

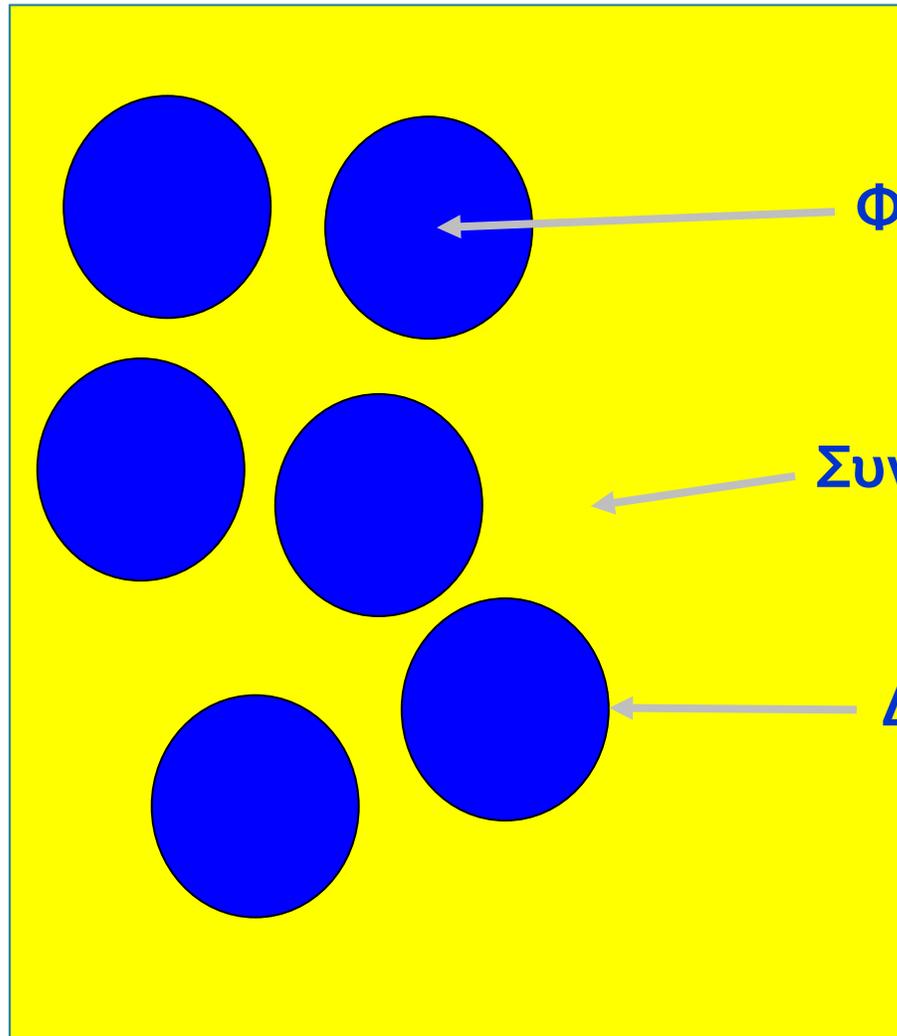
CHM_E_B6 (και GCHM_C661) Αιωρήματα & Γαλακτώματα



Εαρινό εξάμηνο Ακ.
Έτους 2025-26

Μάθημα 2^ο

Συστήματα διασποράς (Dispersed ή Dispersion Systems



Φάση σε διασπορά

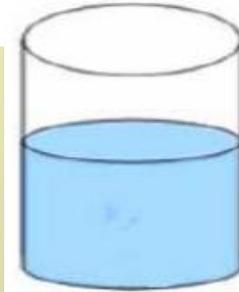
Συνεχής φάση

Διαφασική επιφάνεια

Ταξινόμηση κατά μέγεθος

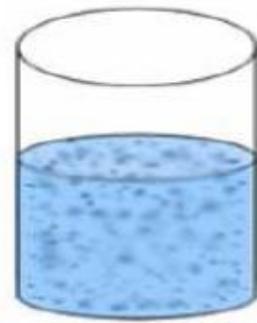
- **Πραγματικά διαλύματα ("Μοριακά αιωρήματα")**

- (μόρια, ιόντα) σε αέριο, υγρό (διαλύματα)
- $< 1 \text{ nm}$, διαχέονται εύκολα, δεν διαχωρίζονται, δεν διηθούνται, δεν σκεδάζουν το φως



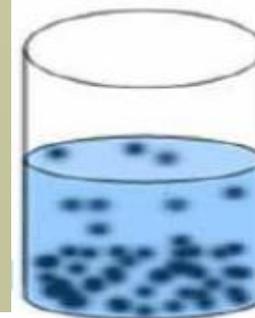
- **Λεπτά αιωρήματα (Κολλοειδή αιωρήματα)**

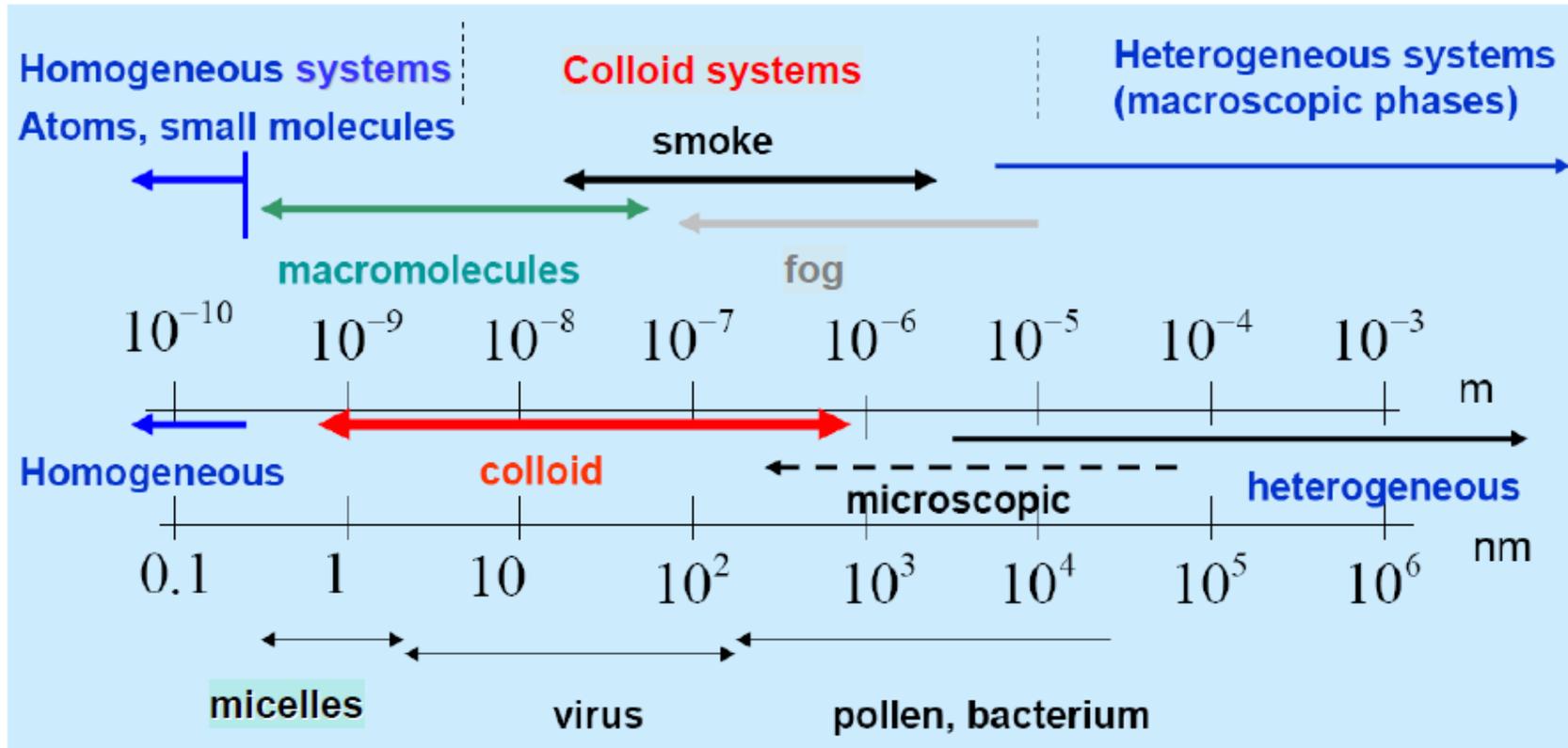
- μικύλλια, μικρογαλακτώματα, μερικά αιωρήματα (π.χ. κολλοειδής Άργυρος), "πολυμερή", καπνός, υμένια και αφρά
- $1 \text{ ως } 500 \text{ nm}$, διαχέονται βραδέως, διαχωρίζονται με υπερδιήθηση, σκεδάζουν το φως (Tyndall)



- **Μεγάλου μεγέθους αιωρήματα**

- Τα περισσότερα των φαρμακευτικών αιωρημάτων και γαλακτωμάτων, σκόνη, κονίες, κύτταρα, άμμος
- $> 500 \text{ nm}$, δεν διαχέονται, διαχωρίζονται με διήθηση, χρειάζονται ανάδευση για να διατηρηθούν σε αιώρημα

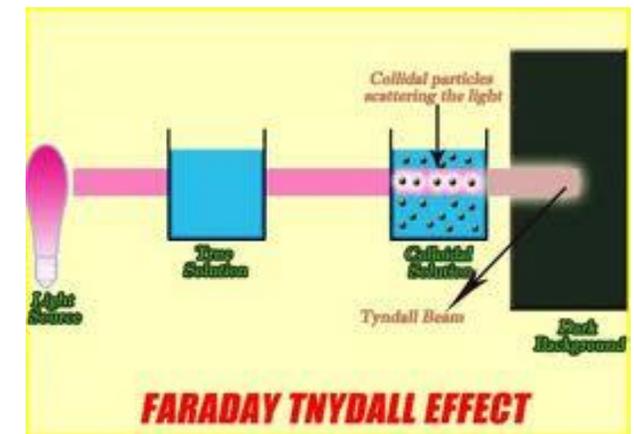




Φαινόμενο Tyndall



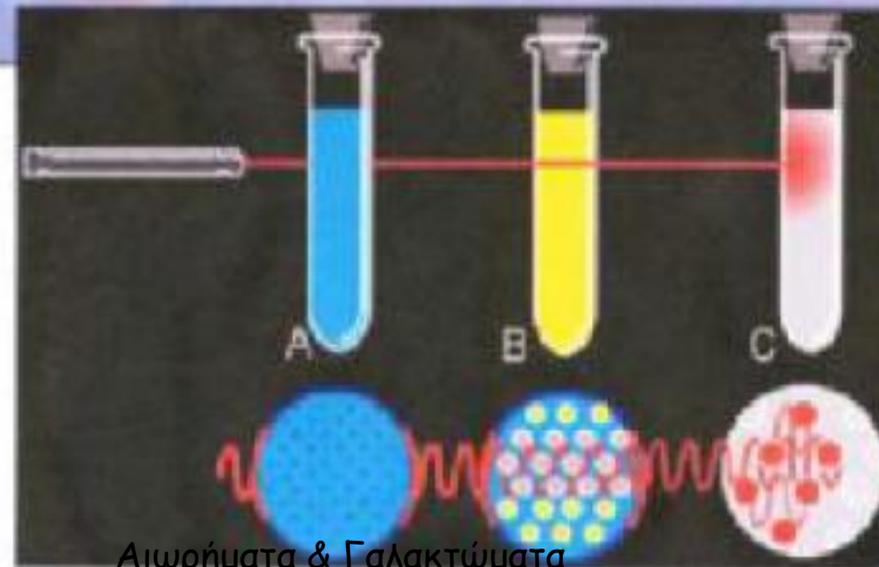
Κατά τη δίοδο δέσμης φωτός από αιώρημα σκεδάζεται το φως λόγω της παρουσίας σωματιδίων τα οποία είναι τα κέντρα σκέδασης



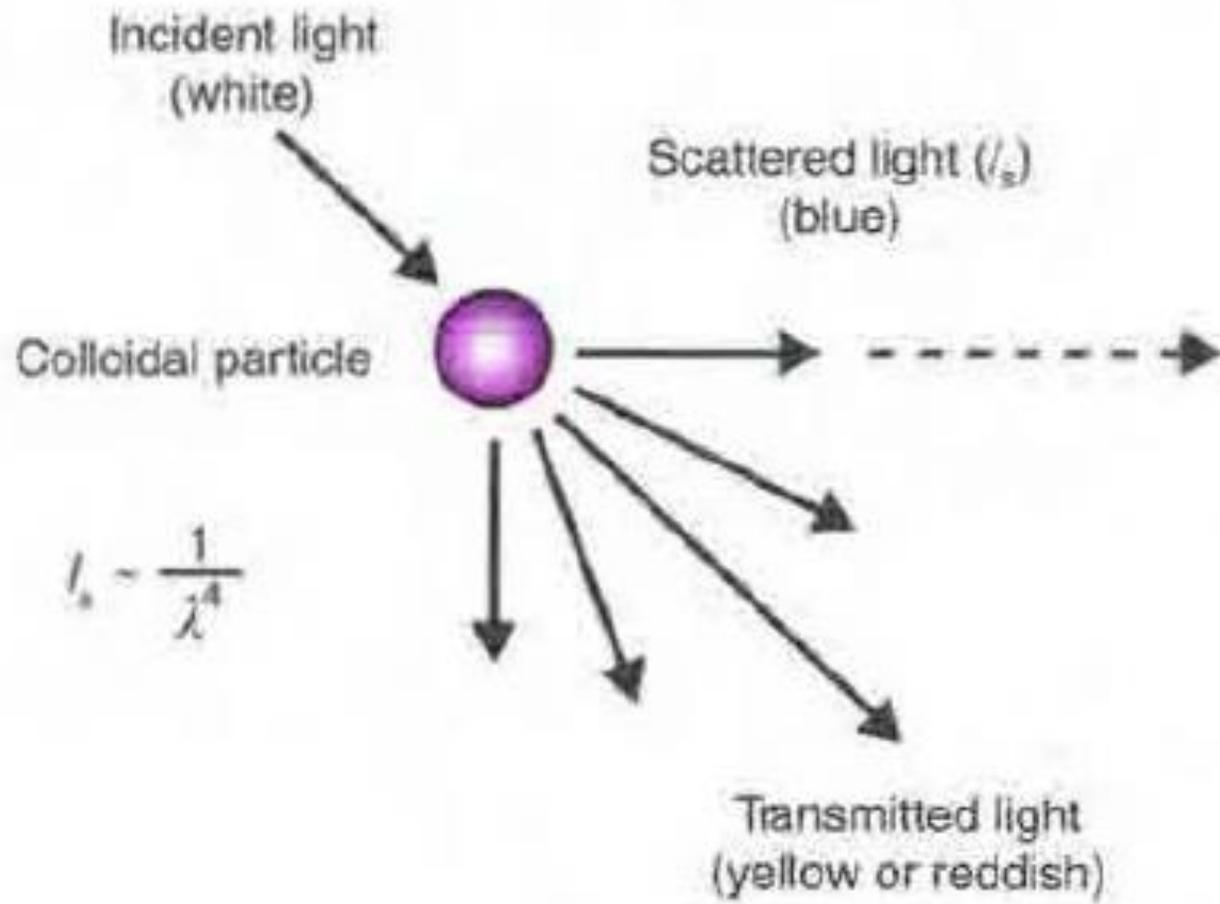
Φαινόμενο Faraday- Tyndall



Tyndall Effect: Laser Pointer traveling through a solution (right) and through a colloidal suspension (left).



- A: Solution
- B: Colloidal Suspension Transparent
- C: Colloidal Suspension completely absorbing light



Ταξινόμηση συστημάτων σε διασπορά με βάση το μέγεθός τους

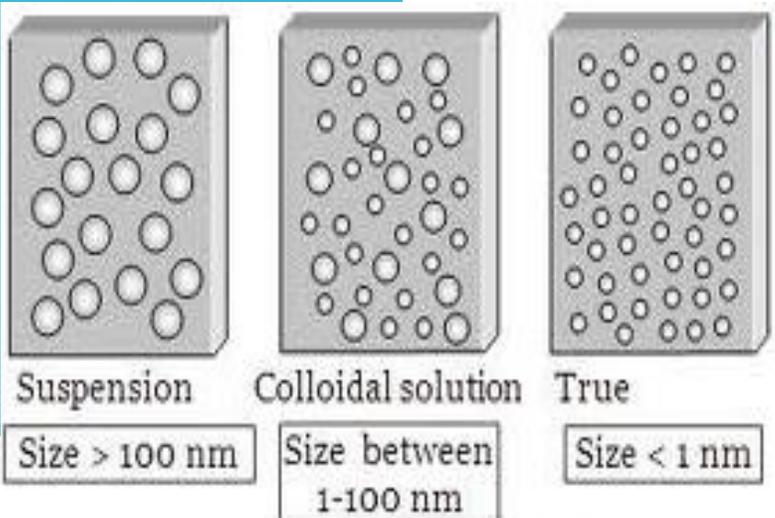
Μοριακή διασπορά
 $< 10^{-9} \text{ m}$

Υπερ-μικροετερογενή
 $10^{-7} \div 10^{-9} \text{ m}$



Μικρο-ετερογενή
 $10^{-4} \div 10^{-7} \text{ m}$

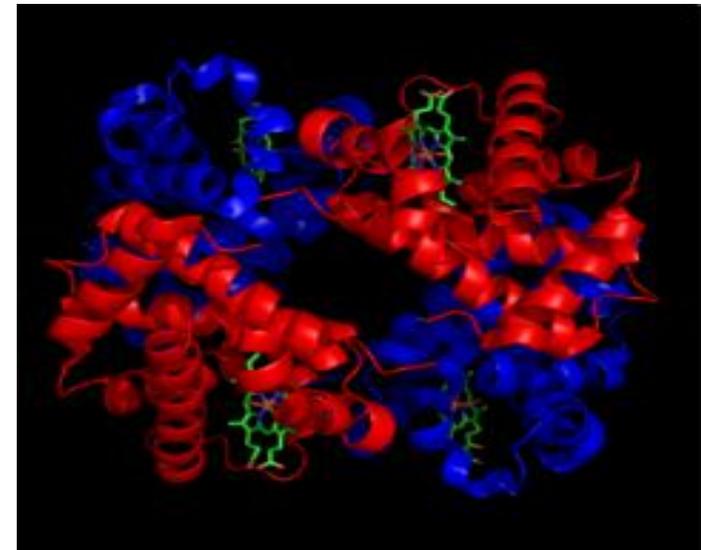
Μακρο-ετερογενή αιωρήματα
 $> 10^{-4} \text{ m}$



Three types solutions

Ταξινόμηση κολλοειδών ανάλογα με το σχήμα τους σωματιδιακά (*corpuscular*), φυλλοειδή (*laminar*) ή γραμμικά

Πολλά κολλοειδή συστήματα, περιλαμβάνουν σφαιρικά ή σχεδόν σφαιρικού σχήματος σωματίδια. Γαλακτώματα, αιωρήματα πολυστυρολίου (latexes), υγρά aerosol, κ.λ.π., περιλαμβάνουν σφαιρικού σχήματος σωματίδια. Ορισμένα πρωτεϊνικά μόρια είναι κατά προσέγγιση σφαιρικά. Οι κρυσταλλίτες σε αιωρήματα μετάλλων χρυσού και αργύρου είναι αρκούντως συμμετρικά ώστε να θεωρούνται σφαιρικά



Ταξινόμηση
συστημάτων
διασποράς
ανάλογα με τις
αλληλεπιδράσεις -
μεταξύ των
σωματιδίων της
φάσης σε
διασπορά

Δεν υπάρχει ελεύθερη διασπορά ούτε
και διαχωριστική γραμμή
(αλληλεπιδράσεις μεταξύ των
σωματιδίων)
Πηκτές (gels), αφροί

Ελεύθερη διασπορά ή αλλιώς δεν
υφίσταται διαχωριστική γραμμή (τα
σωματίδια κινούνται ελεύθερα στη
συνεχή φάση)

Sols (λύματα)

Κατάταξη κολλοειδών

Αρχικώς, η κατάταξη βασίζοταν στη σχετική ευκολία με την οποία ήταν δυνατόν το σύστημα να επαναιωρηθεί μετά την ξήρανσή του: Τα **λυοφιλικά** κολλοειδή είναι εκείνα που διογκώνονται και επαναδιασπείρονται εύκολα. Τα **λυοφοβικά** δεν έχουν αυτή την δυνατότητα. Ωστόσο πιο χρήσιμη είναι η **θερμοδυναμική** άποψη της κατάταξης αυτής.

Κατάταξη από Θερμοδυναμική Άποψη

- **Λυοφιλικά κολλοειδή**
 - Σταθερά τόσο θερμοδυναμικά όσο και κινητικά
- **Λυοφοβικά κολλοειδή**
 - Ασταθή, κινητικά μπορεί να εμφανίζονται ως σταθερά

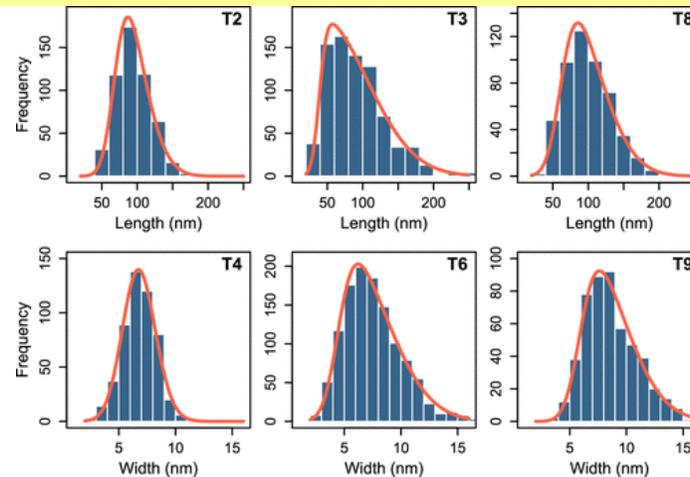
Αρχικά η ταξινόμηση βασιζόταν στην ευκολία με την οποία μπορούσαν να επαναδιασπαρούν μετά την ξήρανση: Τα λυοφιλικά διογκώνονταν και επανα-διασπείρονταν γρήγορα και εύκολα σε αντίθεση με τα λυοφοβικά. Χρησιμότερη ωστόσο είναι η ταξινόμηση με το θερμοδυναμικό νόημα .

Λυοφιλικά κολλοειδή

- όταν ο διαλύτης είναι το νερό
υδρόφιλα (ινσουλίνη).
- Οργανικός διαλύτης(μη υδατικός):
Λιπόφιλα (λάστιχο, πολυστυρόλιο)
- Μια ουσία η οποία σχηματίζει
λυοφιλικά κολλοειδή σε ένα διαλύτη
δεν σημαίνει κατ' ανάγκην, ότι
σχηματίζει κολλοειδή αυτού του
τύπου και σε άλλο

Συστήματα Λυοφιλικών Κολλοειδών

- Αιωρήματα που σχηματίζονται **αυθόρμητα** από μακροσκοπικές φάσεις, και είναι **Θερμοδυναμικώς σταθερά** τόσο ως προς την αύξηση του μεγέθους των σωματιδίων μέσω της συσσωματώσεώς τους όσο και της αποικοδομήσεώς τους σε επιμέρους μόρια



Ιδιότητα: κατανομή μεγεθών ισορροπίας (αμετάβλητη με τον χρόνο)

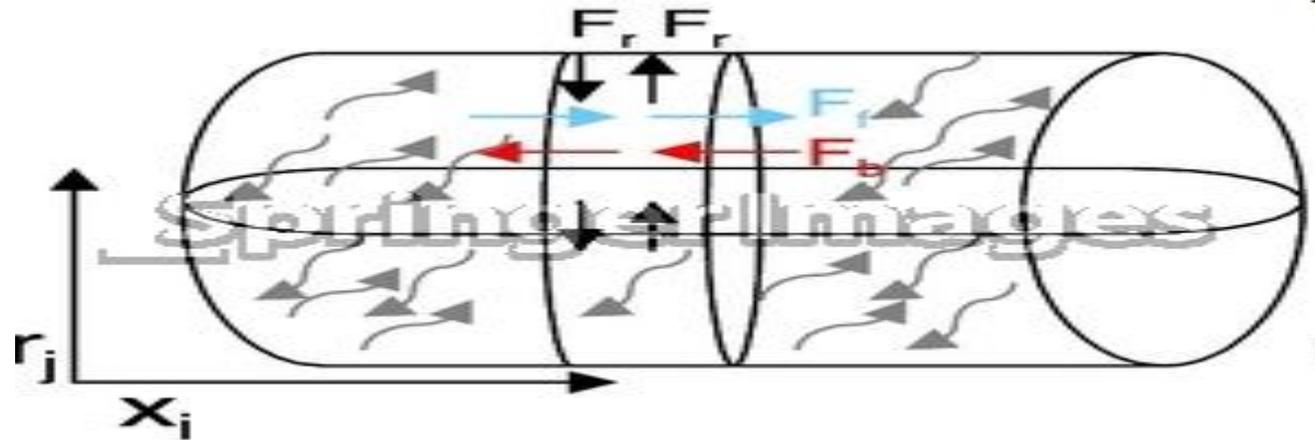
Η θερμοδυναμική σταθερότητα των λυοφιλικών κολλοειδών συστημάτων σημαίνει ότι η ελεύθερη ενέργεια Gibbs είναι μικρότερη των αντιστοίχων τιμών του συστήματος τόσο με διαχωρισμό φάσεων ($\Delta G_{2\text{phase system}}$) όσο και του αληθούς διαλύματος ($\Delta G_{\text{True solution}}$)

Η σταθερότητα
των
λυοφιλικών
κολλοειδών
οφείλεται στο
ότι:

- Τα σωματίδια του αιωρήματος έχουν σταθερό θετικό ή αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο
- Περιβάλλονται από μόρια του διαλύτη (επιδιαλύτωση)
- Όταν ο διαλύτης απομακρυνθεί από ένα λυοφιλικό αιώρημα, η φάση του κολλοειδούς είναι δυνατόν (με εκ νέου προσθήκη διαλύτη) να επαναδιασπαρεί – **αντιστρεπτά κολλοειδή**

Παρασκευή αιωρημάτων

Οι σχετικές μέθοδοι περιλαμβάνουν διάσπαση μεγαλύτερων σωματιδίων σε σωματίδια μεγέθους της τάξης των κολλοειδών.



Παρασκευή
κολλοειδών
αιωρημάτων

Μηχανικές μέθοδοι
σπαστήρας, μύλος, μείκτης

Ηλεκτρικές
Όργανα για ηλεκτρολυτικό καταίωτισμό

Ακουστικές
Με υπερήχους

Χώνευση (Peptization)
Χημικές μέθοδοι διασποράς ενός ιζήματος στην
κατάσταση του αιωρήματος

Χώνευση (peptization)

Διεργασία μετατροπής ενός ιζήματος σε αιώρημα κολλοειδών σωματιδίων με την προσθήκη κατάλληλου ηλεκτρολύτη. Ο προστιθέμενος ηλεκτρολύτης ονομάζεται *παράγων χώνευσης*.

Παρασκευή κολλοειδών αιωρημάτων

Μέθοδοι συμπύκνωσης

Στηρίζονται στην εμφάνιση μιας νέας φάσης στο συνεχές μέσο ανάλογα με τον τρόπο σύνδεσης μορίων, ατόμων ή ιόντων.

Φυσικές

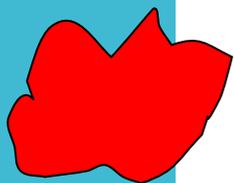
Συμπύκνωση από ζεύγος,
αντικατάσταση κακού διαλύτη

Χημικές

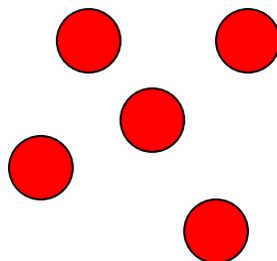


Σχηματισμός Λυοφιλικών Κολλοειδών

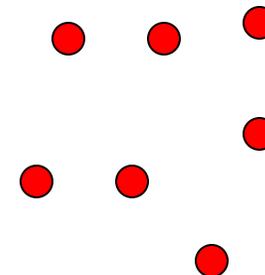
Φάση



Αιώρημα



Διάλυμα



- Αύξηση επιφάνειας (δεν ευνοείται)
- Αύξηση του αριθμού σωματιδίων (ευνοείται)

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

- Όταν οι συνιστώσες της ελεύθερης ενέργειας Gibbs που αντιστοιχούν στην επιφανειακή τάση (ενέργεια) και στην εντροπία του σωματιδίου αντισταθμίζονται, η διασπορά παύει.
- Δεν είναι δυνατή περαιτέρω διασπορά λόγω της αύξησης της επιφανειακής ενέργειας Gibbs.
- Η αύξηση του μεγέθους των σωματιδίων δεν ευνοείται λόγω αύξησης της συνεισφοράς του όρου της εντροπίας της ενέργειας Gibbs (μείωση εντροπίας).

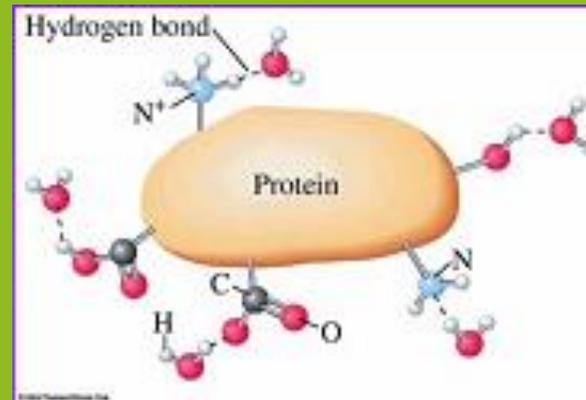
- Η συνθήκη αυθόρμητου σχηματισμού ενός συστήματος αυτού του είδους προϋποθέτει ότι, η δημιουργία κολλοειδούς σωματιδίου από μια μακροσκοπική φάση, είναι δυνατή, όταν το έργο σχηματισμού της νέας επιφάνειας αντισταθμίζεται από το ενεργειακό κέρδος λόγω της συμμετοχής του σωματιδίου στην θερμική κίνηση.

Συνθήκη αυθόρμητης διασποράς: $4\pi r^2 \sigma \leq 15 \div 30kT$

Λυοφοβικά κολλοειδή

- Σωματίδια τα οποία δεν έχουν συνάφεια με τον διαλύτη.
- Κολλοειδή σωματίδια: ανόργανα(π.χ. χρυσός, άργυρος, θείο....)
- Μέσο διασποράς: Νερό.
- - Τα κολλοειδή αυτού του είδους καθιζάνουν εύκολα με την προσθήκη μικρών ποσοτήτων ηλεκτρολύτη, με θέρμανση ή και με ανάδευση
- - Έχουν μικρή σταθερότητα καθώς τα σωματίδια περιβάλλονται από στιβάδα θετικού ή αρνητικού φορτίου
- - Όταν καθιζήσουν, δεν επαναδιασπείρονται με απλή προσθήκη διαλύτη. Τα αιωρήματα αυτού του είδους είναι **μη αντιστρεπτά**
- Η μεθοδολογία παρασκευής τους δεν είναι απλή και εξειδικεύεται κατά περίπτωση

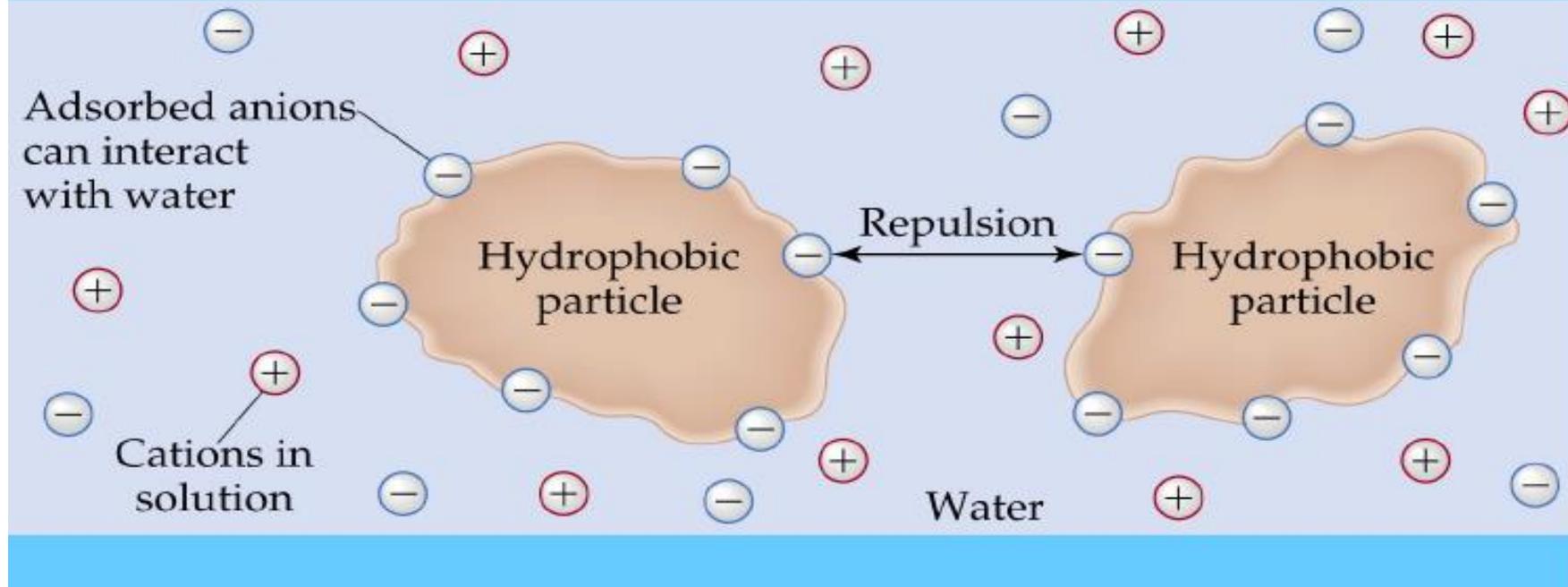
- Τα υδρόφιλα κολλοειδή είναι φιλικά στο νερό και είναι υδατοδιαλυτά (π.χ. βιολογικά μακρομόρια, πρωτεΐνες πλάσματος αίματος)



- Τα υδρόφοβα κολλοειδή δεν «αγαπούν» το νερό και είναι αδιάλυτα σε αυτό.
 - Χρειάζονται ειδικά πρόσθετα για τη σταθεροποίηση των αιωρημάτων αυτών (γαλακτοματοποιητές, σταθεροποιητές)
 - Ομογενοποιημένο γάλα (γαλάκτωμα λίπους και πρωτεϊνών σε νερό, όπου η καζεΐνη είναι ο γαλακτωματοποιητής)

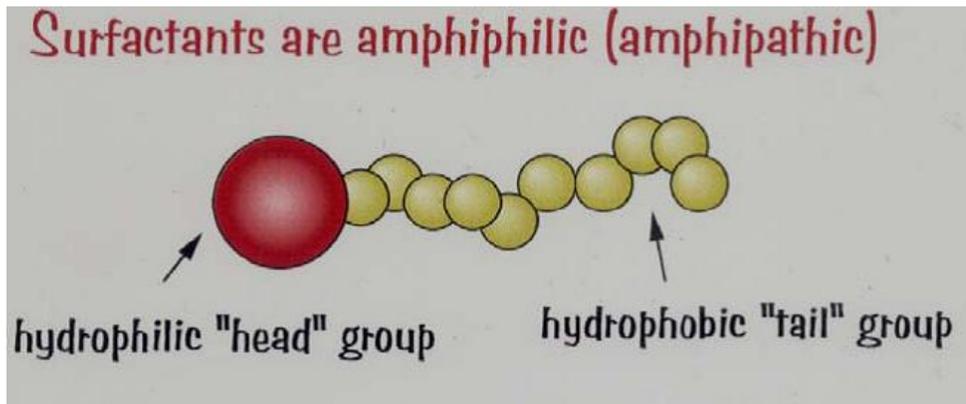


Υδρόφιλα και υδρόφοβα Κολλοειδή



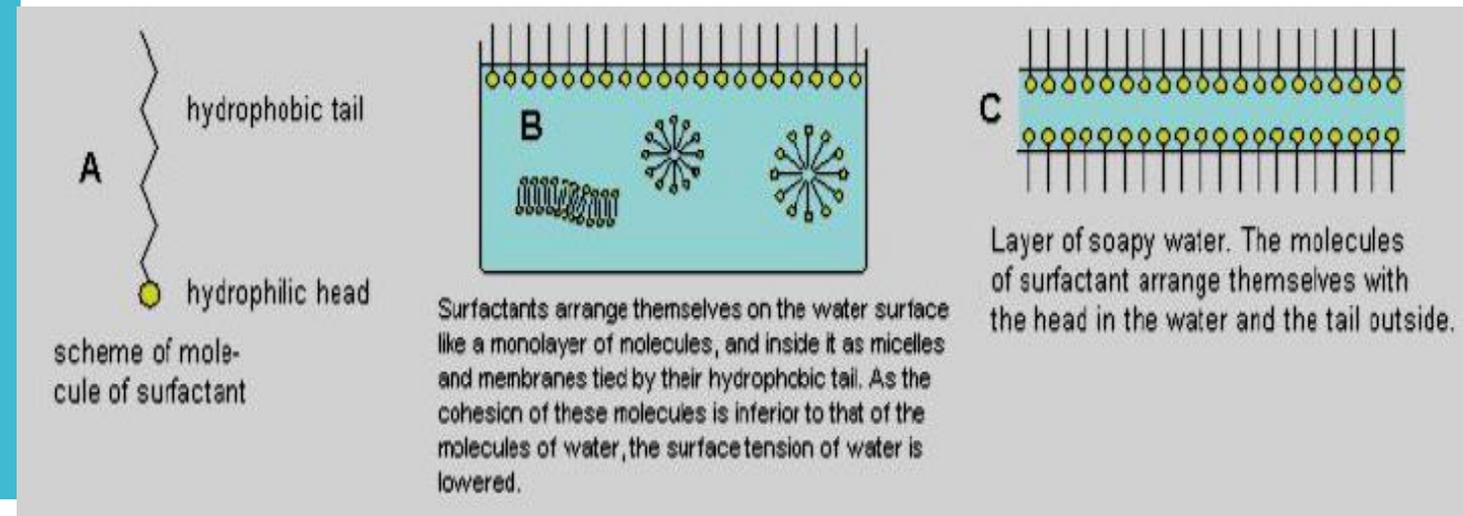
Κολλοειδή σύνδεσης- μικύλλια (Association colloids)

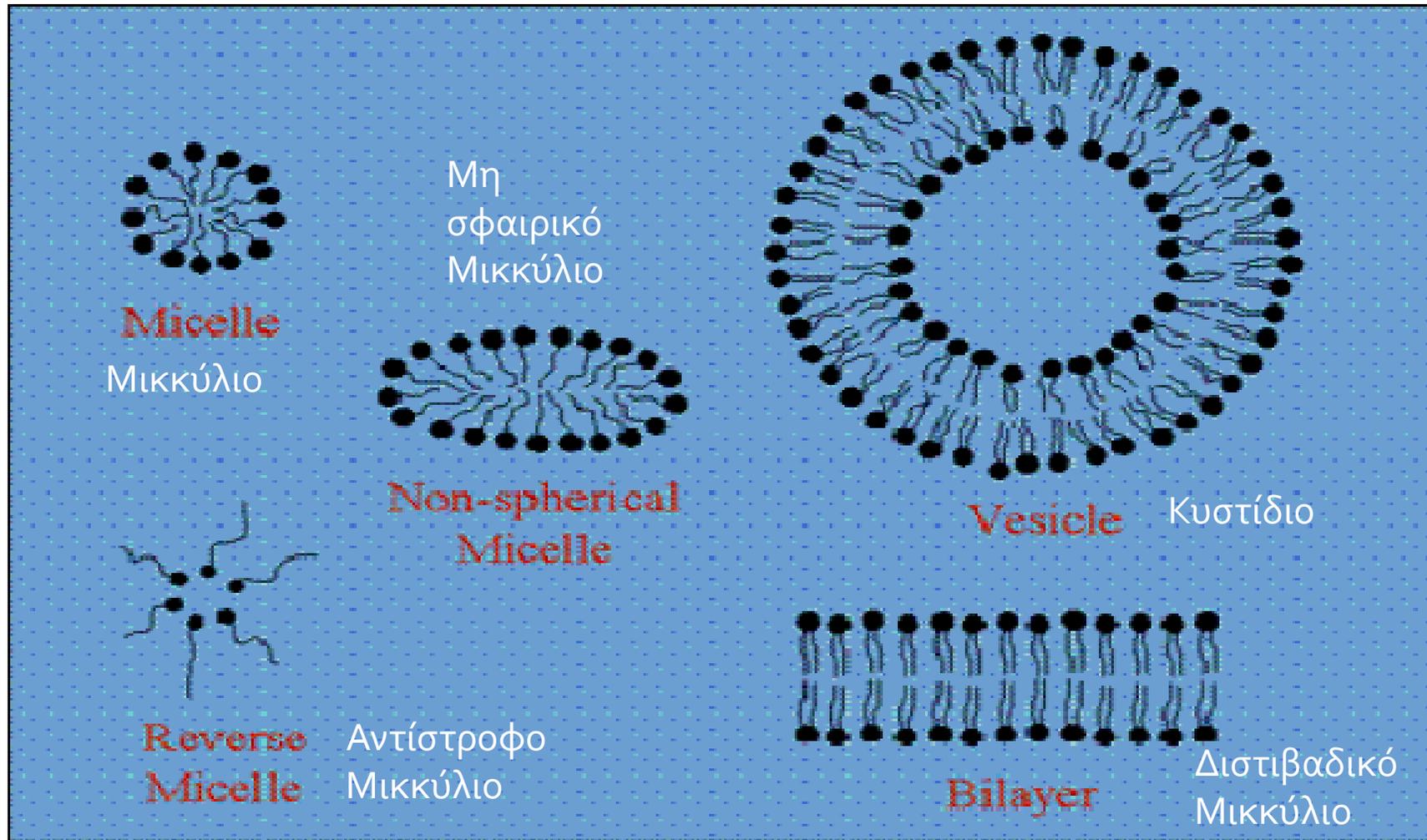
- Ορισμένα μόρια, τα οποία ονομάζονται **αμφίφιλα** (τασιενεργά) χαρακτηρίζονται από την παρουσία στο μόριό τους δύο διακεκριμένων περιοχών οι οποίες έχουν αντίθετη συνάφεια προς τον διαλύτη.



Τασιενεργά (αμφίφιλα) και Μικκύλια

- - Σε μικρές συγκεντρώσεις τα αμφίφιλα υπάρχουν ως ξεχωριστές οντότητες
- (μεγέθους κάτω των κολλοειδών)
- - Σε ψηλότερες συγκεντρώσεις (οι οποίες υπερβαίνουν την κρίσιμη συγκέντρωση σχηματισμού μικυλλίων (cmc) σχηματίζουν συσσωματώματα ή μικύλλια (50 ή περισσότερα μονομερή) (περιοχή μεγεθών, κολλοειδή)

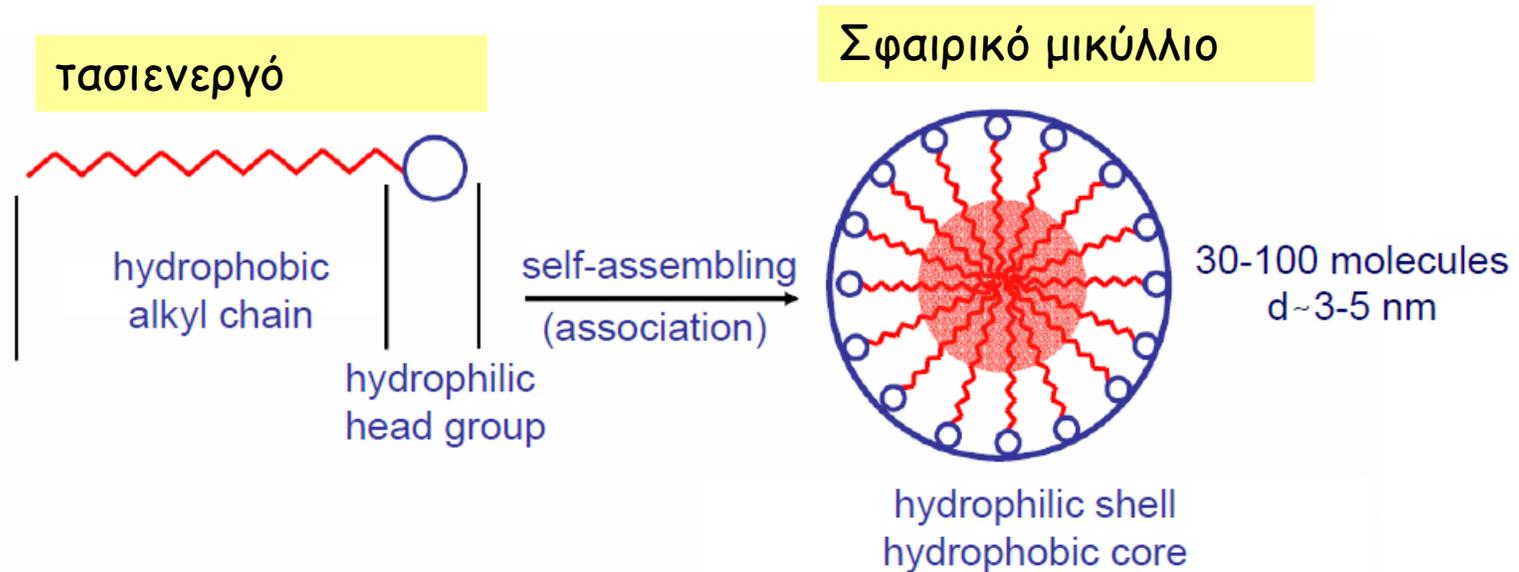




Μικύλλια

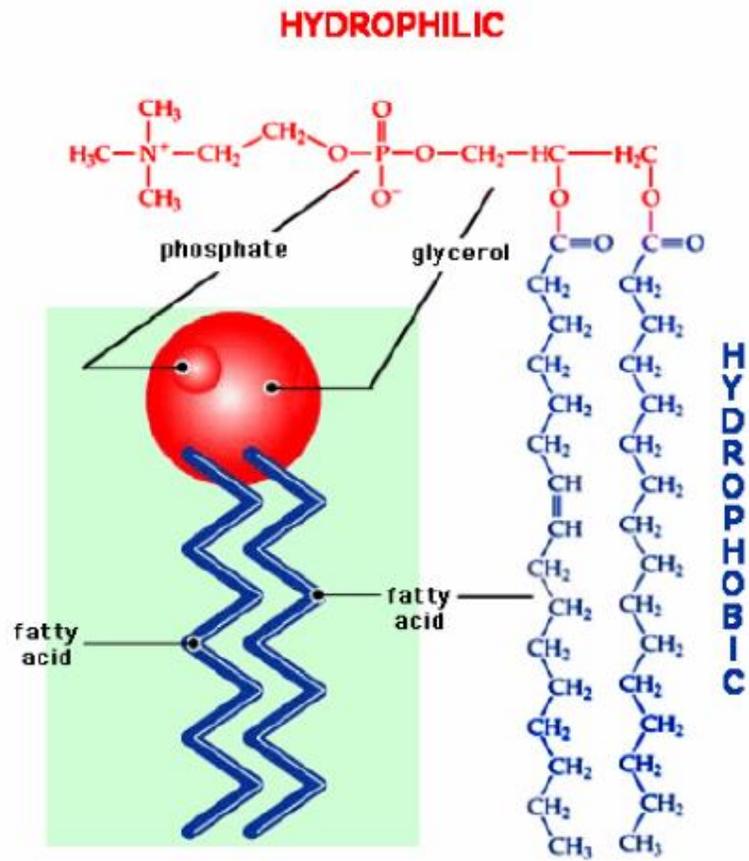
- Σχηματίζονται μόνο όταν η θερμοκρασία σε ένα διάλυμα τασιενεργού φτάσει μια χαρακτηριστική τιμή γνωστή ως θερμοκρασία Kraft (T_k)
- Κάτω από την θερμοκρασία αυτή δεν υπάρχει κρίσιμη συγκέντρωση μικυλίωσης

Σχηματισμός μικυλλίων

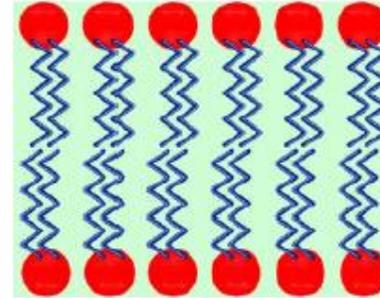


cationic surfactant $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{N}^+(\text{CH}_3)_3\text{Br}^-$
anionic surfactant $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{SO}_3^-\text{Na}^+$
nonionic surfactant $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{-OH}$

orientation \rightarrow energy minimum
Hardy-Harkins principle



Phospholipids are the building block of biological membranes



Ανιοντικές αμφίφιλες ενώσεις

Chemical Structure of Hydrophilic Groups for Anionic Amphiphiles

Chemical structure ^a	Name
$R-(COO^-)_n M^{n+}$	Carboxylate
$\begin{array}{c} R-COO^- M^{2+} \\ \\ SO_3^- \end{array}$	Sulfocarboxylate
$\begin{array}{c} R-COO^- M^{(n+1)+} \\ \\ OPO_3H_{3-n} \end{array}$	Phosphonocarboxylate
$R-CON(CH_3)CH_2COO^- M^+$	Sarcoside
$R-OSO_3^- M^+$	Sulfate
$R-(OCH_2CH_2)_n-OSO_3^- M^+$	Polyoxyethylene
$R-SO_3^- M^+$	Sulfonate
$R-(OCH_2CH_2)_n-SO_3^- M^+$	Polyoxyethylene sulfonate
$\begin{array}{c} R-CH-SO_3^- M^+ \\ \\ CH_2OH \end{array}$	1-Hydroxyl-2-sulfonate
$R-\text{C}_6\text{H}_4-SO_3^- M^+$	Benzene sulfonate
$R-\text{C}_{10}\text{H}_7-SO_3^- M^+$	Naphthalene sulfonate
$R-OPO_3H_{3-n} M^{n+}$	Phosphate

^aR—: long hydrophobic tail.

Κατιοντικά
αμφίφιλα

Chemical Structure of Hydrophilic Groups for Cationic Amphiphiles

Chemical structure ^a	Name
$\begin{array}{c} R_1 \\ \\ R-\overset{+}{N}-R_2X^- \\ \\ R_3 \end{array}$	Ammonium
$\begin{array}{c} R-\overset{+}{S}-R_1X^- \\ \\ R_2 \end{array}$	Sulfonium
$\begin{array}{c} R_1 \\ \\ R-\overset{+}{P}-R_2X^- \\ \\ R_3 \end{array}$	Phosphonium
$R-\overset{+}{N} \begin{array}{c} \diagup \\ \text{C}_5\text{H}_4 \\ \diagdown \end{array} X^-$	Pyridinium
$R-\overset{+}{N} \begin{array}{c} \diagup \\ \text{C}_8\text{H}_6 \\ \diagdown \end{array} X^-$	Quinolinium
$R-\overset{+}{N} \begin{array}{c} \diagup \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\ \diagdown \end{array} - \begin{array}{c} \diagdown \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\ \diagup \end{array} N^+-R_1 \quad X^{2-}$	Viologen

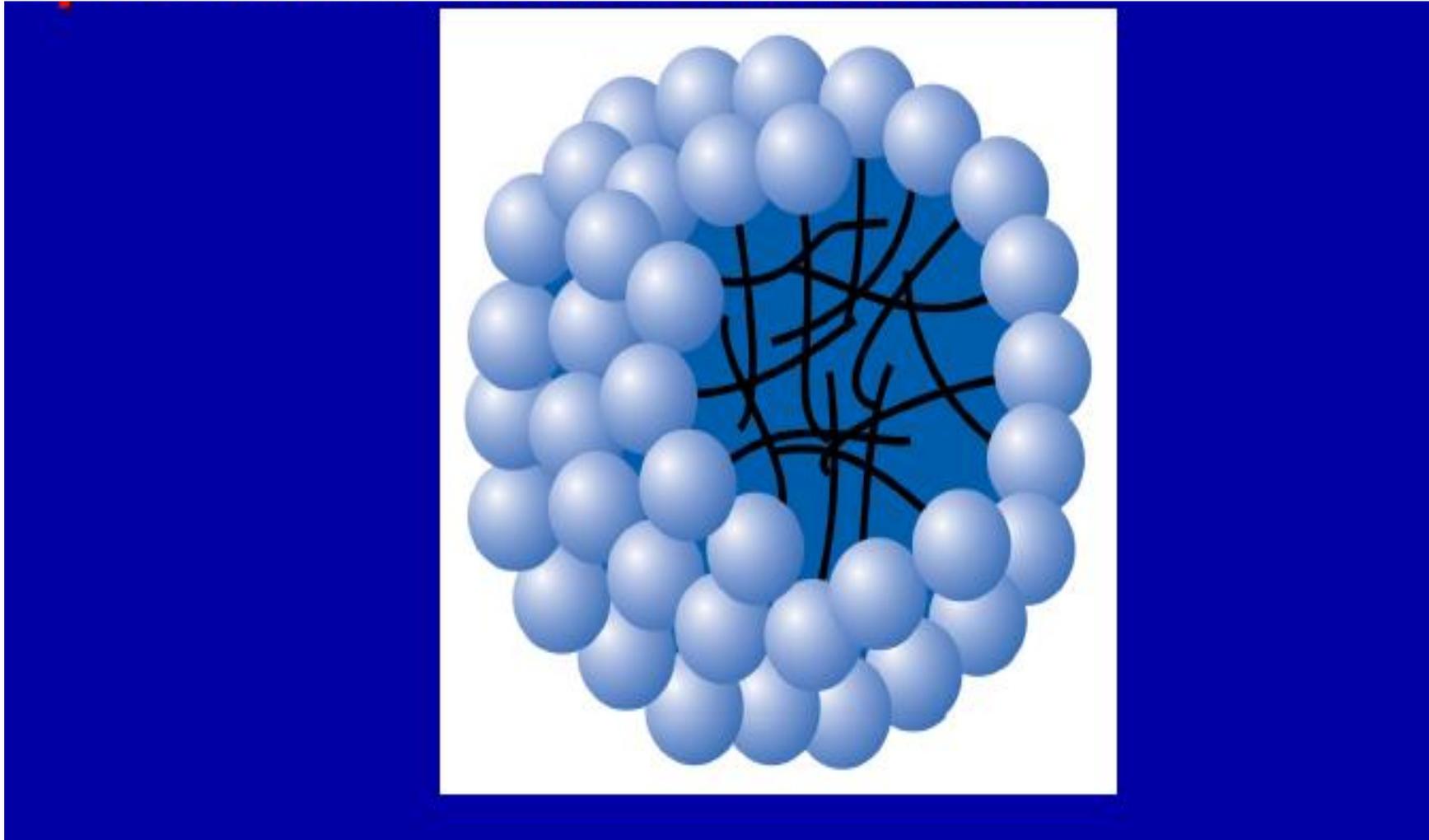
^aR—: long hydrophobic tail; R₁ —; R₂ —: hydrogen or short alkyl chain

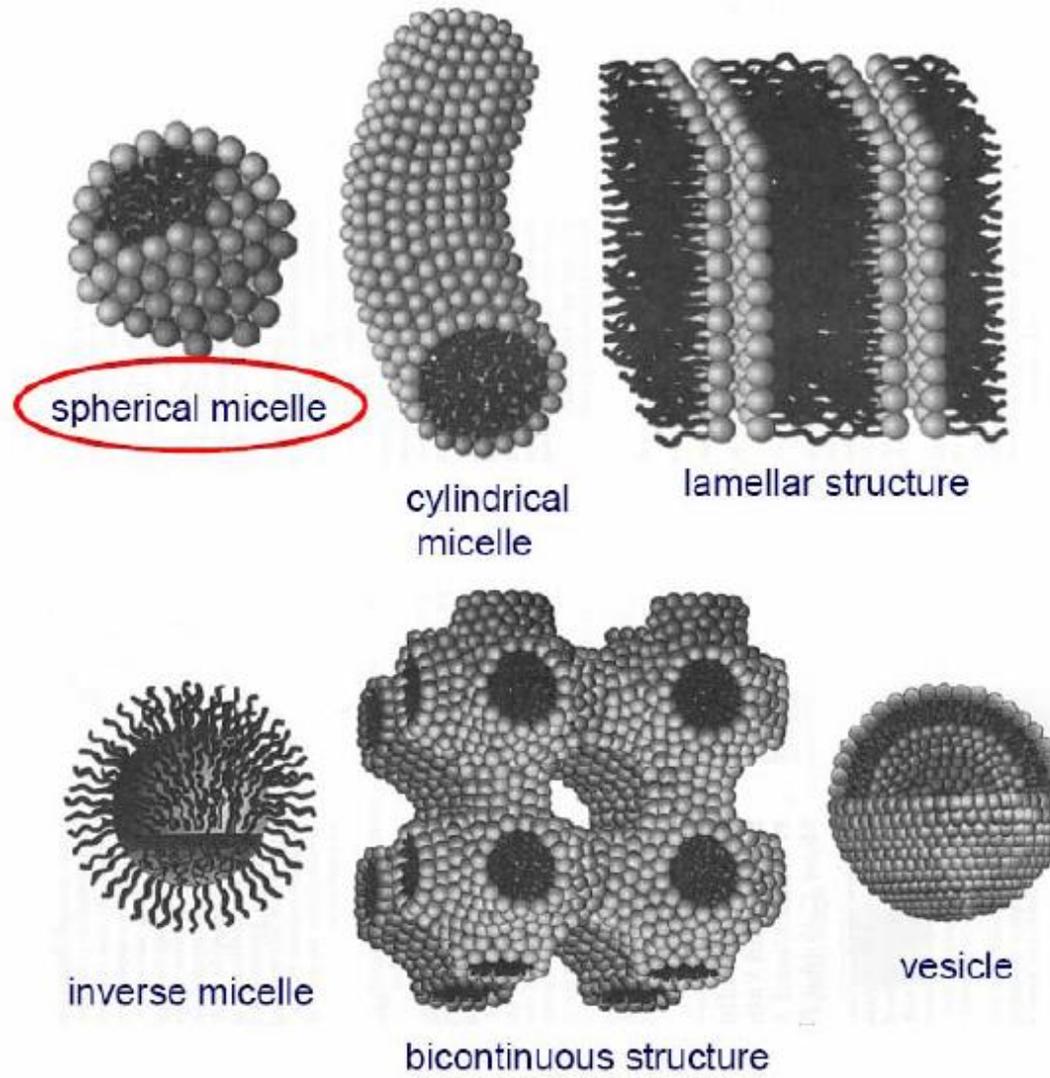
Μη ιοντικά
αμφίφιλα

Chemical Structure of Hydrophilic Groups for Nonionic Amphiphiles

Chemical structure*	Name
$R-OCH_2CH_2)_n-OH$	Polyoxyethylene alcohol
$R-(OCH_2CH_2CH_2)_n-OH$	Polypyrpropylene alcohol
$R-COO-(CH_2CH_2O)_n-H$	Polyoxyethylene ester
$R-COO-CH(OH)-CH_2OH$	Glycerol monoester
$R-COO-CH_2-C(CH_2OH)_2-CH_2OH$	Pentaerythritol monoester
$R-COO-CH_2-CH(OH)-CH_2-CH(OH)-CH_2-CH(OH)-CH_2OH$	Sorbitan monoester
$R-(CH_2CH_2O)_n$	Crown ether
$R-S(O)-R_1$	Sulfoxide
$R-S(O)-(CH_2)_n-OH$	Sulfinyl alkanol
$R-S-(CH_2CH_2O)_n-H$	Polyoxyethylene thioether
$R-N(O)-R_1-R_2$	Amine oxide
$R-(CH_2CH_2NH)_n$	Azacrown
$R-P(O)-R_1-R_2$	Phosphine oxide
$R-CO-N(CH_3)-CH_2-CH(OH)-CH(OH)-CH(OH)-CH_2OH$	N-Methylglucamine

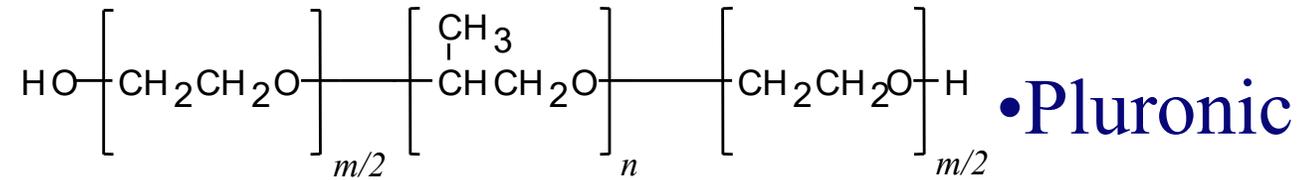
*R—: long hydrophobic tail; R₁—R₂: hydrogen or short alkyl chain.



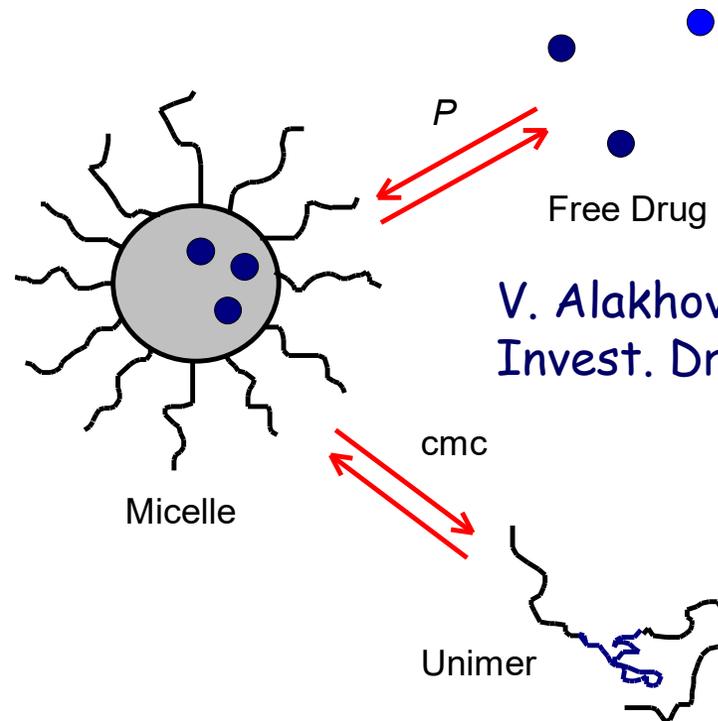


Μικύλλια Block Συμπολυμερών

poly(ethylene oxide)-b-poly(propylene oxide)-b-poly(ethylene oxide) triblock copolymer



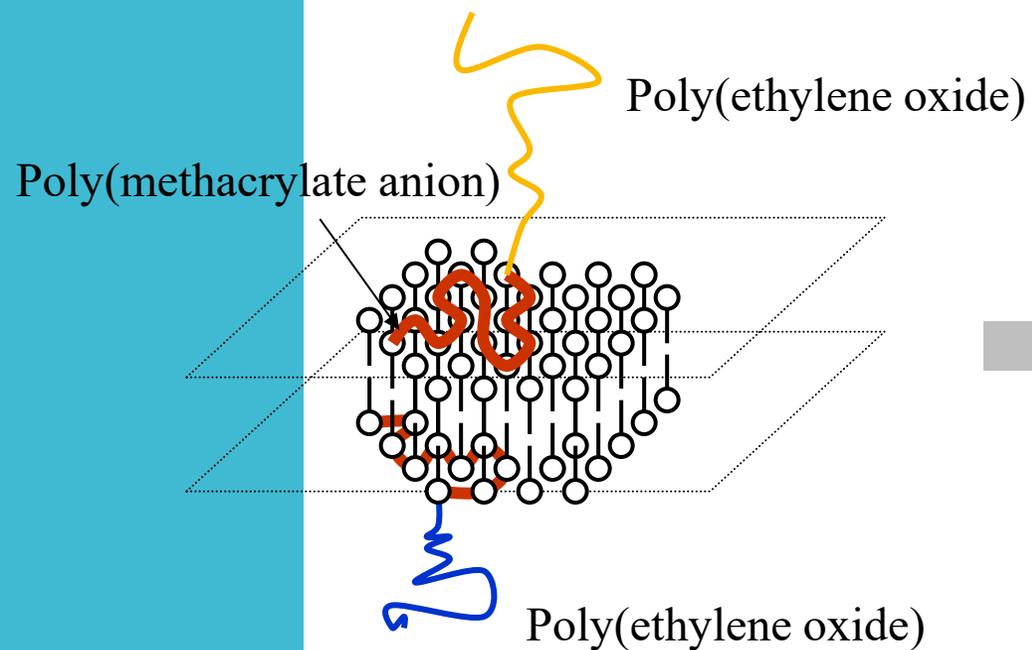
Πυρήνας: υδρόφοβες πολυπροπυλενικές ομάδες στο εσωτερικό (εγκλεισμός φαρμάκων) και στο εξωτερικό υδρόφιλες αλυσίδες αιθυλενοξειδίου



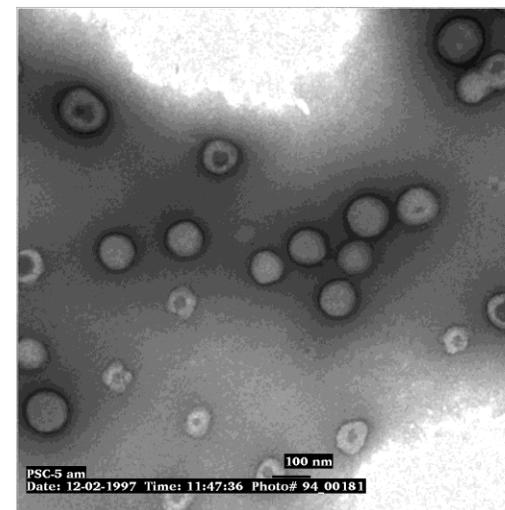
V. Alakhov & A. Kabanov, *Exp. Opin. Invest. Drugs* 7: 1-21, 1998

Σύμπλοκα Ιοντικών Πολυμερών

Φυλλάκια

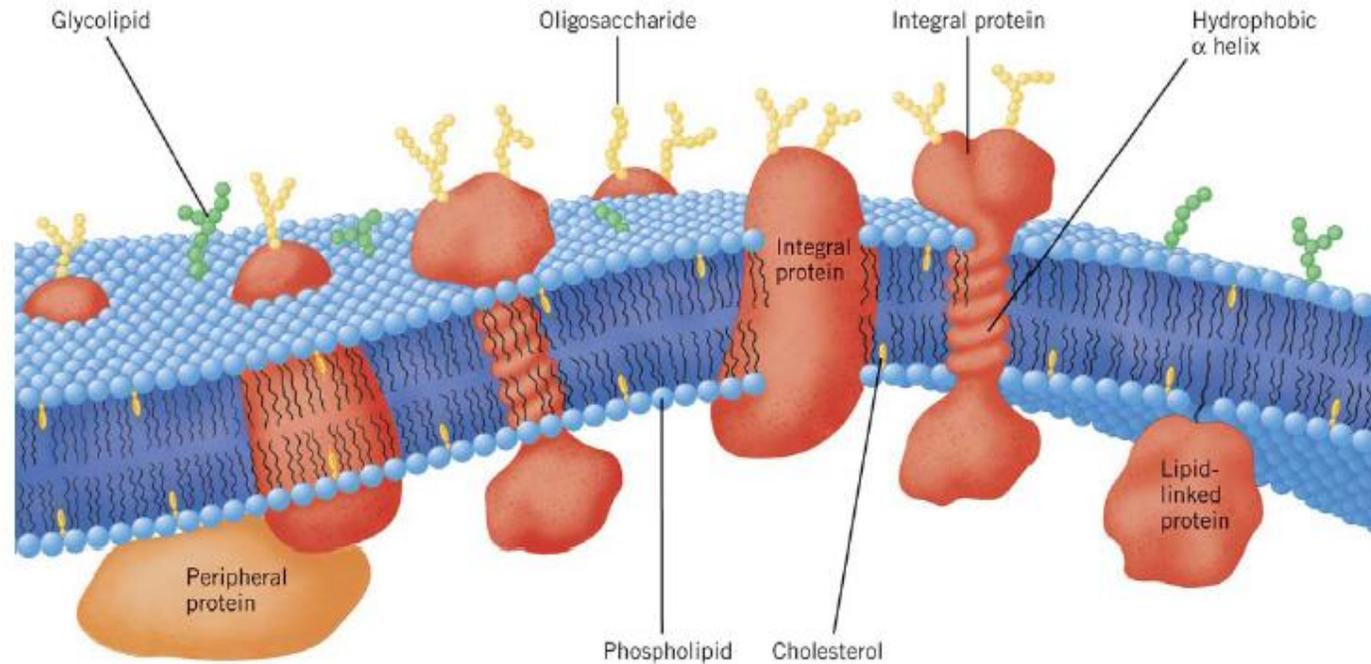


(Vesicles)



Kabanov et al. (1998) *JACS* 119

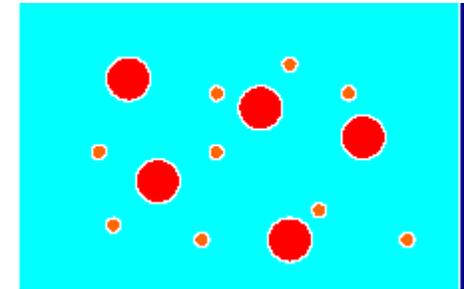
Βιοκολλοειδή



Οι κυτταρικές μεμβράνες είναι διστιβαδικές διατάξεις τασιενεργών (πρωτεΐνες και γλυκολιπίδια)

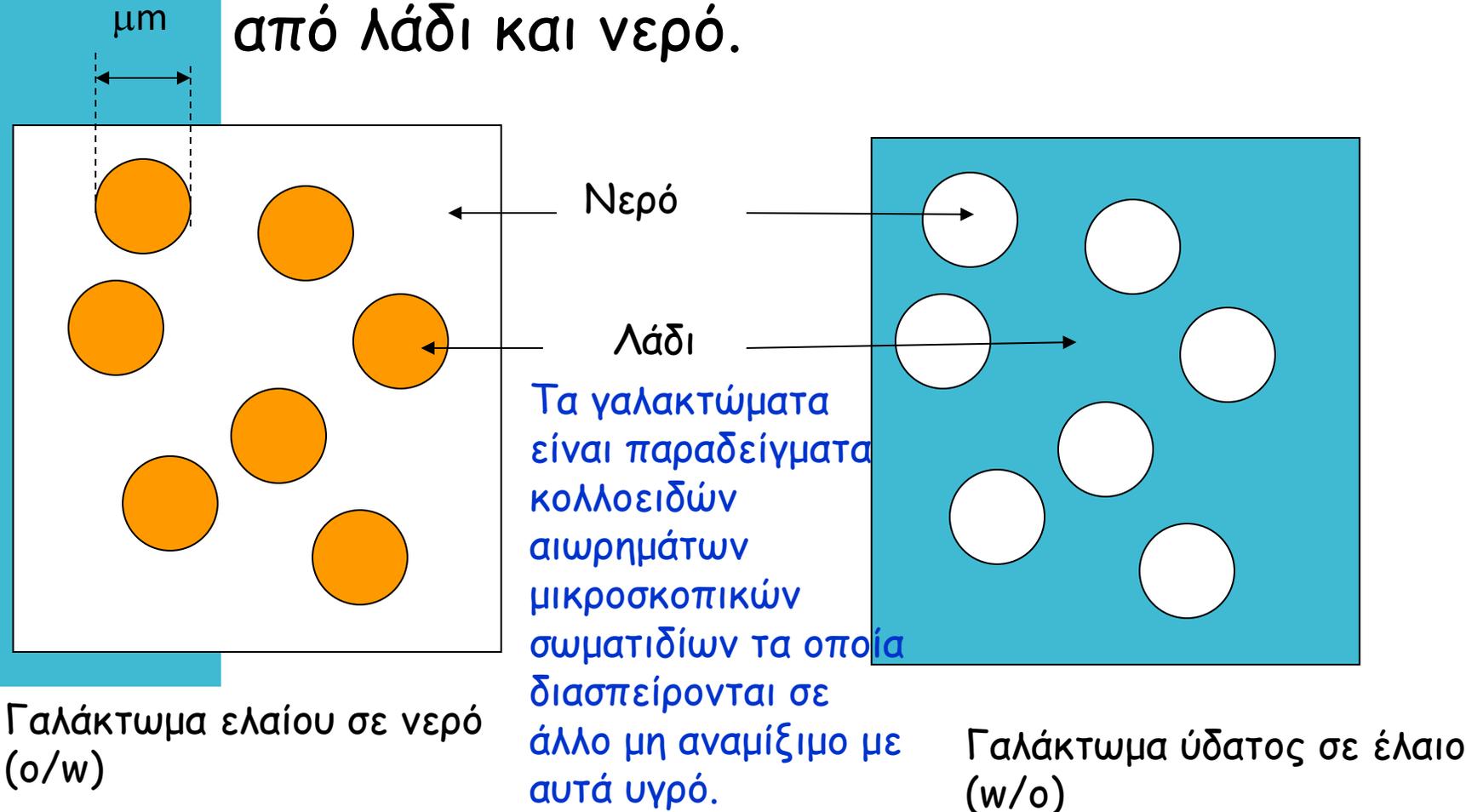
Γαλακτώματα

- Ετερογενή συστήματα ενός υγρού το οποίο διασπείρεται σε ένα άλλο με την μορφή μικροσκοπικών σταγονιδίων διαμέτρου $> 0.1 \mu\text{m}$



Είδη γαλακτωμάτων

Διασπορά ενός υγρού σε άλλο στο οποίο είναι αδιάλυτο. Στην περίπτωση των τροφίμων τα συστήματα αυτά αποτελούνται από λάδι και νερό.



Μικρογαλακτώματα (λυοφιλικά κολλοειδή)

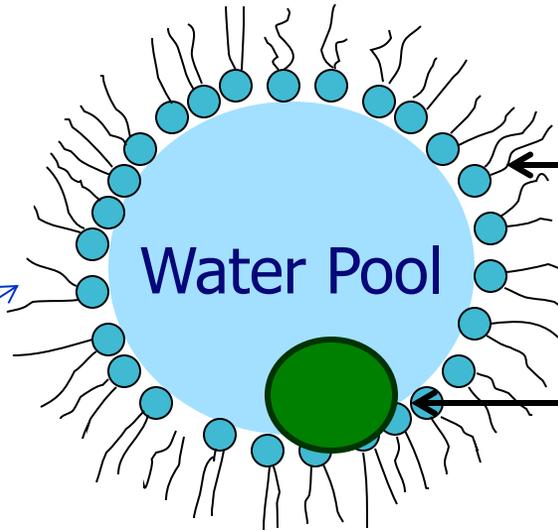
Μικρογαλακτώματα είναι συστήματα σε θερμοδυναμική ισορροπία. Τα σταγονίδια της μιας ουσίας σταθεροποιούνται μέσα στο μέσο της άλλης με την προσθήκη τασιενεργών μορίων

Μείγματα δύο πολυμερών που σταθεροποιούνται με την προσθήκη συμπολυμερούς

Αντίστροφα

μικύλια (δομές τασιενεργών σε αδιάλυτους στο νερό διαλύτες στους οποίους οι υδρόφιλες κεφαλές στρέφονται προς τα μέσα, διαλυτοποιώντας το νερό σε σταγονίδια (2-10 nm)-μικρογαλακτώματα

Εφαρμογές – Παραδείγματα:
Καθαρισμός με την χρήση απορρυπαντικών ή σαπουνιών,
Τρόφιμα: Μαγιονέζα, Μαργαρίνες
Καλλυντικά



Τασιενεργό

Πρωτεΐνες, DNA,
βιοπολυμερή

Εφαρμογές: ενζυμολογία
μεμβρανών, βιοκατάλυση,
βιοανάλυση, ιατρική)

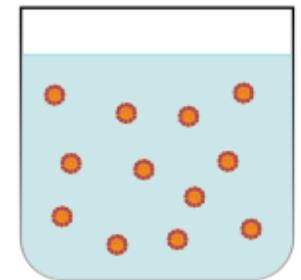
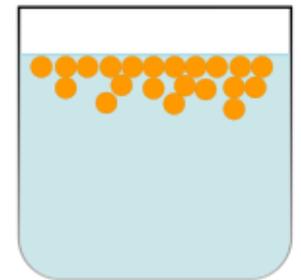
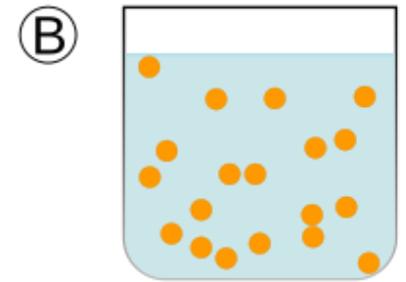
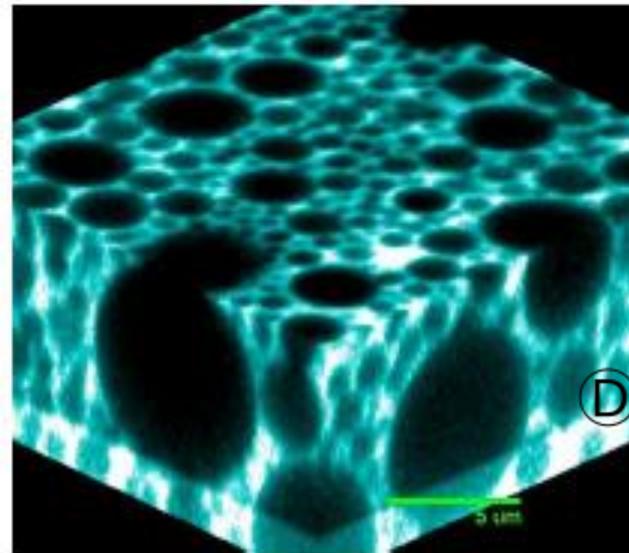
Οργανικός
διαλύτης

K. Martinek, et al. *Biochim Biophys Acta*
981: 161-172, 1989

Γαλακτώματα

Ετερογενή συστήματα που αποτελούνται από ένα μη αναμείξιμο ή μερικώς αναμείξιμο υγρό διασπαρμένο σε ένα άλλο υπό μορφή σταγόνων (με μέγεθος 0.1 με 100 μm). Η ανάμειξη μπορεί να γίνει με επιβολή μηχανικής διαταραχής ή υπέρηχων. Το σύστημα που προκύπτει δεν είναι σε θερμοδυναμική ισορροπία. Τελικά με την πάροδο χρόνου θα διαχωριστεί σε δύο φάσεις.

Π.χ. : Λάδι σε νερό (O/W) ή νερό σε λάδι (W/O)
ή πολλαπλά γαλακτώματα (W/O/W)
Μείγματα δύο πολυμερών

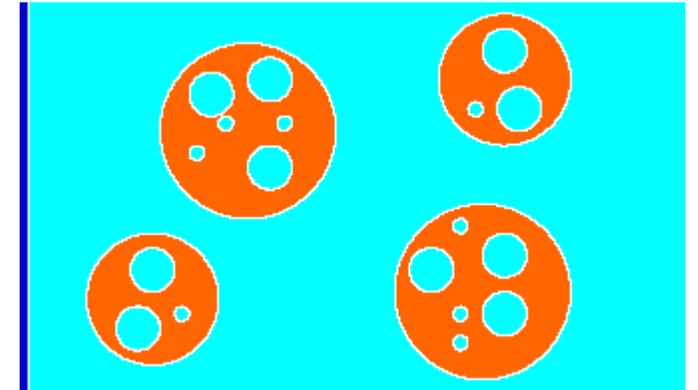


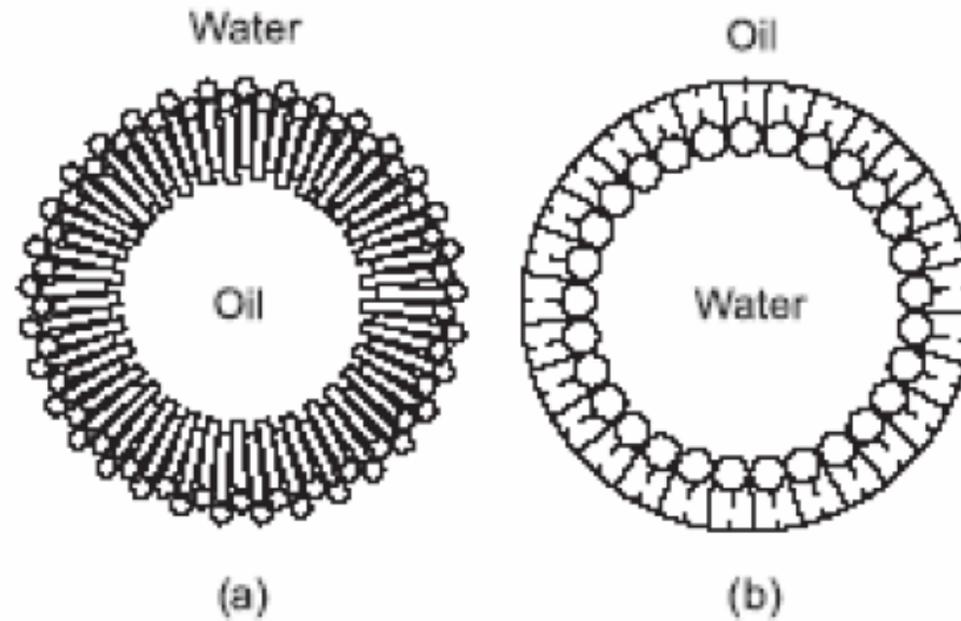
Σύσταση των γαλακτωμάτων

- Φάση που βρίσκεται σε διασπορά (ασυνεχής, εσωτερική)
 - Συνεχής φάση (εξωτερική)
 - Γαλακτωματοποιητής
- Μορφή
 - Υγρή
 - ημιστερεά

Είδη γαλακτωμάτων

- Λάδι σε νερό (o/w)
- Νερό σε λάδι (w/o)
- Νερό σε λάδι σε νερό (w/o/w)
- Λάδι σε νερό σε λάδι (o/w/o)





Σχηματική αναπαράσταση μοριακού προσανατολισμού για γαλακτώματα ελαίου σε νερό (o/w) και νερού σε έλαιο (w/o)

Προσδιορισμός των τύπων των γαλακτωμάτων

- Αναλόγως της αναλογίας των δύο φάσεων (νερού και λαδιού)
- Ανάλογα με την σειρά της προσθήκης
- Βραδεία προσθήκη λαδιού σε νερό  o/w
- Από το είδος του γαλακτωματοποιητή
 - Ο γαλακτωματοποιητής, είναι συνήθως διαλυτός στην συνεχή φάση

Χαρακτηρισμός ενός γαλακτώματος

- Στα γαλακτώματα "o/w" δεν είναι απαραίτητο να έχουμε διασπορά ελαίου σε νερό.
- Οποιοδήποτε υγρό μη αναμίξιμο με το νερό (π.χ. νιτροβενζόλιο), διασπειρόμενο σε νερό συνιστά γαλάκτωμα τύπου "o/w"
- Ο απλούστερος τρόπος διάκρισης είναι η τοποθέτηση μικρής ποσότητας γαλακτώματος στο μικροσκόπιο και ανάδευσή του με μια σταγόνα ελαίου ή ύδατος. Αν το γαλάκτωμα είναι o/w το λάδι δεν θα αναμιχθεί με το γαλάκτωμα σε αντίθεση με το νερό
- Το αντίθετο θα συμβεί στην περίπτωση γαλακτώματος w/o .

Δοκιμές για την ταυτοποίηση των γαλακτωμάτων

- **Δοκιμή διάλυσης :**

Το γαλάκτωμα μπορεί να αραιωθεί μόνο με την εξωτερική φάση

- **Δοκιμή χρώματος:** CoCl_2 /χάρτινος ηθμός: Χάρτινος ηθμός εμποτισμένος με CoCl_2 και ξηραμένος. Το μπλέ χρώμα μεταβάλλεται σε pink με την προσθήκη γαλακτώματος ο/w

- **Δοκιμή φθορισμού (Fluorescence):** Τα έλαια φθορίζουν σε φως UV

- **Δοκιμή αγωγιμότητας:** Για ιοντικά γαλακτώματα ο/w Γαλακτώματα ο/w άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα

ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ:

- Το είδος του γαλακτώματος προσδιορίζεται από τις **ιδιότητες της εξωτερικής φάσεως**.
- Γαλάκτωμα ελαίου σε νερό είναι πλήρως αναμείξιμο με νερό, ενώ γαλάκτωμα νερού σε έλαιο επιπλέει στο νερό (δεν είναι αναμείξιμο).

Επιλογή ειδών γαλακτωμάτων

- Λίπη και έλαια για πρόσληψη από το στόμα:
- -Γαλακτώματα ο/w δημιουργούνται για την κάλυψη δυσάρεστης γεύσης
- Για ενδοφλέβια χορήγηση:
 - - ο/w
 - - w/o
- Για εξωτερικές εφαρμογές:
 - - ο/w
- Για υδατοδιαλυτά φάρμακα
 - ξεπλένονται εύκολα από το δέρμα
- Μη λιπαρή υφή
- w/o
- Φαινόμενα εγκλεισμού επηρεάζουν την απορρόφηση φαρμάκων
- Καθαριστικά δέρματος, ενυδατικές κρέμες

Επιλογή ελαϊκής φάσης

- Το είδος της ελαϊκής φάσης επηρεάζει:
 - Ιξώδες
 - Εξάπλωση
 - Σχηματισμός υμενίων
 - Μεταφορά του γαλακτώματος στο δέρμα
- Δηλ. υγρή παραφίνη , Σιλικόνη, κερι μέλισσας, λιπαρές αλκοόλες κτλ

Ποιότητα των γαλακτωμάτων

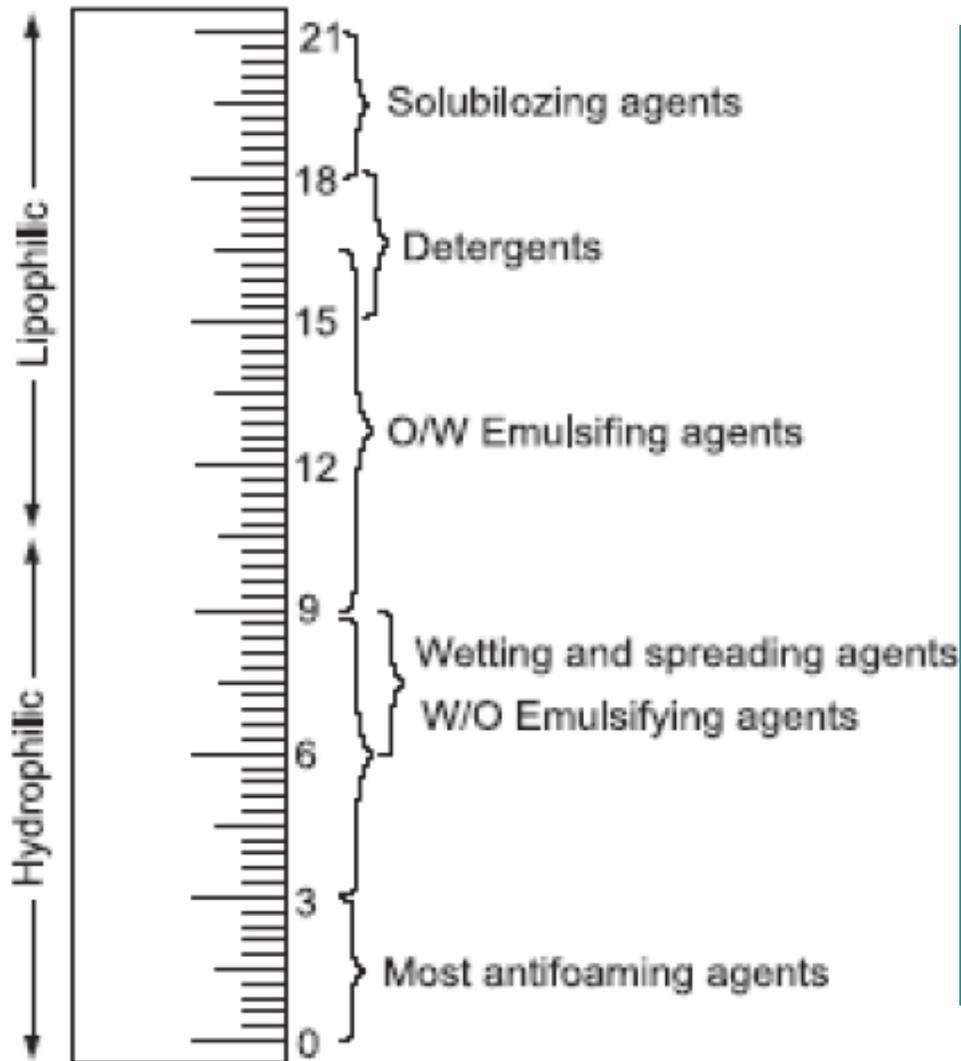
- Υφή προϊόντων (ιξώδες)
- Οι ρεολογικές ιδιότητες εξαρτώνται από:
 1. Συγκέντρωση της φάσης που είναι σε διασπορά
Αύξηση → Αύξηση του ιξώδους του προϊόντος
Για συγκεντρώσεις >60% → Αναστροφή φάσης
 2. Μέγεθος σωματιδίων της φάσης που είναι σε διασπορά:
Μείωση μεγέθους → Αύξηση ιξώδους
Μικρά σφαιρίδια (globules) → αύξηση
συσσωμάτωσης → σύστημα με ευρεία κατανομή
μεγεθών → Μικρότερο ιξώδες
 3. Ιξώδες της συνεχούς φάσεως
 4. Είδος και συγκέντρωση του γαλακτωματοποιητή

Είδη γαλακτωμάτων

- Κατά την ανατάραξη γαλακτώματος ελαίου σε νερό, παρουσία γαλακτωματοποιητή, σχηματίζονται σταγονίδια ελαίου στην υδατική φάση και αντίστοιχα ύδατος στην ελαϊκή φάση .
- Και των δύο ειδών τα σταγονίδια εμφανίζουν ισχυρή τάση συσσωμάτωσης-συγχώνευσης.
- Τα είδη των σχηματιζόμενων γαλακτωμάτων εξαρτώνται από δύο παράγοντες:
- (1) Την φύση του γαλακτωματοποιητή
- (2) Την σχετική ταχύτητα συγχώνευσης των δύο ειδών σταγονιδίων.

Η σημασία του είδους του γαλακτωματοποιητή

- **Υδρόφιλοι** γαλακτωματοποιητές, διαλύονται περισσότερο στο νερό απ'ότι στο λάδι, με αποτέλεσμα, αυτού του είδους οι γαλακτωματοποιητές να ευνοούν τον σχηματισμό γαλακτωμάτων O/W.
- **Υδρόφοβοι** γαλακτωματοποιητές διαλύονται ευχερέστερα στο λάδι απ'ότι στο νερό, με αποτέλεσμα οι γαλακτωματοποιητές του είδους αυτού να ευνοούν τον σχηματισμό γαλακτωμάτων W/O.
- **Κανόνας του Bancroft:** «*Η φάση στην οποία ο γαλακτωματοποιητής είναι περισσότερο διαλυτός, αποτελεί τη συνεχή φάση του γαλακτώματος.*»
- **Παράδειγμα:** *Αν χρησιμοποιήσουμε σαπούνι (υδρόφιλο), το λάδι θα διασπαρεί σε μικρές σταγόνες μέσα στο νερό (O/W).*



Αριθμητική κλίμακα επινοήθηκε από τον Griffin γνωστή ως Ισοζύγιο Υδροφιλικότητας-Υδροφοβικότητας (hydrophilic-lipophilic balance, HLB). Η κλίμακα αυτή δείχνει την αποτελεσματικότητα ενός συγκεκριμένου τασιενεργού για την δημιουργία συγκεκριμένου είδους γαλακτώματος. Η κλίμακα έχει τιμές μεταξύ 0 – 30. Για ένα τασιενεργό με τιμές 3–6 σχηματίζονται γαλακτώματα W/O. Αν η τιμή του είναι μεταξύ 8–13, σχηματίζεται γαλάκτωμα O/W.

Συσχέτιση με HLB: Συνδέεται άμεσα με το σύστημα HLB (Hydrophile-Lipophile Balance). Γαλακτωματοποιητές με υψηλή τιμή HLB (υδρόφιλοι) ακολουθούν τον κανόνα για O/W, ενώ χαμηλή τιμή HLB (λιπόφιλοι) για W/O.

Εξαιρέσεις: Αν και πολύ χρήσιμος, ο κανόνας δεν είναι απόλυτος νόμος και σε ορισμένες περιπτώσεις (ιδιαίτερα σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις γαλακτωματοποιητή), μπορεί να αποτύχει.

Σύγχρονη προσέγγιση: Στη σύγχρονη χημεία, χρησιμοποιείται συχνά η θεωρία HLD (Hydrophilic Lipophilic Difference) για πιο ακριβείς προβλέψεις, ωστόσο ο κανόνας Bancroft παραμένει θεμελιώδης

Ταχύτητα συγχώνευσης των σταγονιδίων

- Η ταχύτητα συγχώνευσης των σταγονιδίων ελαίου κατά την διασπορά τους σε νερό, R_1 δίνεται από εξίσωση τύπου Arrhenius.
- $R_1 = A_1 \exp(-E_1/RT) \dots (1)$
- Όπου A_1 είναι παράγοντας συχνότητας συγκρούσεων που είναι συνάρτηση του όγκου της φάσης λάδι σε νερό δια του ιξώδους της υδατικής φάσης και E_1 είναι το ενεργειακό φράγμα το οποίο πρέπει να ξεπεραστεί για να γίνει η συγχώνευση .
- Η ενέργεια εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως το ηλεκτρικό δυναμικό των σταγονιδίων του ελαίου, το κλάσμα της επιφάνειας το οποίο καλύπτεται από τον γαλακτωματοποιητή , κ.τ.λ.

Ταχύτητα συγχώνευσης των σταγονιδίων

- Παρομοίως, η ταχύτητα R_2 συγχώνευσης των σταγονιδίων ύδατος τα οποία είναι διεσπαρμένα στο λάδι είναι :
- $R_2 = A_2 \exp(-E_2/RT) \dots (2)$
- όπου A_2 ο παράγων συγκρούσεων, που είναι συνάρτηση του λόγου του όγκου της φάσης του νερού στο λάδι δια του ιξώδους του ελαίου και E_2 η αντίστοιχη ενέργεια με την E_1 .
- Οι παράγοντες R_1 και R_2 εξαρτώνται από το είδος των γαλακτωμάτων τα οποία σχηματίζονται
- Αν $R_2 > R_1$ σχηματίζεται γαλάκτωμα O/W ενώ,
- αν $R_2 < R_1$ σχηματίζεται γαλάκτωμα W/O.