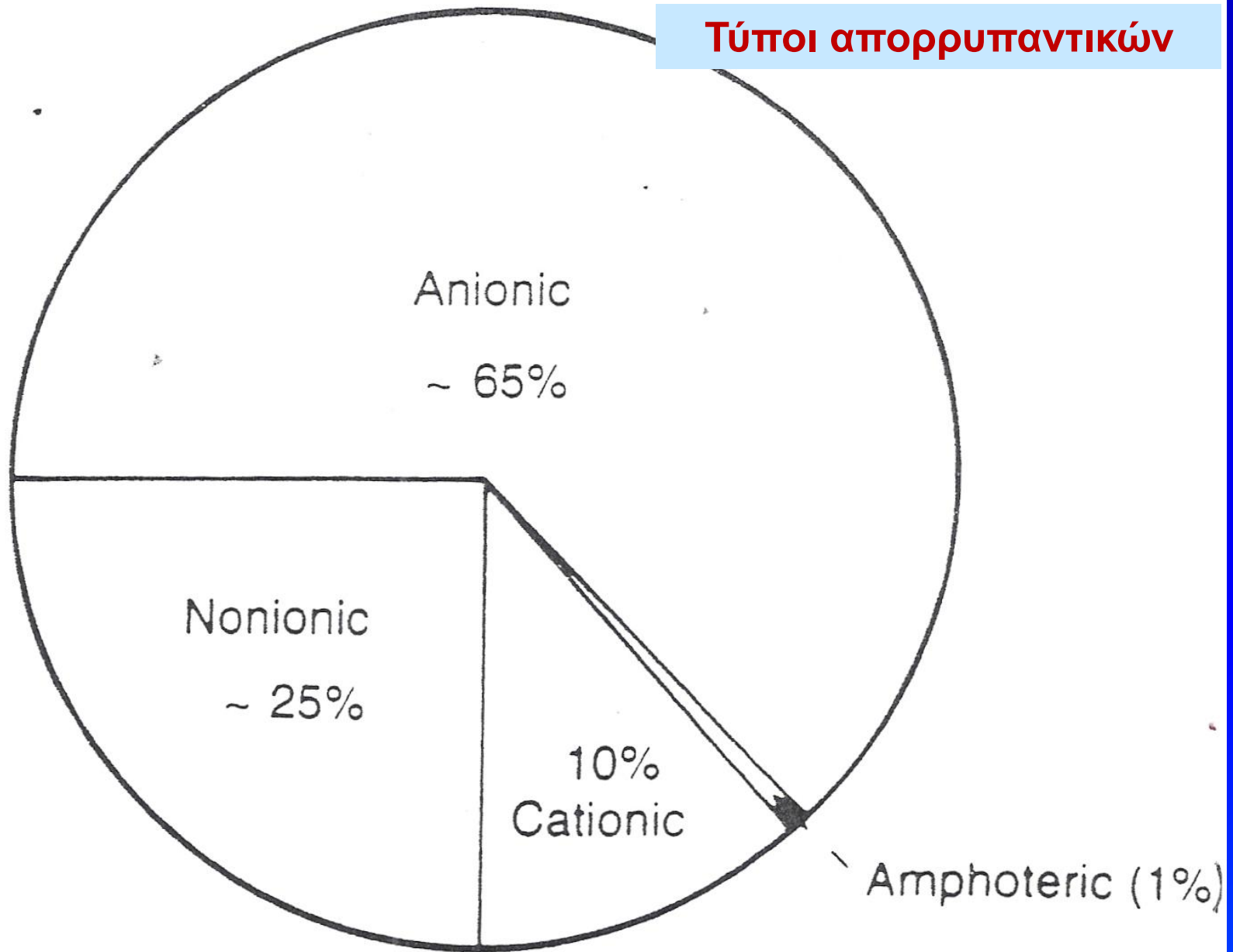


Industrial Uses

- * textiles
- * foods
- * metal processing
- * ore processing
- * oil field
- * plastics
- * paints
- * road and building construction
- * paper
- * chemical manufacture

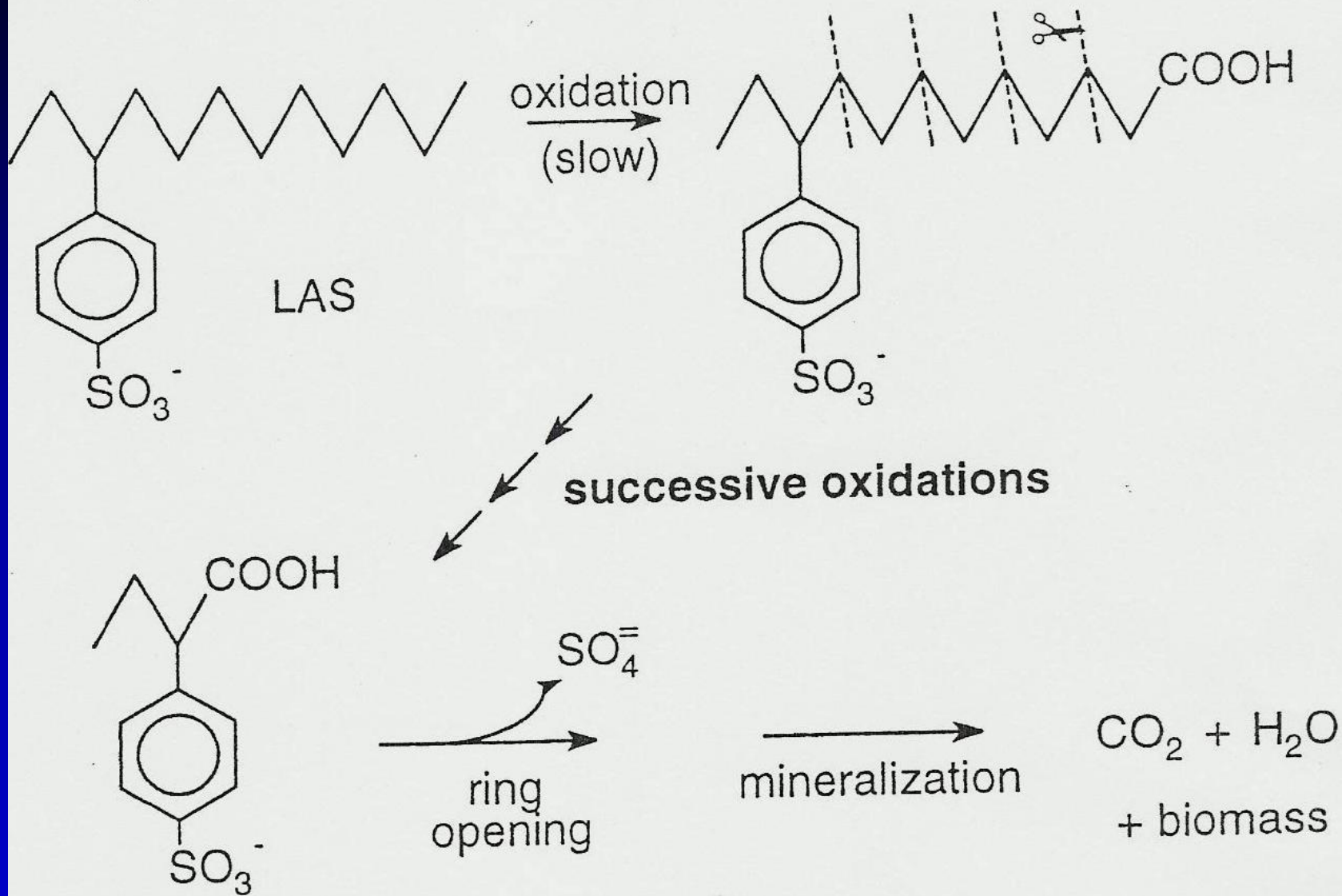
Χρήσεις απορρυπαντικών

Τύποι απορρυπαντικών



Broad categories of consumption of surfactants in the United States

Αποικοδόμηση απορρυπαντικών στο περιβάλλον



Phosphates in detergents

Phosphates are one of the most commonly-used and abundant ingredients in domestic and industrial detergents. Their function is to combat water hardness in order to allow efficient cleaning by the detergents. The type of phosphate most commonly used is STPP (sodium tripolyphosphate, $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$, CAS No 7758-29-4, EINECS No 231-838-7). Overall, STPP is an efficient ingredient in detergents with the following functions:

- efficient sequestering of hardness salts (and keeping them in solution);
- removal and prevention of encrustation on fibres;
- enhancement of the washing process;
- carrier for other detergent ingredients.

The annual consumption of phosphate containing detergents in the EU-25 is about 1.8 million tonnes, a value equivalent to a phosphorous content of about 110,000 tonnes. 90-95% of these are consumed in domestic laundry and dishwashing detergents. For comparison, the use of phosphates in fertilisers is equivalent to around 1.25 million tonnes of phosphorus per year.

There are no concerns over adverse health effects associated with the use of STPP in detergents. Recent scientific evidence² indicates very low acute toxicity of STPP by ingestion or dermal application, while no mutagenic or genotoxic effects have been observed.

Phosphates are essential nutrients as their use in fertilisers indicates. The prime concern over the use of phosphate in detergents is that it can lead to an excess of nutrients in the aquatic environment which, in turn, can lead to problems of eutrophication.

παλαιού τύπου εμπορικό απορρυπαντικό για πλυντήρια ρούχων- περιείχε 10-50% δραστικό συστατικό και 25-40% πολυφωσφορικά άλατα. Επίσης 5-7 % πυριτικό νάτριο για την πρόληψη της διάβρωσης του πλυντηρίου, 3-6% παρεμποδιστές αφρού και 0,5-1 % καρβοξυμεθυλοκελλουλόζη για την καλύτερη αιώρηση του αποβαλλομένου ρύπου.

Οι μεγάλες ποσότητες των φωσφορικών προκαλούν σοβαρότατο πρόβλημα ευτροφισμού στα νερά λιμνών και κλειστών κόλπων. Τα φωσφορικά άλατα είναι θρεπτικά συστατικά που οδηγούν στην ανάπτυξη πρωτογενούς παραγωγής, του φυτοπλαγκτού και των φυκών. Στη φύση όμως τα φωσφορικά άλατα είναι γενικά περιορισμένα και κατ' αναλογία περιορισμένη η ανάπτυξη των παραγωγών οργανισμών μέσα στα υδατικά συστήματα. Με την άφθονη όμως παρουσία των φωσφορικών αρχίζει η υπέρμετρη ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού και των φυκών (ευτροφισμός και υπερτροφισμός) με σοβαρότατες δευτερογενείς επιπτώσεις (ανοξικές συνθήκες, παραγωγή τοξικών αερίων, ανάπτυξη ειδικών κατηγοριών τοξικών οργανισμών π.χ. δεινομαστιγωτών κλπ.). Σήμερα χρησιμοποιούνται διεθνώς τεράστιες ποσότητες απορρυπαντικών με αποτέλεσμα αύξηση τόσο του οργανικού άνθρακα στα υδάτινα οικοσυστήματα όσο και την συσσώρευση φωσφορικών στους φυσικούς αποδέκτες

Ευτροφισμός



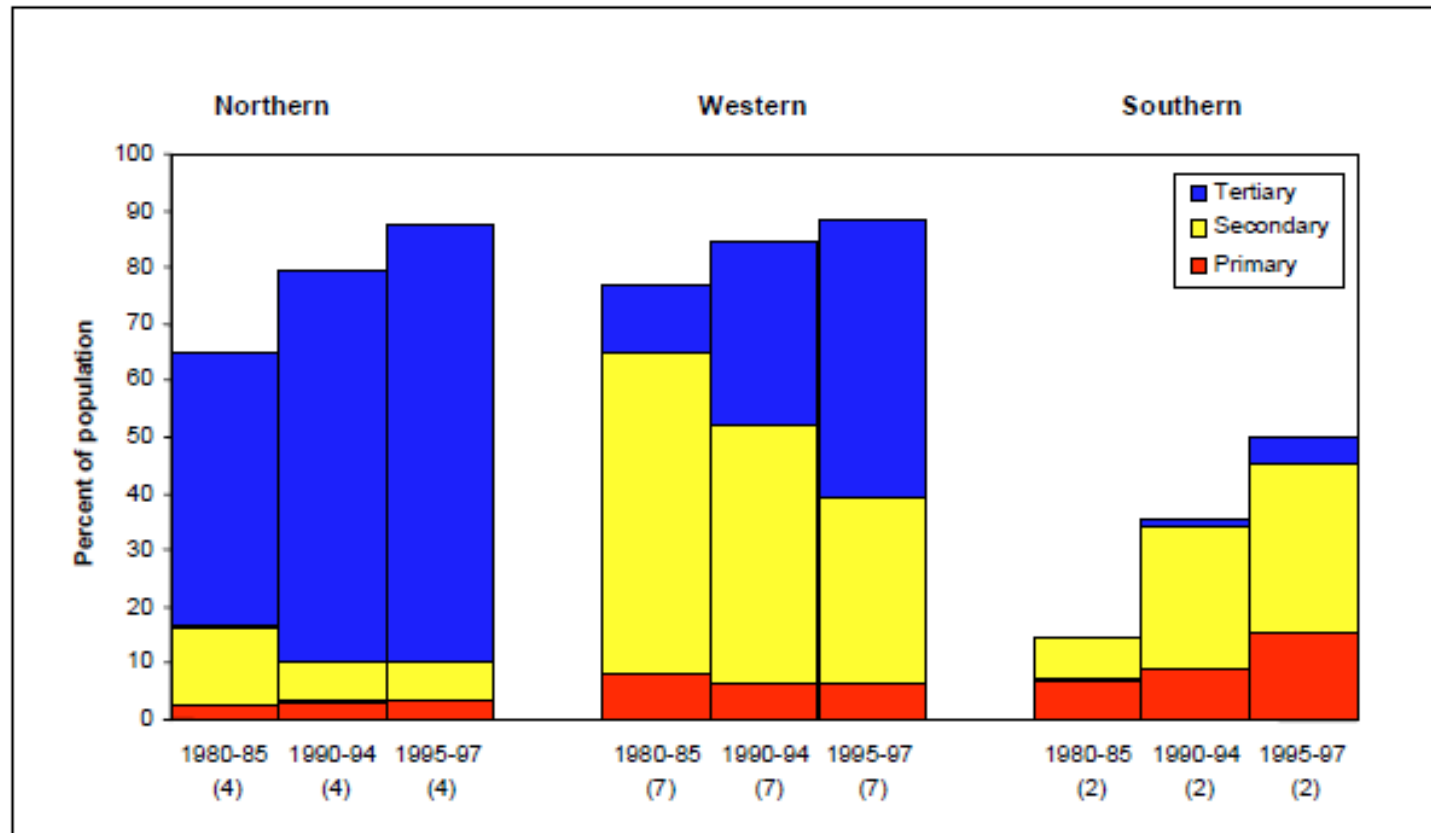
Είναι χαρακτηριστικό ότι μετά τα σοβαρότατα προβλήματα ευτροφισμού της Αδριατικής στην δεκαετία του 1980 οι περιβαλλοντικές οργανώσεις επέτυχαν να καθιερωθεί από την Ιταλική Κυβέρνηση ανώτατο ποσοστό φωσφορικών στα απορρυπαντικά 7%, 6% και στην συνέχεια, στην δεκαετία του 1990, 2.5%. Παρ' όλα ταύτα λόγω της δυσπιστίας και απροθυμίας των Ιταλών να αγοράσουν και αυτά τα απορρυπαντικά που θεωρούσαν ως περιβαλλοντικά επιβλαβή, εισήχθησαν και κυκλοφορούν στην Ιταλική αγορά απορρυπαντικά με συγκέντρωση χαμηλότερη και από την επισήμως ανεκτή από τον Ιταλικό νόμο.

| Παράμετρος ρύπανσης | Ακατέργαστα λύματα | Πρωτοβάθμια κατεργασία | | Δευτεροβάθμια κατεργασία | | Τρτοβάθμια κατεργασία | |
|----------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------|-----------------------------|-------------|--------------------------|----------------|
| | <i>ppm (mg/l)</i> | <i>ppm</i> | Ι.Κ.* | <i>ppm</i> | Ι.Κ. | <i>ppm</i> | Ι.Κ. |
| BOD | 300 | 195 | 35% | 30 | 90% | 2,5 | >95% |
| COD | 400 | 280 | 30% | 80 | 80% | 2-10 | >95% |
| Αιωρούμενα | 300 | 120 | 60% | 30 | 90% | <0,5 | >90% |
| Ολικό N | 60 | 48 | 20% | 30 | 50% | <6 | >90% |
| Ολικός P | 15 | 13 | 12% | 10 | 30% | <0,15 | >95% |
| Κολοβακτηρίδια / ml | 15x10⁴ | - | - | 1000 | - | <0,02 | - |

Συστατικά εμπορικού προϊόντος απορρυπαντικού (σκόνη)

| Συστατικά | Περιεκτικότητα % |
|---|------------------|
| Τασενεργές ουσίες | 10 – 15 |
| Πρόσθετα (πυροφωσφορικό νάτριο, πυριτικό νάτριο-αργίλλιο) | 30 – 40 |
| Λευκαντικά (υπερβορικό νάτριο) | 20 – 30 |
| Αντιδιαβρωτικά (πυριτικό νάτριο) | 3 – 6 |
| Σταθεροποιητές (πυριτικό μαγνήσιο) | 0.2 – 2 |
| Αντι-επαναποθετικά (καρβοξυμεθυλοκελλουλόζη) | 0.5 – 2 |
| Βοηθητικά (λαμπρυντικά, άρωμα, ένζυμα κ.ά) | 0.2 – 0.5 |
| Υλικό πλήρωσης (θειικό νάτριο) | 5 – 10 |

Figure 1 Change in wastewater treatment in regions of Europe, 1980/85, 1990/94 and 1995/97.



Notes: Only countries with data from all periods included, the number of countries in brackets.

Northern: Iceland, Norway, Sweden, Finland.

Western: Austria, Ireland, United Kingdom, Luxembourg, Netherlands, Germany, Denmark.

Southern: Greece, Spain.

Missing data from: Liechtenstein, Belgium, Italy, France, Portugal.

ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

Περιέχονται μεταξύ άλλων και τα
εξής συστατικά :

- 15-30% Φωσφορικές ενώσεις
- 5-15% Ανιονικά τασιενερά
- <5% Μη ιονικά τασιενεργά, Άρωμα, Λαμπρύνουσες ουσίες, Butylphenyl Methylpropional, Linalool, Limonene, Hexyl Cinnamal, Ένζυμα.

ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

15-30% Ανιονικά τασιενεργά.

<5% Σαπούνι, Μη ιονικά τασιενεργά,
Φωσφορικές ενώσεις, Άρωμα,
Λαμπρύνουσες ουσίες, Butylphenyl
Methylpropional, Ένζυμα,
Limonene.


ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ


| | |
|-------|---|
| 5-15% | Ανιονικά τασιενεργά, Μη ιονικά τασιενεργά |
| <5% | Σαπούνι, Φωσφορικές ενώσεις, Άρωμα, Λαμπρύνουσες ουσίες, Butylphenyl Methylpropional, Citronellol, Ένζυμα, Benzisothiazolinone |

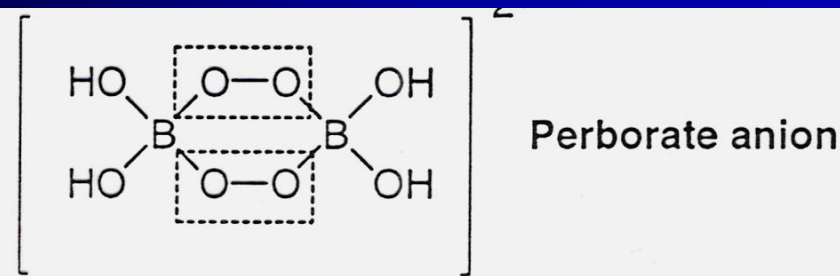
ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ - ΕΣ 648/2004 (www.info-pg.com):

15-30% Ανιονικές επιφανειοδραστικές ουσίες

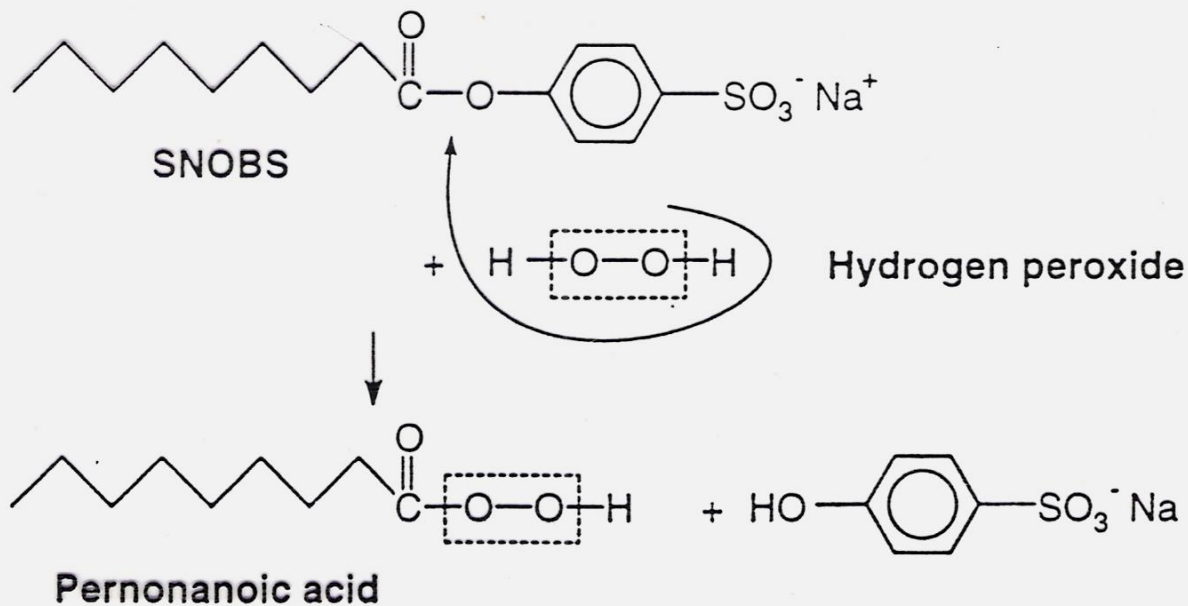
<5% Μη ιονικές επιφανειοδραστικές ουσίες, Λευκαντικοί
παράγοντες με βάση το οξυγόνο, Φωσφορικές ενώσεις,
Πολυκαρβοξυλικές ενώσεις, Ζεόλιθοι,
Λαμπρύνουσες ουσίες, Ένζυμα, Αρωματικές ουσίες,
Butylphenyl Methylpropional.

 Τηλ: 800-11-23000 χωρίς χρέωση

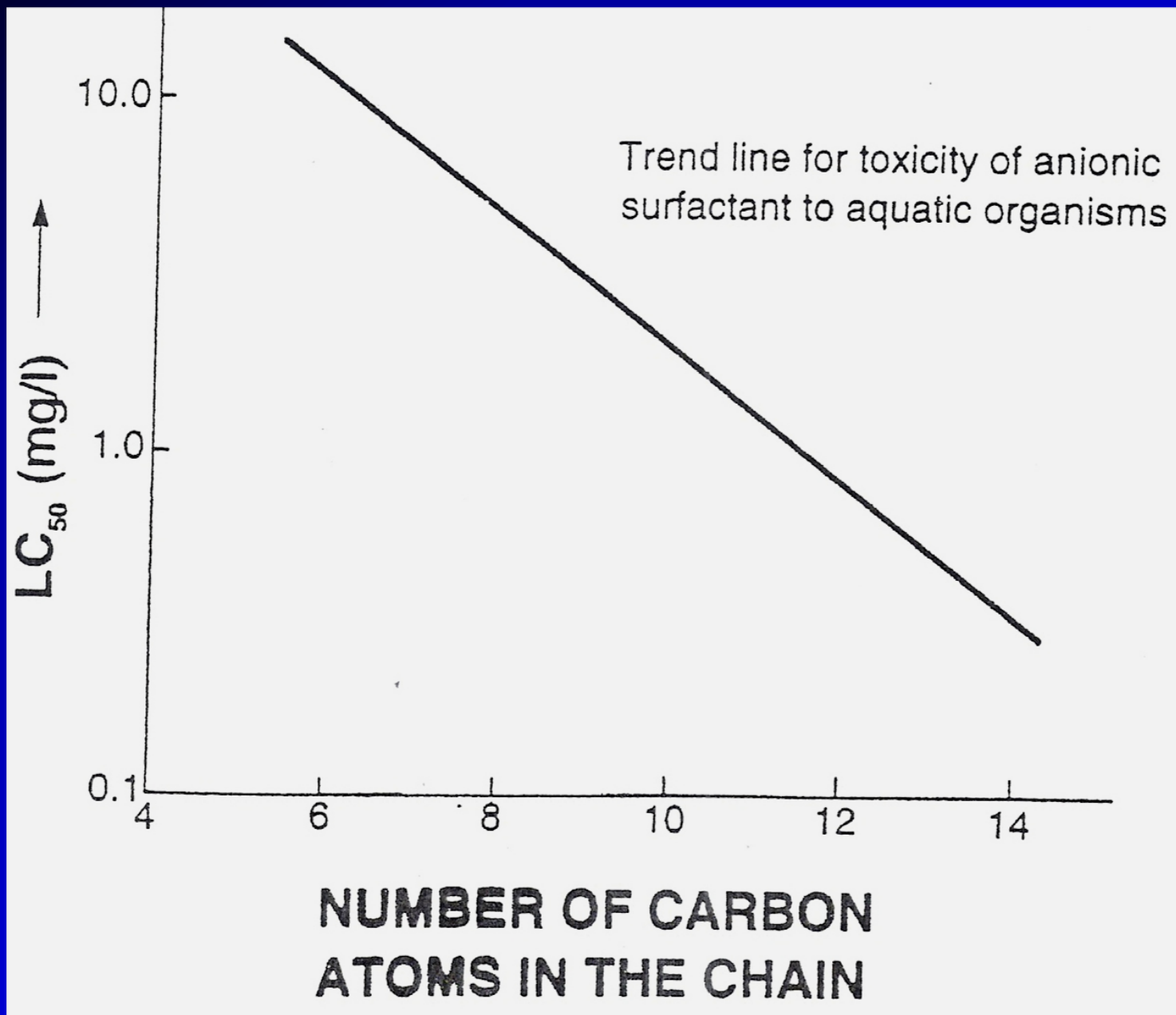
 ΠΡΟΚΤΕΡ & ΓΚΑΜΠΛ ΕΛΛΑΣ ΕΠΕ,
Αγ. Κωνσταντίνου 49, Μαρούσι, ΑΘΗΝΑ 15124



Perborate releases hydrogen peroxide, H_2O_2 , when dissolved in water. However, dilute hydrogen peroxide is not an effective bleach in the cool wash conditions popular currently. Bleach boosters are needed, such as sodium nonanoyloxybenzene sulfonate (SNOBS). SNOBS is a surfactant that readily exchanges its hydrophilic portion for the peroxy group:



The end result is an in-the-wash synthesis of a surface-active bleach (pernonanoic acid) that has a much higher affinity (and bleaching ability) for the stained fabric.

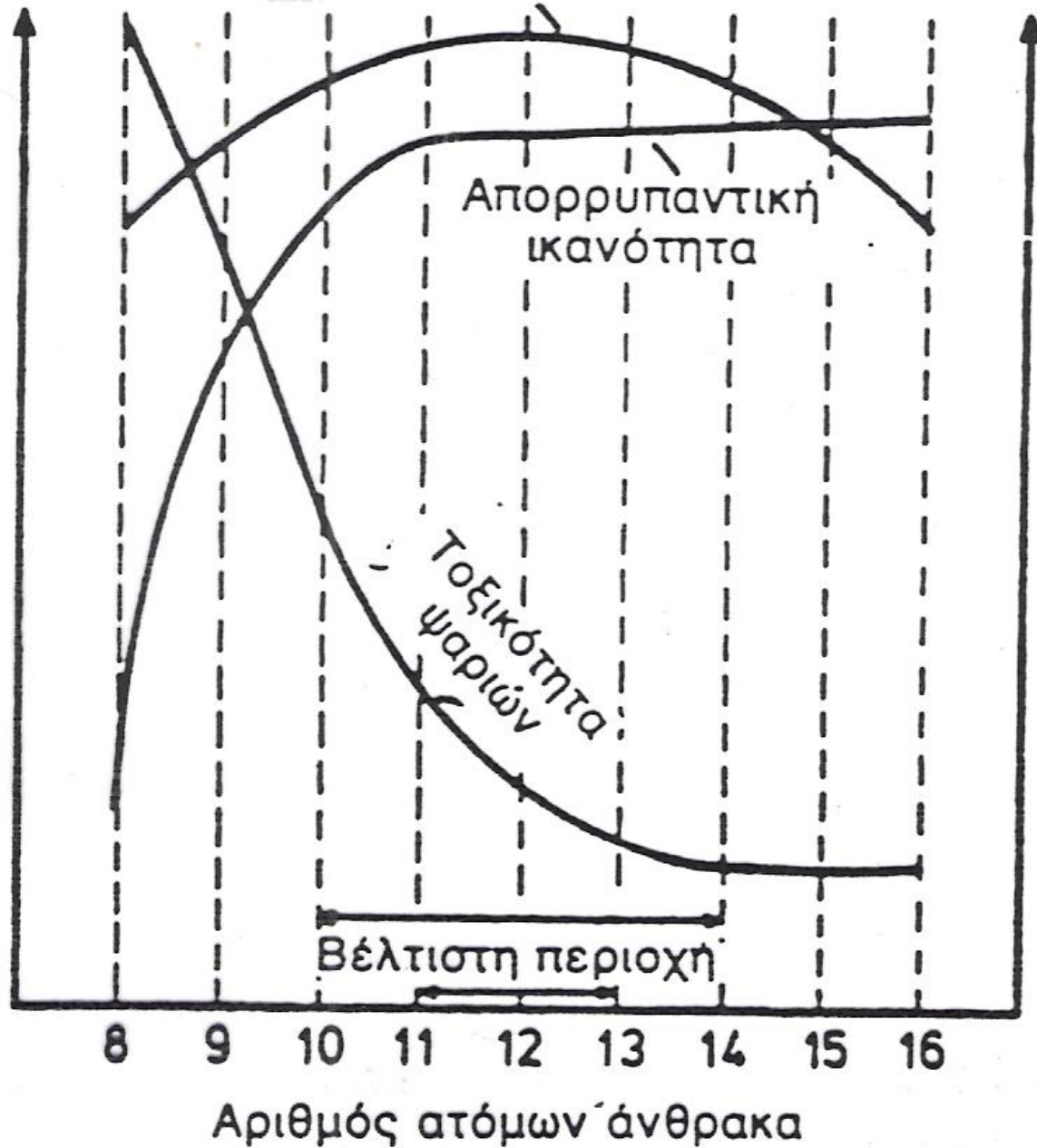


Surfactant Toxicity to Some Aquatic Organisms

| Surfactant | Fish LC ₅₀ (mg L ⁻¹) | <i>Daphnia</i> LC ₅₀ (mg L ⁻¹) | Algae growth inhibition EC ₅₀ (mg L ⁻¹) |
|--|--|--|--|
| Anionic | | | |
| Linear alkylbenzene sulfonates | 3-10 | 1-10 | 1-100 |
| C ₁₂ fatty alcohol sulfates | 3-20 | 5-70 | ~60 |
| Nonionic | | | |
| Fatty alcohol ethoxylates | 1-10 | 1-10 ^a | 4-50 |
| Alkylglucosides | 3.7 | — | 6.5 |
| Cationic | | | |
| Distearyldimethyl | 0.62-3 ^b | 0.16-0.48 ^b | 0.1-10 |
| Ammonium chloride | 10-24 ^c | 3.1 ^c | |

Βέλτιστο

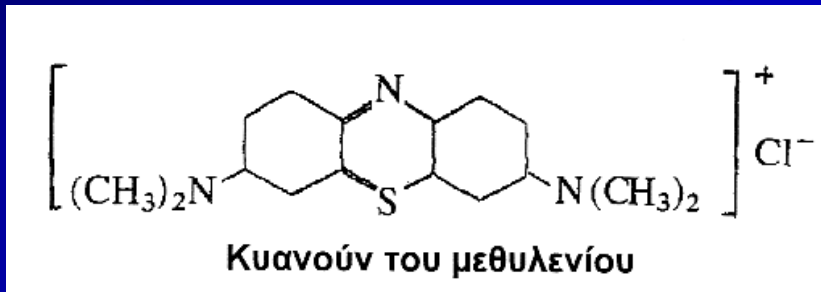
Βιοαποικοδομησιμότητα



MBAS-methylene blue active substances

ΑΡΧΗ ΜΕΘΟΔΟΥ

- ◆ Επειδή κυρίως χρησιμοποιείται το LAS, η μέθοδος προσδιορισμού των απορρυπαντικών στηρίζεται στον προσδιορισμό του LAS
- ◆ Σχηματισμός κυανής ένωσης, υπό μορφή άλατος, με το **κυανούν του μεθυλενίου**, σε καθορισμένη στοιχειομετρία



Όμοια αντιδρούν όλα τα άλκυλοσουλφονικά και τα άλκυλοθειϊκά άλατα

- ◆ Το άλας που προκύπτει είναι διαλυτό στο CHCl₃ και φωτομετρείται στα **652 nm**
- ◆ Η μέθοδος εφαρμόζεται για [LAS] στο νερό: **0.025-100 mg/L** με ελάχιστη προσδιοριζόμενη ποσότητα τα 10 μg LAS
- ◆ Η μέθοδος εφαρμόζεται κυρίως σε φυσικά & πόσιμα ύδατα
- ◆ Η μέθοδος είναι αρκετά ακριβής

- **Οργανικά άλατα** (σουλφονικά, θειϊκά, φωσφορικά, καρβοξυλικά) και φαινόλες που συμπλέκονται με το κυανούν του μεθυλενίου δίνουν μεγαλύτερες τιμές
- **Ανόργανα άλατα** (χλωριούχα, νιτρικά, κυανικά, θειοκυανικά) που σχηματίζουν ιονικά ζεύγη με το κυανούν του μεθυλενίου δίνουν μεγαλύτερες τιμές
- **Οργανικές ενώσεις** (π.χ. αμίνες) που ανταγωνίζονται το μόριο του κυανούν του μεθυλενίου στις παραπάνω αντιδράσεις δίνουν χαμηλότερες τιμές



Τέλος Ενότητας



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



ΣΗΜΕΙΩΜΑΤΑ

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.

Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, Εμμανουήλ Δασενάκης 2015. Εμμανουήλ Δασενάκης. «Χημεία Περιβάλλοντος. Απορυπαντικά». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://opencourses.uoa.gr/courses/CHEM3>.

Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως Μη Εμπορική ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/4)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

Εικόνα 1: [διαφάνεια 2 άνω δεξιά] Detergents. Copyrighted. Σύνδεσμος: <https://www.pinterest.com/pin/539306124098856661/>. Πηγή: www.pinterest.com.

Εικόνα 2: [διαφάνεια 2 κάτω αριστερά] Detergents. Copyrighted. Σύνδεσμος: <http://www.papillesetpupilles.fr/2005/11/lessives-et-assouplissants-attention-aux-allergenes.html/>. Πηγή: www.papillesetpupilles.fr.

Εικόνα 3: [διαφάνεια 6] Copyrighted.

Εικόνα 4: [διαφάνεια 7 αριστερά] Επιφανειακή τάση. Copyrighted. Σύνδεσμος: <http://hendrix2.uoregon.edu/~imamura/102/section2/chapter13.html>. Πηγή: physics.uoregon.edu.

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/4)

Εικόνα 5: [διαφάνεια 7 δεξιά] Επιφανειακή τάση. Copyrighted. Σύνδεσμος: http://www.ipet.gr/cultureportalweb/popup.php?photo_id=1141&size=large&lang=gr. Πηγή: www.ipet.gr.

Εικόνα 6: [διαφάνεια 8] Copyrighted.

Εικόνα 7: [διαφάνεια 14] Προβλήματα αφρισμού σε ποτάμι στις ΗΠΑ. Copyrighted. Σύνδεσμος:

<http://www.fosc.org/AL-FoamMay2006.htm>. Πηγή: <http://www.fosc.org>.

Εικόνα 8: [διαφάνεια 15] Anionic Detergents. Copyright C. Ophardt, 2003. Σύνδεσμος:

<http://elmhcx9.elmhurst.edu/~chm/vchembook/558detergent.html>. Πηγή: www.elmhurst.edu.

Εικόνα 9: [διαφάνεια 16] Cationic Detergents. Copyright C. Ophardt, 2003. Σύνδεσμος:

<http://elmhcx9.elmhurst.edu/~chm/vchembook/558detergent.html>. Πηγή: www.elmhurst.edu.

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (3/4)

Εικόνα 10: [διαφάνεια 17] Nonionic Detergents. Copyright C. Ophardt, 2003.

Σύνδεσμος:

<http://elmhcx9.elmhurst.edu/~chm/vchembook/558detergent.html>. Πηγή:
www.elmhurst.edu.

Εικόνα 11: [διαφάνεια 18] Ionic and Nonionic Detergents. Copyrighted.

Σύνδεσμος: <http://propulsivepower.blogspot.gr/2010/03/whats-in-our-detergent-is-it-harmful-to.html>. Πηγή: propulsivepower.blogspot.gr.

Εικόνα 12: [διαφάνεια 19] Copyrighted.

Εικόνα 13: [διαφάνεια 20] Copyrighted.

Εικόνα 14: [διαφάνεια 21] Copyrighted.

Εικόνα 15: [διαφάνεια 22] Copyrighted.

Εικόνα 16: [διαφάνεια 23] Copyrighted.

Εικόνα 17: [διαφάνεια 26 αριστερά] Copyrighted.

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (4/4)

Εικόνα 18: [διαφάνεια 26 δεξιά] Microcystis bloom in Matilda Bay, Swan-Canning Estuary, Western Australia. Copyright Waters and Rivers Commission of Western Australia, Photo by Dennis Sarson (February 2000).
Σύνδεσμος: http://www.ozcoasts.gov.au/indicators/freq_algal_blooms.jsp.
Πηγή: www.ozcoasts.gov.au.

Εικόνα 19: [διαφάνεια 29] Change in wastewater treatment in regions of Europe, 1980/85, 1990/94 and 1995/97. Copyrighted. Σύνδεσμος: <http://www.pacificdisaster.net/pdnadmin/data/documents/1134.html>. Πηγή: www.pacificdisaster.net.

Εικόνα 20: [διαφάνεια 30] Συστατικά. Copyrighted.

Εικόνα 21: [διαφάνεια 31] Copyrighted.

Εικόνα 22: [διαφάνεια 32] Copyrighted.

Εικόνα 23: [διαφάνεια 34] Copyrighted.

Εικόνα 24: [διαφάνεια 35] Copyrighted.

Εικόνα 25: [διαφάνεια 37] Copyrighted.