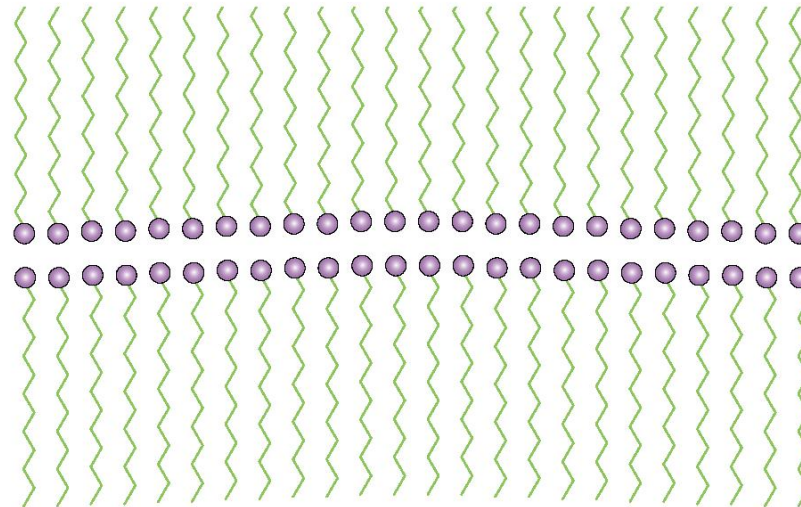
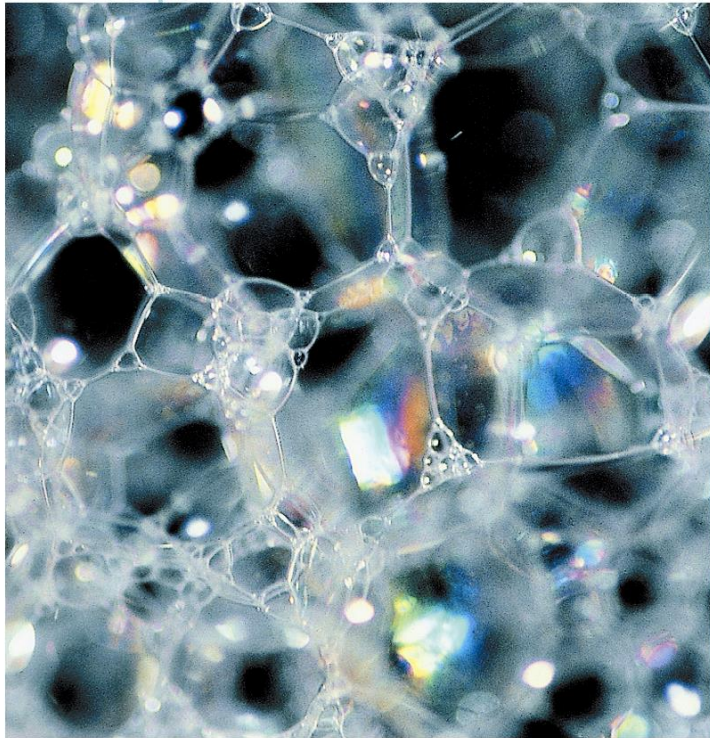


Λιπίδια και κυτταρικές μεμβράνες



Η επιφάνεια μιας σαπουνόφουσκας είναι μια διπλοστιβάδα μορίων απορρυπαντικού. Οι πολικές κεφαλές συσσωρεύονται μαζί (κόκκινο) αφήνοντας τα υδρόφοβα τμήματα (πράσινο) σε επαφή με τον αέρα μέσα και έξω από τη φούσκα. Οι διπλοστιβάδες που καθορίζουν τα όρια ενός κυττάρου είναι διαφορετικής διάταξης. [(Αριστερά) Photonica.]



Εικόνα 12.1 Η κυτταρική μεμβράνη ερυθροκυττάρου. Ηλεκτρονιομικρογραφία παρασκευάσματος κυτταρικών μεμβρανών από ερυθροκύτταρα, όπου οι μεμβράνες φαίνονται σε εγκάρσια τομή.

Λιπίδια και κυτταρικές μεμβράνες

Οι βιολογικές μεμβράνες μέσω της επιλεκτικής τους διαπερατότητας ρυθμίζουν την επαφή του κυττάρου με το εξωτερικό και εσωτερικό του περιβάλλον.

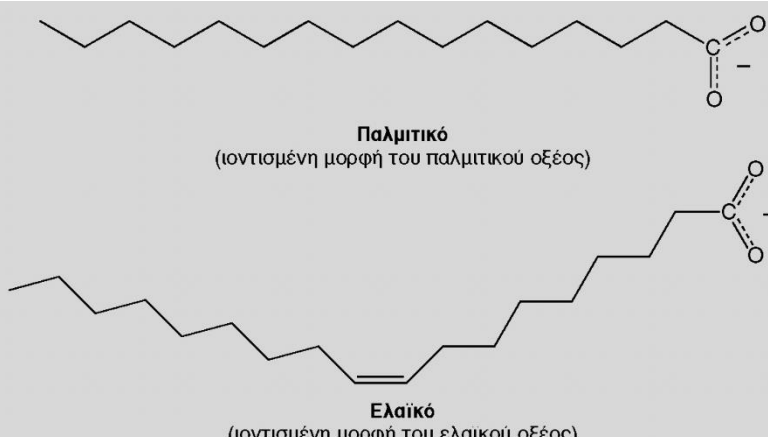
ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ



ΚΥΤΤΑΡΙΚΗ

Έχουν διαφορές ΑΛΛΑ και κοινά στοιχεία:

1. Έχουν δομή λεπτού φύλλου- κλειστό σύνορο πάχους 60-100Å
2. Αποτελούνται από λιπίδια και πρωτεΐνες (1:4- 4:1)+ υδατάνθρακες
3. Τα λιπίδια είναι μικρά μόρια με μια υδρόφιλη και μια υδρόφοβη ομάδα, κλειστά διμοριακά λεπτά φύλλα = διπλοστοιβάδες.
4. Συγκεκριμένες πρωτεΐνες επιτελούν τις χαρακτηριστικές λειτουργίες κάθε μεμβράνης.
5. Είναι μη ομοιοπολικά συγκροτήματα.
6. Είναι ασύμμετρες.
7. Είναι ρευστές δομές- χωρίς δυνατότητα εγκάρσιας διάχυσης.
8. Είναι ηλεκτρικά πολωμένες- με το εσωτερικό -60mV.



Το είδος της αλυσίδας των λιπαρών οξέων ρυθμίζουν την ρευστότητα της μεμβράνης

ΕΙΚΟΝΑ 12.2 Δομές δύο λιπαρών οξέων. Το παλμιτικό είναι ένα κορεσμένο λιπαρό οξύ 16 ανθράκων, ενώ το ελαϊκό είναι ένα ακόρεστο λιπαρό οξύ 18 ανθράκων με έναν διπλό δεσμό cis.

ΠΙΝΑΚΑΣ 12.1 Μερικά λιπαρά οξέα που απαντούν στα ζώα. Σημείο Τήξης: **στεατικό 69 °C**, **ελαϊκο 13 °C** **παλμιτικό 62,5 °C**

Αριθμός ατόμων άνθρακα	Αριθμός διπλών δεσμών	Κοινό όνομα	Συστηματικό όνομα	Χημικός τύπος
12	0	Λαυρικό	<i>n</i> -Δωδεκανικό	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COO}^-$
14	0	Μυριστικό	<i>n</i> -Δεκατετρανικό	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COO}^-$
16	0	Παλμιτικό	<i>n</i> -Δεκαεξανικό	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COO}^-$
18	0	Στεατικό	<i>n</i> -Δεκαοκτανικό	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COO}^-$
20	0	Αραχιδικό	<i>n</i> -Εικοσανικό	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COO}^-$
22	0	Βεχενικό	<i>n</i> -Εικοσιδυονικό	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{20}\text{COO}^-$
24	0	Λιγνοκερικό	<i>n</i> -Εικοσιτετρανικό	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{COO}^-$
16	1	Παλμιτελαϊκό	<i>cis</i> - Δ^9 -Δεκαεξενικό	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COO}^-$
18	1	Ελαϊκό	<i>cis</i> - Δ^9 -Δεκαοκτενικό	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COO}^-$
18	2	Λινελαϊκό	<i>cis,cis</i> - Δ^9,Δ^{12} - Δεκαοκταδιενικό	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_2(\text{CH}_2)_6\text{COO}^-$
18	3	Λινολενικό	όλο- <i>cis</i> - $\Delta^9,\Delta^{12},\Delta^{15}$ -	$\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_3(\text{CH}_2)_6\text{COO}^-$

Χαρακτηριστικό παράδειγμα

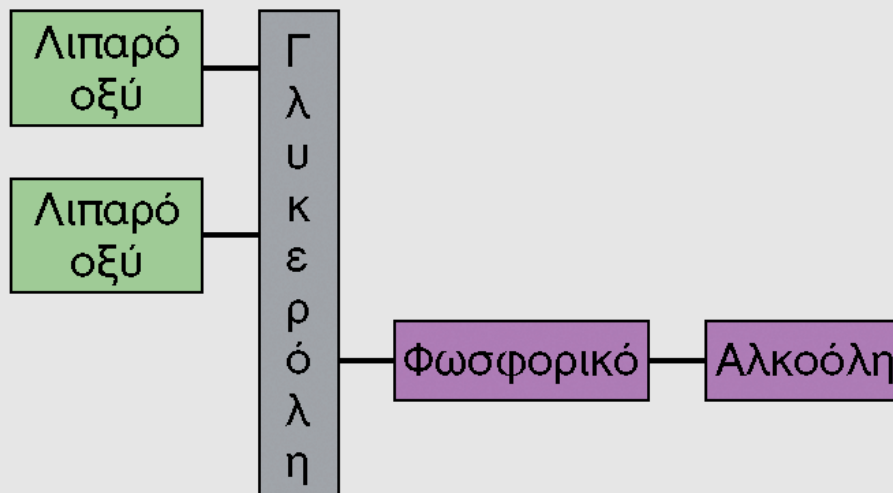
Πως φυσικές ιδιότητες έχουν άμεση σχέση με βιολογικά χαρακτηριστικά!

Τα Λιπαρά οξέα **δεν υπάρχουν ελεύθερα** στις κυτταρικές μεμβράνες

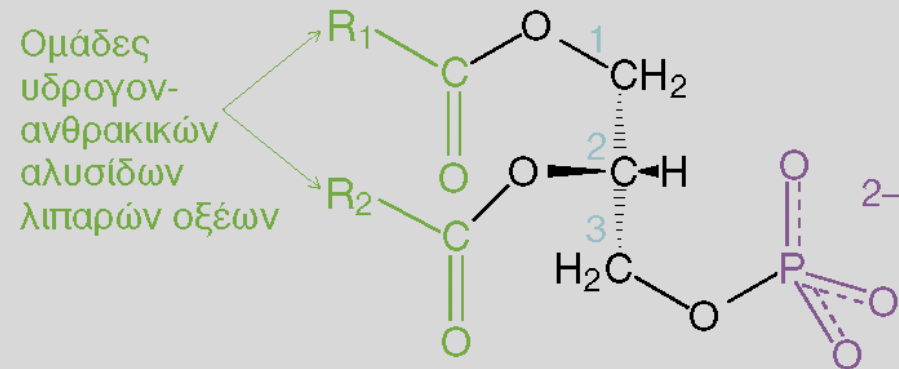
Αλλά είναι η σημαντικότερη (ίσως) ομάδα του μορίου (συστατικό) των φωσφολιπιδίων που δομούν την κυτταρική μεμβράνη

οι **φυσικές ιδιότητες** όμως συνεχίζουν να επηρεάζουν τις ιδιότητες των φωσφολιπιδίων που δομούν

(χημικές ιδιότητες ομάδων (αλειφατικές, αμίνες, οξέα, κτλ) διατηρούνται και στο νέο μόριο που δομούν)



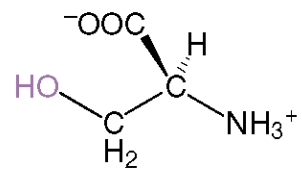
ΕΙΚΟΝΑ 12.3 Σχηματική δομή ενός φωσφολιπιδίου.



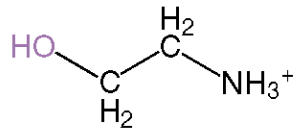
Φωσφατιδικό
(3-Φωσφορική διακυλογλυκερόλη)

ΕΙΚΟΝΑ 12.4 Δομή του φωσφατιδικού (3-φωσφορική διακυλογλυκερόλη). Φαίνεται η απόλυτη διαμόρφωση του κεντρικού άνθρακα (C2).

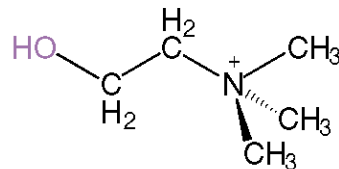
Τα Φωσφολιπίδια μπορούν να φέρουν επιπλέον ομάδες προσδίδουν επιπλέον ιδιότητες (π.χ. φορτίο + ή -)



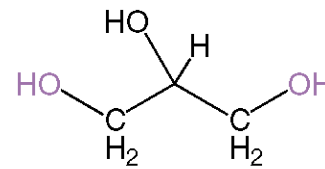
Σερίνη



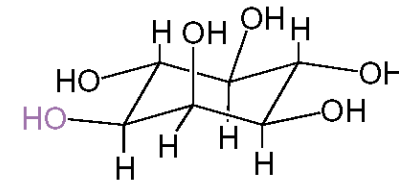
Αιθανολαμίνη



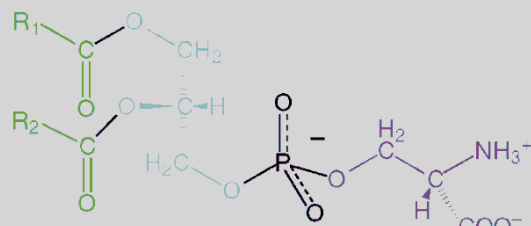
Χολίνη



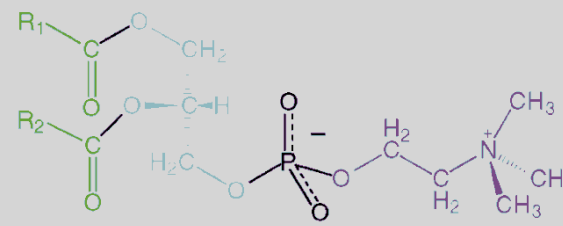
Γλυκερόλη



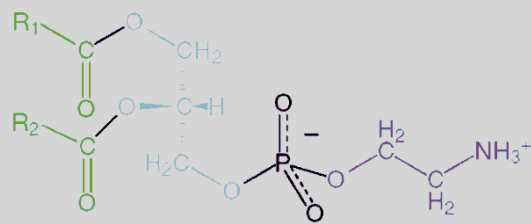
Ινοσιτόλη



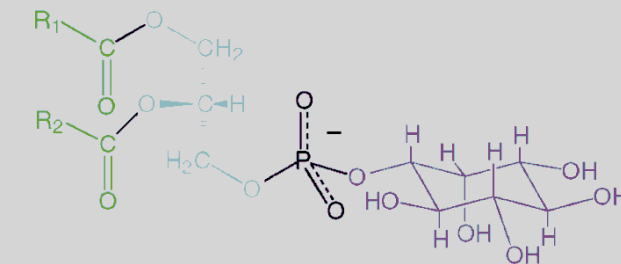
Φωσφατιδυλοσερίνη



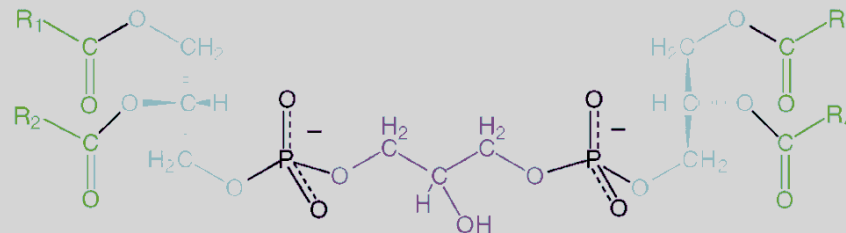
Φωσφατιδυλοχολίνη



Φωσφατιδυλοαιθανολαμίνη

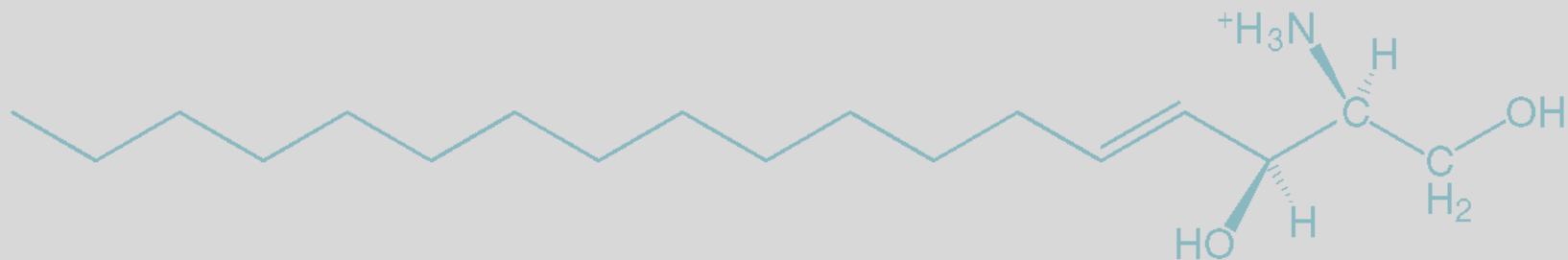


Φωσφατιδυλοϊνοσιτόλη



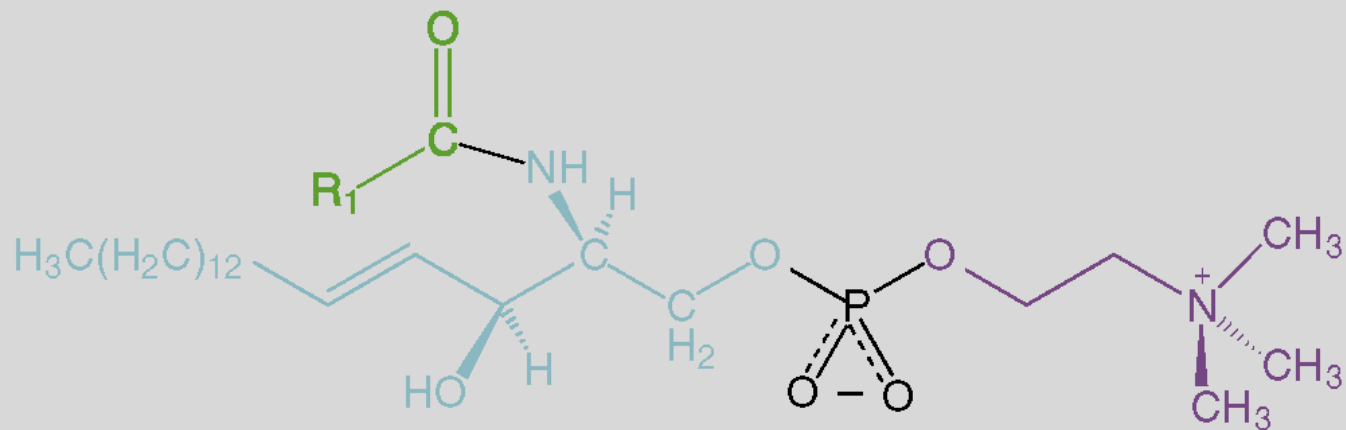
Φωσφατιδυλογλυκερόλη (καρδιολιπίνη)

Εικόνα 12.5 Μερικά κοινά φωσφογλυκερίδια που βρίσκονται στις μεμβράνες.



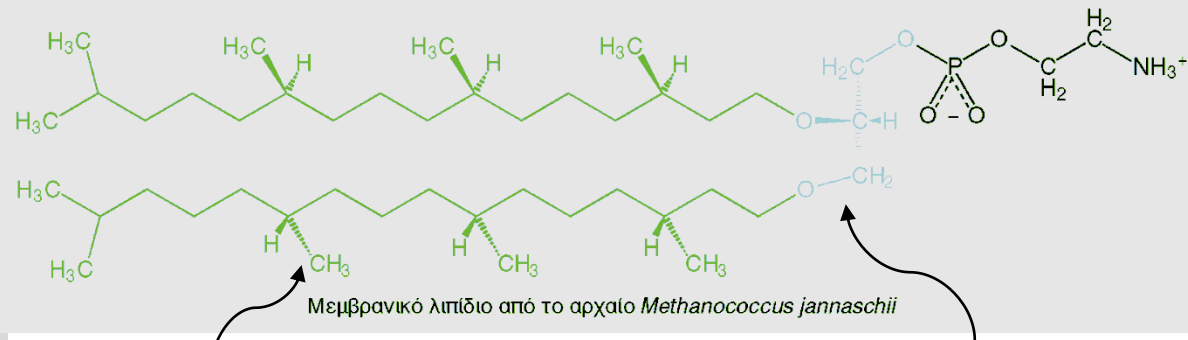
Σφιγγοσίνη

Δεν αποτελείται από γλυκερόλη αλλά από μια αμινο-αλκοόλη με ένα λιπαρό οξύ



Σφιγγομυελίνη

ΕΙΚΟΝΑ 12.6 Η δομή της σφιγγοσίνης και της σφιγγομυελίνης. Η ομάδα της σφιγγοσίνης στη σφιγγομυελίνη είναι μπλε.

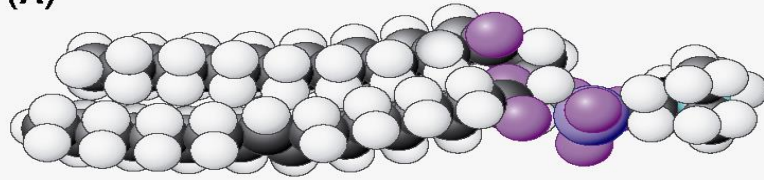


**Ανθεκτική διακλαδισμένη
ανθρακική αλυσίδα**

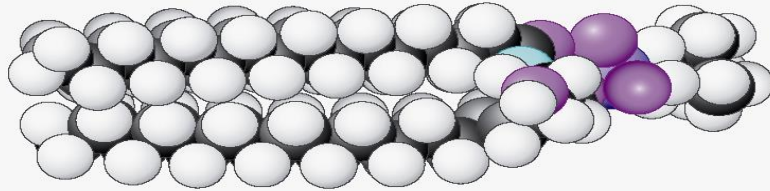
**Αιθερικός δεσμός
Ανθεκτικός σε υδρόλυση**

ΕΙΚΟΝΑ 12.7 Ένα αρχαίο στο περιβάλλον του. Τα αρχαία μπορούν να ευδοκιμήσουν σε αφιλόξενο περιβάλλον όπως οι χώροι όπου βγαίνουν οι καπνοί των ηφαιστειών. Εδώ τα αρχαία σχηματίζουν ένα πορτοκαλί χαλί που περιβάλλεται από κίτρινα θειούχα ιζήματα.

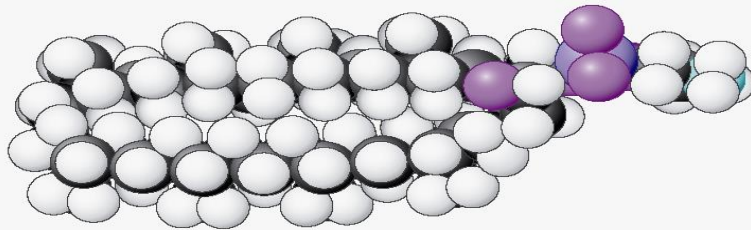
(A)



Φωσφογλυκερίδιο



Σφιγγομυελίνη



Αρχαϊκό λιπίδιο

ΕΙΚΟΝΑ 12.8 Αναπαραστάσεις μεμβρανικών λιπιδίων. (A) Χωροπληρωτικά μοντέλα φωσφογλυκεριδίου, σφιγγομυελίνης και ενός αρχαϊκού λιπιδίου, όπου φαίνεται η κατανομή των υδρόφιλων και υδρόφοβων τμημάτων τους. (B) Στενογραφική αναπαράσταση ενός μεμβρανικού λιπιδίου.

(B)



Στενογραφική αναπαράσταση

Ποιο το κοινό χαρακτηριστικό των μεμβρανικών λιπιδίων;

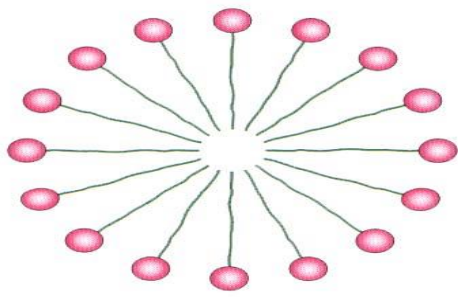
Είναι ΑΜΦΙΠΑΘΗ (Ή ΑΜΦΙΦΙΛΑ) μόρια, δηλαδή ...

Περιέχουν μια ΥΔΡΟΦΙΛΗ και μια ΥΔΡΟΦΟΒΗ ομάδα...

(B)

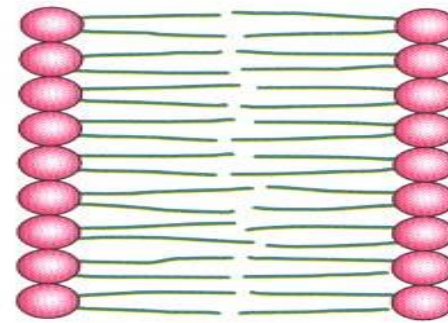


Στενογραφική αναπαράσταση



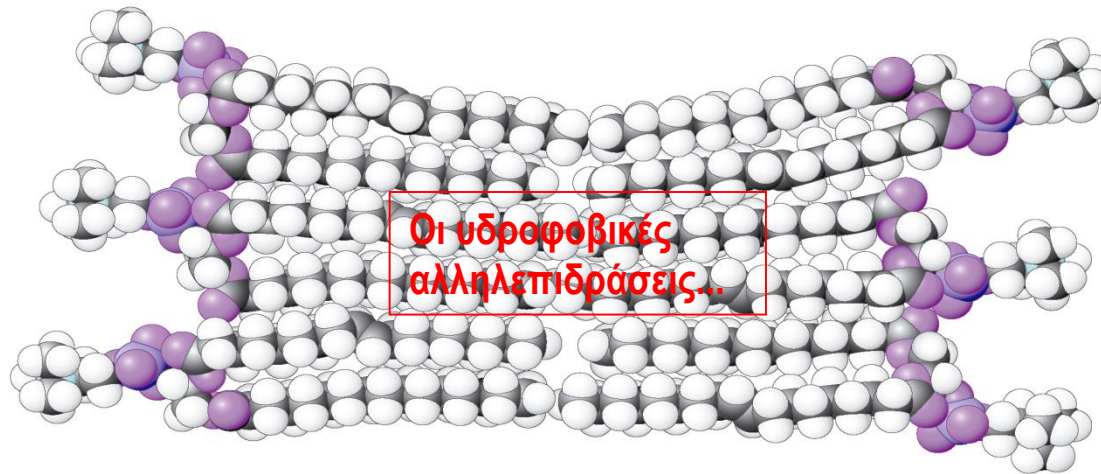
Μυκκήλιο

Το μυκκήλιο είναι
περιορισμένη
δομή 20nm



Αντίθετα το
διμοριακό φύλλο
μπορεί να φτάσει
σε διαστάσεις
10⁶ nm

Διπλοστιβάδα λιπιδίων ή διμοριακό φύλλο (Φωσφολιπίδια)

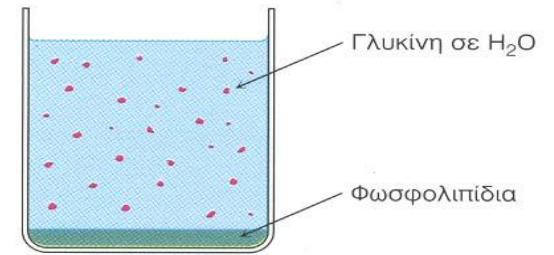
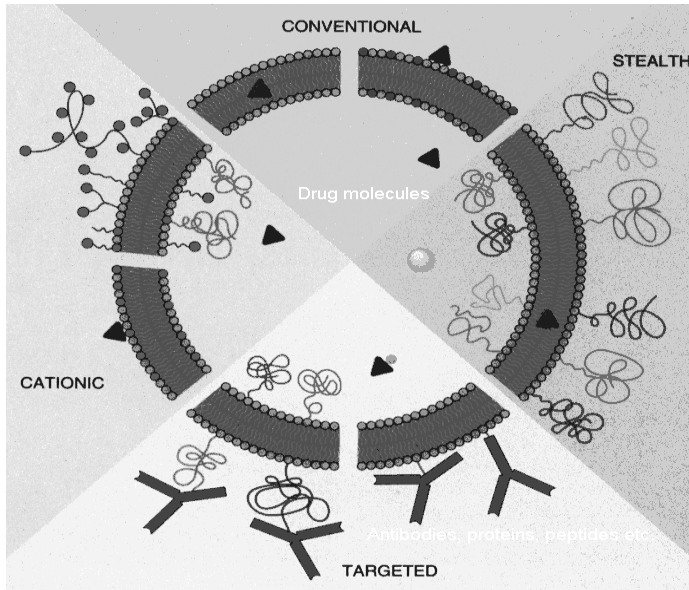
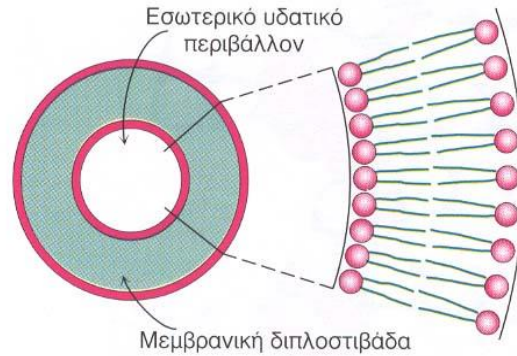


ΕΙΚΟΝΑ 12.11 Χωροπληρωτικό μοντέλο της τομής μιας μεμβρανικής φωσφολιπιδικής διπλοστιβάδας.

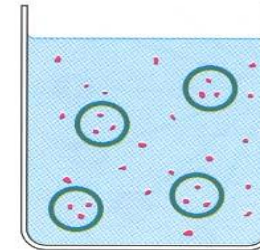
...με τρεις σημαντικές βιολογικές συνέπειες

1. Έχουν την εγγενή τάση να είναι εκτεταμένες
2. Έχουν την τάση να ενώνουν τα άκρα τους
3. Κλείνουν από μόνες τους- η οπές δεν ευνοούνται ενεργειακά
4. Είναι υδρόφιλες και εξωτερικά και εσωτερικά (αντίθετα με τα μικκύλια)

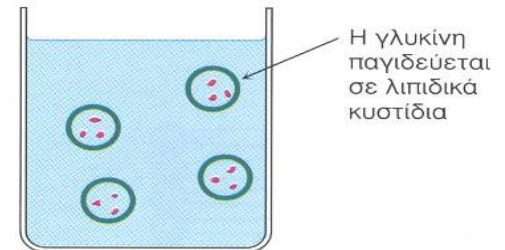
Λιποσώματα



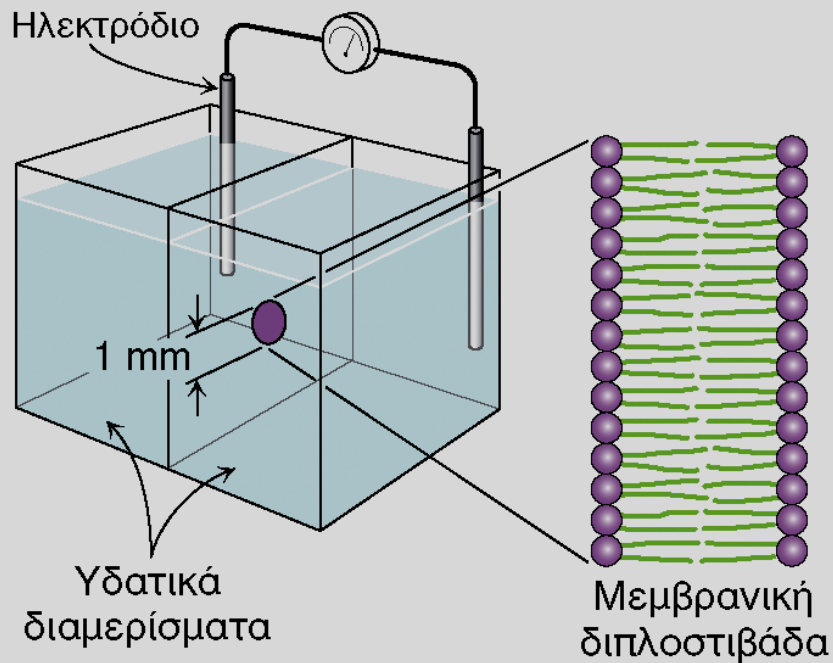
Έκθεση
σε υπερήχους



Διήθηση
σε πηκτή



Σχηματισμός λιπιδικών κυστιδίων χρησιμοποιείτε για την μεταφορά φαρμάκων και γενικότερα λιπόφιλων ουσιών σε υδατικά διαλύματα



ΕΙΚΟΝΑ 12.14 Πειραματική διάταξη για την μελέτη επίπεδων μεμβρανικών διπλοστιβάδων. Μια μεμβρανική διπλοστιβάδα σχηματίζεται μεταξύ των δύο πλευρών μιας οπής ανοίγματος 1 χιλιοστομέτρου. Η οπή σχηματίζεται σε ένα διαχωριστικό διάφραγμα μεταξύ δύο υδάτινων διαμερισμάτων. Αυτή η διάταξη επιτρέπει τη μέτρηση της διαπερατότητας και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας λιπιδικών διπλοστιβάδων.

Η κατανόηση των κυτταρικών μεμβρανών και των ιδιοτήτων τους αποτελεί το πρώτο βήμα για την κατανόηση του κύτταρου

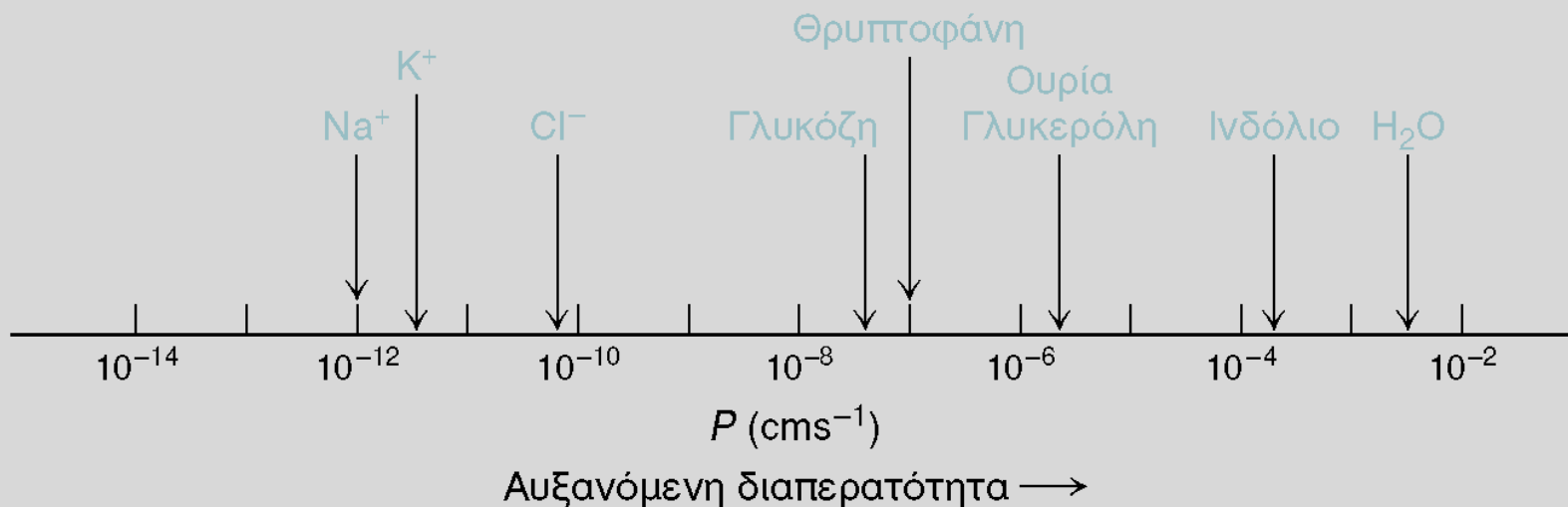
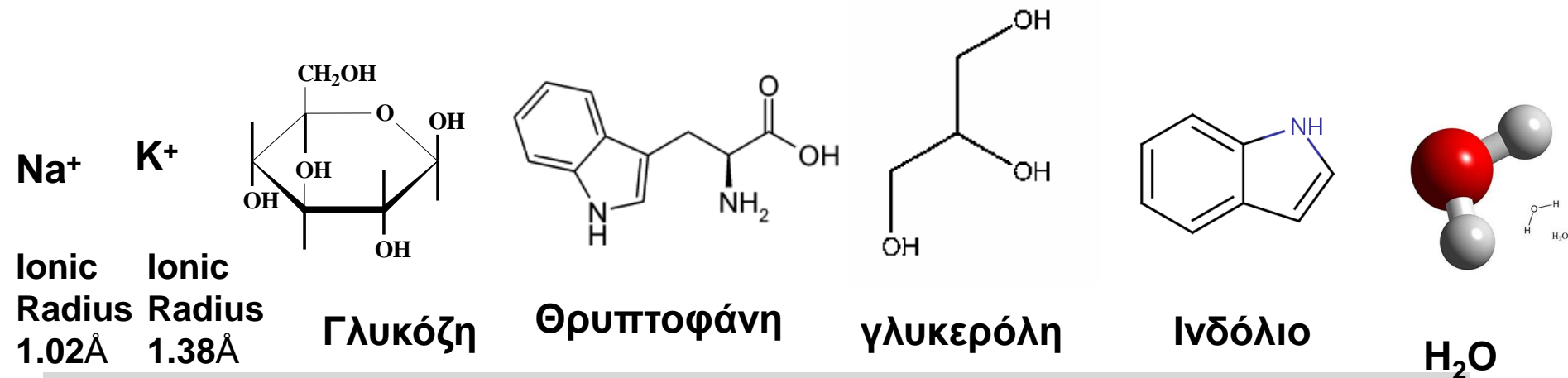
Είναι το σύνορο με το εξωτερικό περιβάλλον.

Για να περάσει κάτι στο κύτταρο πρέπει να περάσει πρώτα από την μεμβράνη

Τι μπορεί να περάσει από την μεμβράνη; και πόσο γρήγορα;

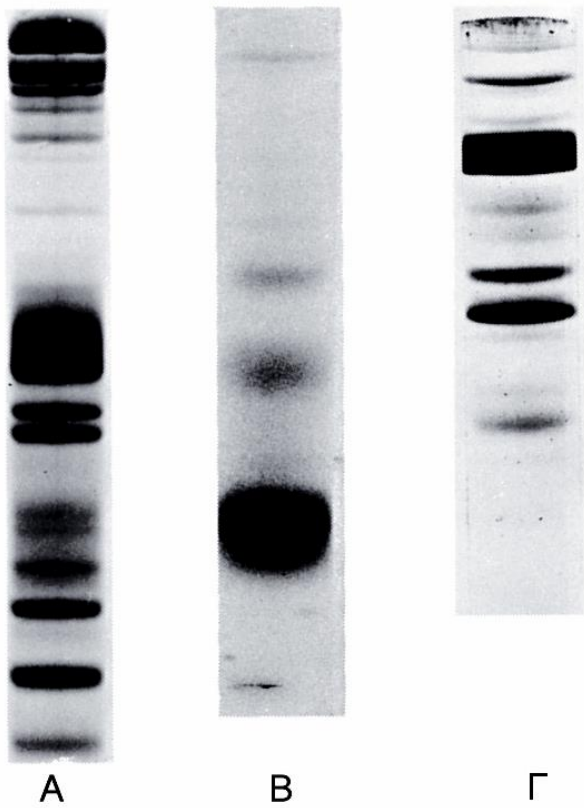
Μελετάται με την ακόλουθη διάταξη

διαπερατότητα των διπλοστιβάδων λιπιδίων από ιόντα και πολικά μόρια



ΕΙΚΟΝΑ 12.15 Συντελεστές διαπερατότητας (P) ιόντων και μορίων διά μέσου μιας λιπιδικής διπλοστιβάδας. Υπάρχει ένα πολύ ευρύ φάσμα τιμών P που αντανακλά την ικανότητα μορίων να διαπεράσουν μια λιπιδική διπλοστιβάδα.

P permeability coefficient $J = \text{moles/area/sec} = P[A_{\text{out}} - A_{\text{in}}]$

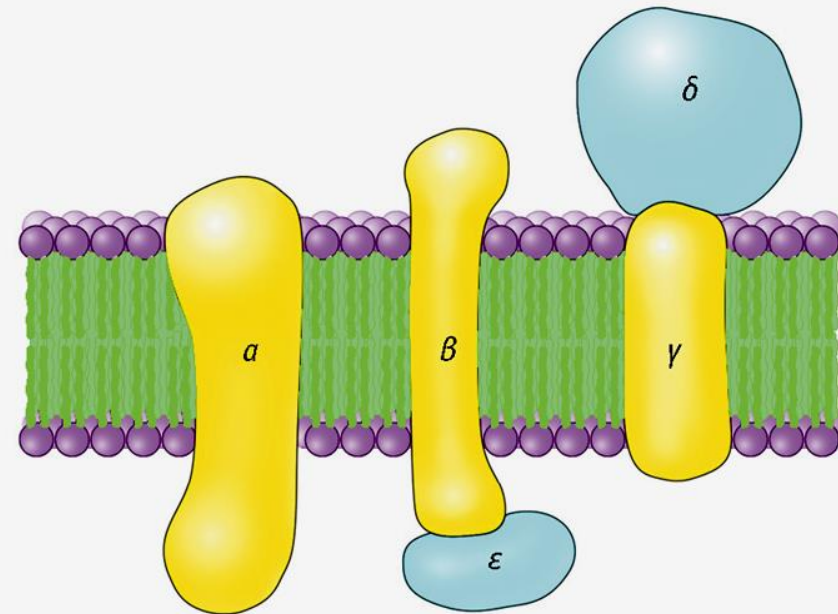


**Οι κυτταρικές μεμβράνες περιέχουν
μεγάλη ποικιλία και ποσότητα
πρωτεϊνών**

**ΕΙΚΟΝΑ 12.16 Ηλεκτροφορητικές απεικονίσεις
μεμβρανικών πρωτεϊνών σε πηκτή SDS-πολυα-
κρυλαμιδίου. (A) Κυτταρική μεμβράνη ερυθρο-
κυττάρων, (B) μεμβράνες του φωτοϋποδοχέα των
ραβδιοφόρων κυττάρων του αμφιβληστροειδούς
χιτώννα, (Γ) μεμβράνη του σαρκοπλασματικού δι-
κτύου γραμμωτών μυϊκών ινών. [Ευγενική προ-
σφορά Dr. Theodore Steck (λωρίδα A) και Dr.
David MacLennan (λωρίδα Γ).]**

Οι πρωτεΐνες ενώνονται με ποικιλία τρόπων στις κυτταρικές μεμβράνες

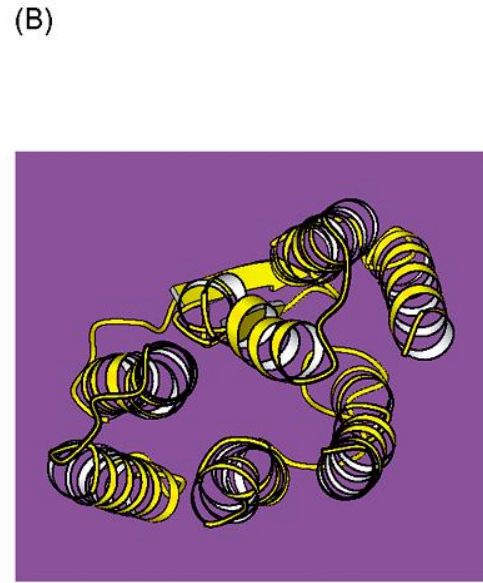
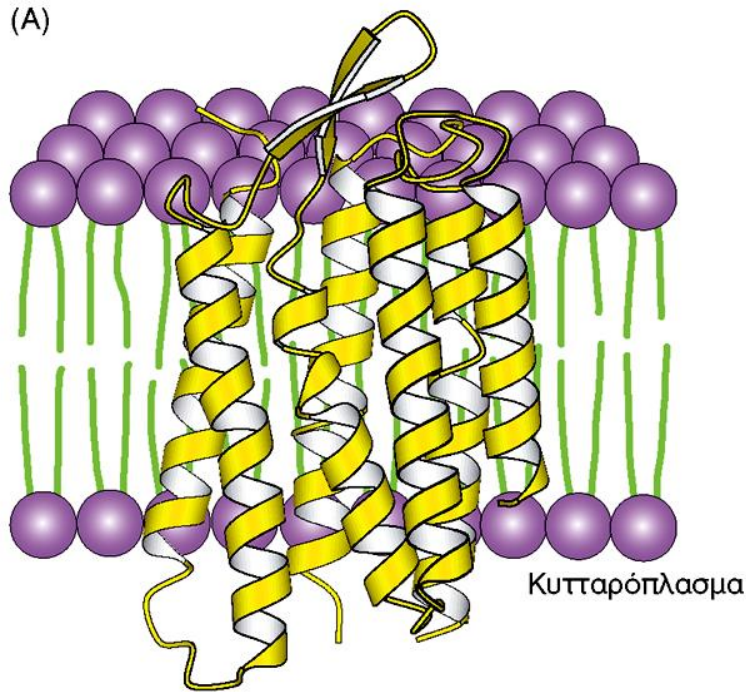
ΕΙΚΟΝΑ 12.17 Ενσωματωμένες και περιφερειακές μεμβρανικές πρωτεΐνες. Οι ενσωματωμένες μεμβρανικές πρωτεΐνες (α , β και γ) αλληλεπιδρούν σε μεγάλο βαθμό με την υδρογονοανθρακική περιοχή της διπλοστιβάδας. Σχεδόν όλες οι γνωστές ενσωματωμένες μεμβρανικές πρωτεΐνες διαπερνούν τη λιπιδική διπλοστιβάδα. Οι περιφερειακές μεμβρανικές πρωτεΐνες (δ και ϵ) προσδένονται στις επιφάνειες των ενσωματωμένων πρωτεϊνών. Μερικές περιφερειακές μεμβρανικές πρωτεΐνες αλληλεπιδρούν με τις πολικές κεφαλές των λιπιδίων (δεν φαίνεται).



**Ενσωματωμένες (διαπερνούν την μεμβράνη)
διαχωρίζονται με απορρυπαντικά**

**Περιφερικές (συνδεόμενες επιφανειακά)
ηλεκτροστατικές δυνάμεις διαχωρίζονται με προσθήκη αλάτων**

Οι πρωτεΐνες αλληλεπιδρούν με ποικίλους τρόπους με τις κυτταρικές μεμβράνες



ΕΙΚΟΝΑ 12.18 Δομή της Βακτηριοροδοψίνης.

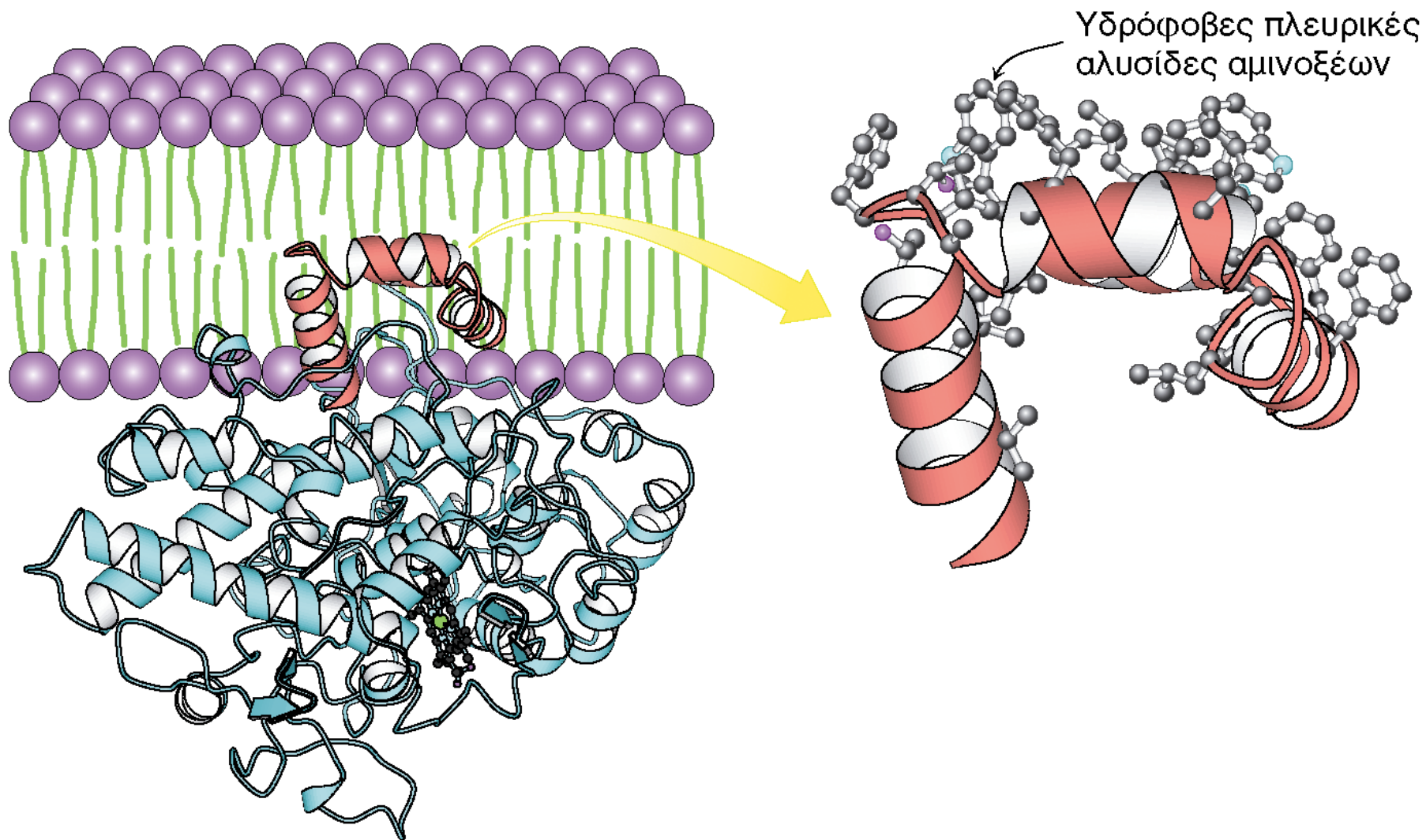
Η Βακτηριοροδοψίνη αποτελείται κυρίως από α -έλικες που διαπερνούν την κυτταρική μεμβράνη. (A) Εγκάρσια όψη διά μέσου της λιπιδικής διπλοστιβάδας. Το εσωτερικό της μεμβράνης είναι πράσινο και οι πολικές κεφαλές κόκκινες. (B) Άποψη από την κυτταροπλασματική πλευρά της μεμβράνης.

ΕΙΚΟΝΑ 12.19 Αλληλουχία αμινοξέων της Βακτηριοροδοψίνης.

Οι επτά ελικοειδείς περιοχές έχουν σκιαστεί με κίτρινο, ενώ τα φορτισμένα κατάλοιπα έχουν σκιαστεί με κόκκινο.

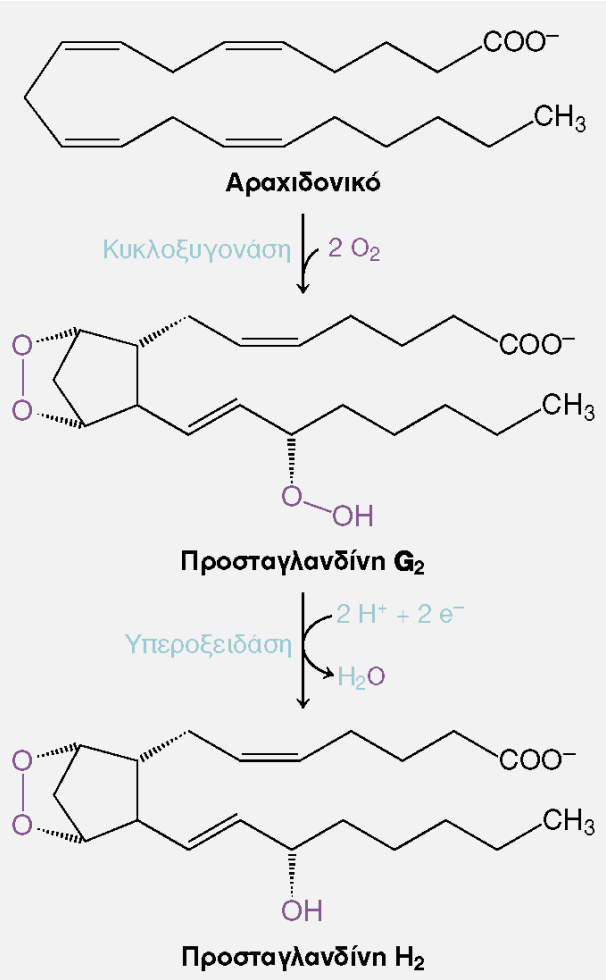
AQ I T G R P E W I W L A L G T A L M G L G T L Y F L V K G M G V S D P D A K K F Y A I T T L V P A
 I A F T M Y L S M L L G Y G L T M V P F G G E Q N P I Y W A R Y A D W L F T T P L L L L D L A L L V
 D A D Q G T I L A L V G A D G I M I G T G L V G A L T K V Y S Y R F V W W A I S T A A M L Y I L Y V
 L F F G F T S K A E S M R P E V A S T F K V L R N V T V V L W S A Y V V V W L I G S E G A G I V P L
 N I E T L L F M V L D V S A K V G F G L I L L R S R A I F G E A E A P E P S A D G A A A T S

Τα υδρόφοβα και υδρόφιλα αμινοξέα κατατάσσονται στο περιβάλλον που ευνοεί τις κατάλληλες αλληλεπιδράσεις

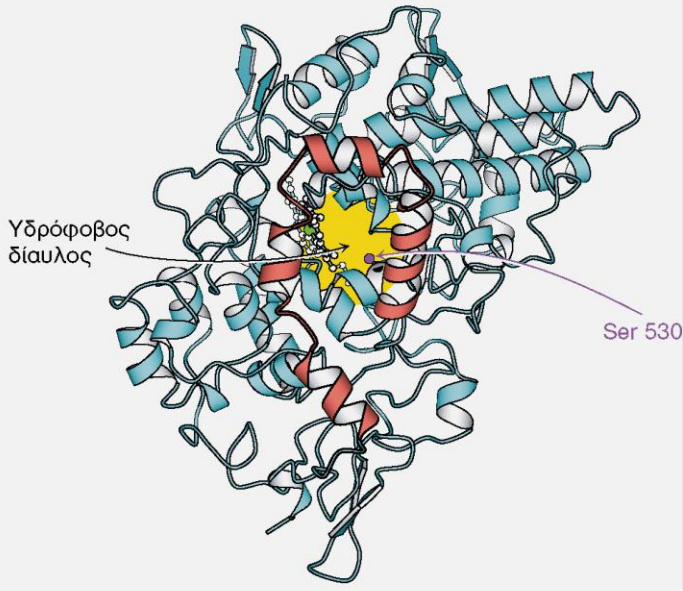


ΕΙΚΟΝΑ 12.23 Πρόσδεση της συνθάσης 1 της προσταγλανδίνης H_2 στη μεμβράνη. Η συνθάση 1 της προσταγλανδίνης H_2 προσδέεται στη μεμβράνη μέσω μιας ομάδας α -ελίκων που έχουν υδρόφοβες πλευρικές αλυσίδες στην εξωτερική τους επιφάνεια. Φαίνεται μόνον το ένα μονομερές του διμερούς ενζύμου.

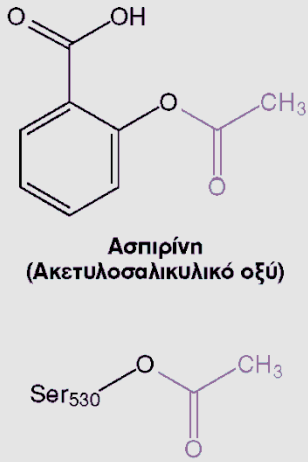
Συνθάση 1 της προσταγλαδίνης: μεμβρανοσύνδετο ένζυμο που μετατρέπει αραχιδονικό (προέρχεται από υδρόλυση μεμβρανικών λιπιδίων) σε προσταγλαδίνη και ταξιδεύει μέσω ενός δίαυλου. Η ασπιρίνη αναστέλλει την πορεία μέσω σύνδεση της με την σερίνη 530



ΕΙΚΟΝΑ 12.22 Σχηματισμός προσταγλανδίνης H_2 . Η συνθάση 1 της προσταγλανδίνης H_2 καταλύει τον σχηματισμό προσταγλανδίνης H_2 από αραχιδονικό οξύ σε δύο βήματα.



ΕΙΚΟΝΑ 12.24 Ο υδρόφοβος δίαυλος της συνθάσης 1 της προσταγλανδίνης H_2 . Άποψη της συνθάσης 1 της προσταγλανδίνης H_2 από την πλευρά της μεμβράνης, όπου φαίνεται ο υδρόφοβος δίαυλος που οδηγεί στο ενεργό κέντρο. Οι έλικες που είναι αγκυροβολημένες στη μεμβράνη φαίνονται με πορτοκαλί.



ΕΙΚΟΝΑ 12.25 Η δράση της ασπιρίνης στη συνθάση 1 της προσταγλανδίνης H_2 . Η ασπιρίνη δρα μεταφέροντας μια ακετυλική ομάδα σε ένα κατάλοιπο σερίνης της συνθάσης 1 της προσταγλανδίνης H_2 .

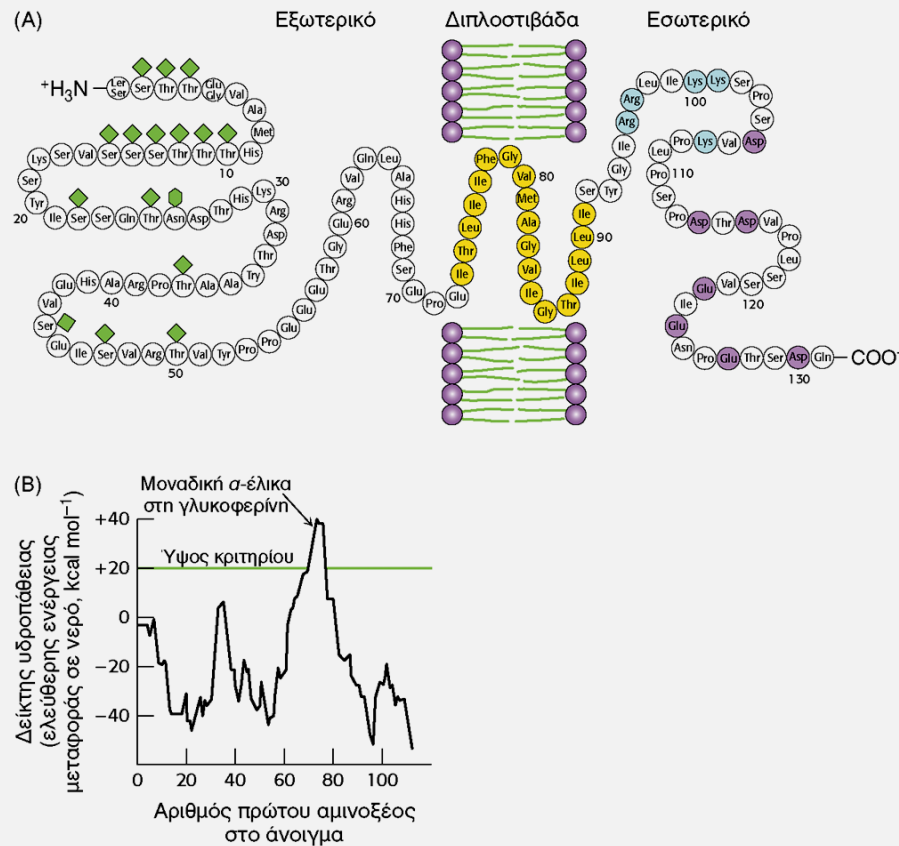
Οι Προσταγλαδίνες παράγονται τοπικά και έχουν μικρό χρόνο ζωής. Διεγείρουν τη φλεγμονή, επάγουν τον ύπνο, τροποποιούν τη συνοπτική μεταβίβαση

Αποτέλεσμα αναστολή της φλεγμονής

ΠΙΝΑΚΑΣ 12.2 Κλίμακα πολικότητας για την ταυτοποίηση διαμεμβρανικών ελίκων.

Κατάλοιπο αμινοξέος	Ελεύθερη ενέργεια μεταφοράς kcal mol ⁻¹	(kJ mol ⁻¹)
Phe	3,7	(15,5)
Met	3,4	(14,3)
Ile	3,1	(13,0)
Leu	2,8	(11,8)
Val	2,6	(10,9)
Cys	2,0	(8,4)
Trp	1,9	(8,0)
Ala	1,6	(6,7)
Thr	1,2	(5,0)
Gly	1,0	(4,2)
Ser	0,6	(2,5)
Pro	-0,2	(-0,8)
Tyr	-0,7	(-2,9)
His	-3,0	(-12,6)
Gln	-4,1	(-17,2)
Asn	-4,8	(-20,2)
Glu	-8,2	(-34,4)
Lys	-8,8	(-37,0)
Asp	-9,2	(-38,6)
Arg	-12,3	(-51,7)

Οι μεμβρανικές έλικες μπορούν να προβλευθούν από τις αλληλουχίες αμινοξέων (βλέπουμε ακόμα ένα παράδειγμα τις λειτουργικότητας των πρωτεϊνών σε σχέση με άλλα μόρια όπως RNA και υδατάνθρακες)



ΕΙΚΟΝΑ 12.27 Εντοπίζοντας την έλικα της γλυκοφερίνης που διαπερνά τη μεμβράνη. (Α) Αλληλουχία αμινοξέων και διαμεμβρανικός προσανατολισμός της γλυκοφερίνης Α στη μεμβράνη των ερυθροκυττάρων. Δεκαπέντε ολιγοσακχαρτικές μονάδες συνδεδεμένες μέσω O φαίνονται σε σχήμα ρόμβων, ενώ η μοναδική ολιγοσακχαρτική μονάδα που συνδέεται μέσω N απεικονίζεται ως εξάγωνο. Τα υδρόφοβα κατάλοιπα (κίτρινα) βυθισμένα στη διπλοστιβάδα σχηματίζουν μια διαμεμβρανική α-έλικα. Το καρβοξυ-τελικό τμήμα του μορίου βρίσκεται στην ενδοκυτταρική πλευρά της μεμβράνης και είναι πλούσιο σε αρνητικά φορτισμένα (κόκκινα) και θετικά φορτισμένα (μπλε) κατάλοιπα. (Β) Γραφική παράσταση υδροπάθειας για τη γλυκοφερίνη. Η ελεύθερη ενέργεια για τη μεταφορά μιας έλικας 20 καταλοίπων από τη μεμβράνη στο νερό απεικονίζεται ως συνάρτηση της θέσης του πρώτου αμινοξέος της ελικοειδούς αλληλουχίας. Κορυφές με τιμές μεγαλύτερες από + 20 kcal mol⁻¹ σε γραφικές παραστάσεις υδροπάθειας θεωρούνται δυνητικά ενδεικτικές διαμεμβρανικής έλικας. [(Α) Ευγενική προσφορά Dr. Vincent Marchesi, (Β) Κατά D. M. Engelman, T. A. Steitz, και A. Goldman. Identifying nonpolar transbilayer helices in amino acid sequences of membrane proteins. Annu. Rev. Biophys. Biophys. Chem. 15(1986):343. Copyright © 1986 by Annual Reviews Inc. All rights reserved.]

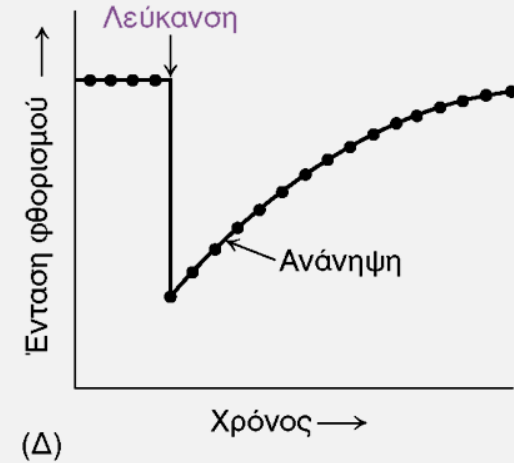
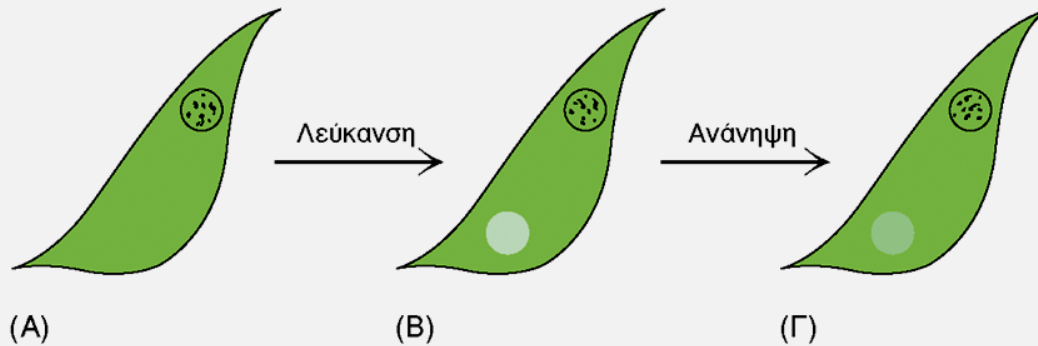
Πηγή: Κατά D. M. Engelman, T. A. Steitz, και A. Goldman, *Annu. Rev. Biophys. Biophys. Chem.* 15(1986):330.

Σημείωση: Οι τιμές ελεύθερης ενέργειας αφορούν τη μεταφορά ενός καταλοίπου αμινοξέος σε μια έλικα από το εσωτερικό της μεμβράνης (με διηλεκτρική σταθερά ίση με 2) στο νερό.

Τα λιπίδια και οι πρωτεΐνες διαχέονται ταχύτατα στο επίπεδο της μεμβράνης

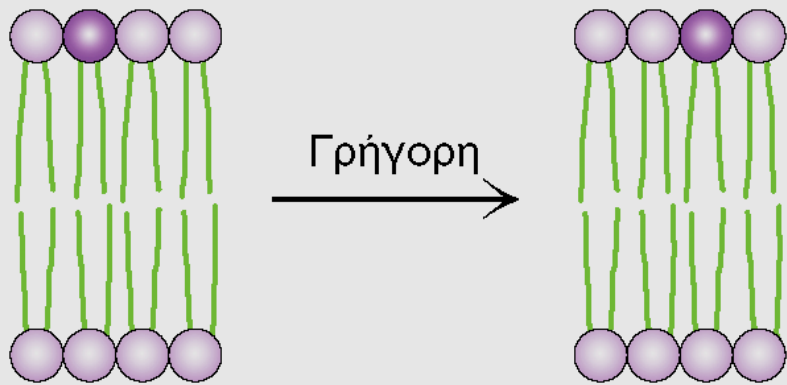
Πειράματα μέτρησης κινητικότητας φωσφολιπιδίων

ΕΙΚΟΝΑ 12.29 Τεχνική ανάνηψης φθορισμού μετά από φωτολεύκανση (FRAP). (Α) Η κυτταρική επιφάνεια φθορίζει λόγω του σημασμένου επιφανειακού συστατικού. (Β) Τα φθορίζοντα μόρια ενός μικρού τμήματος της επιφάνειας λευκαίνονται μετά από έντονο παλμό φωτός. (Γ) Η ένταση φθορισμού επανέρχεται σταδιακά με τη διάχυση λευκανθέντων μορίων εκτός της περιοχής που δέχθηκε τον παλμό φωτός, καθώς και με τη διάχυση μη λευκανθέντων μορίων μέσα στη συγκεκριμένη περιοχή. (Δ) Ο ρυθμός ανάνηψης εξαρτάται από τον συντελεστή διάχυσης.

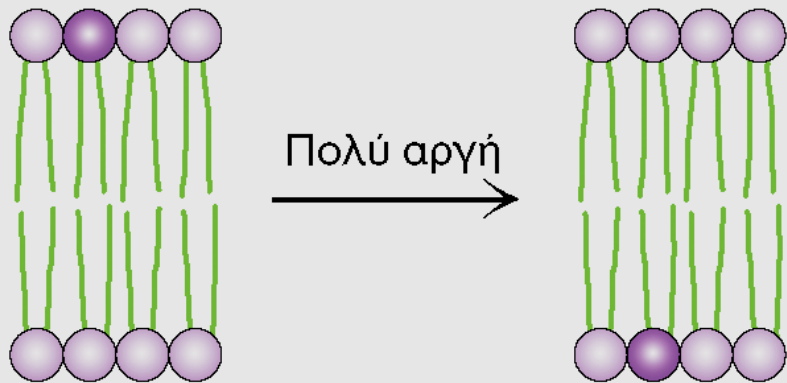


Μετά από πειράματα φθορισμού βρέθηκε ότι:

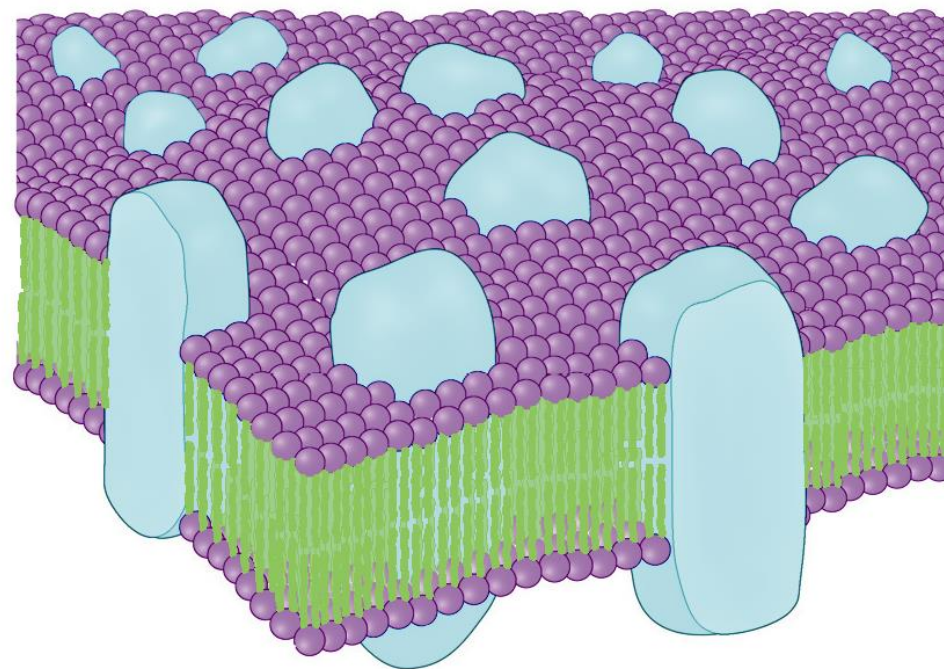
Ένα μόριο φωσφολιπίδιου κινείται με ταχύτητα $2 \mu\text{m}/\text{sec}$ και μπορεί να μετακινηθεί το μήκος ενός βακτηρίου (περίπου $2 \mu\text{m}$ - 0,002 χιλιοστά) σε 1 sec



Πλευρική διάχυση

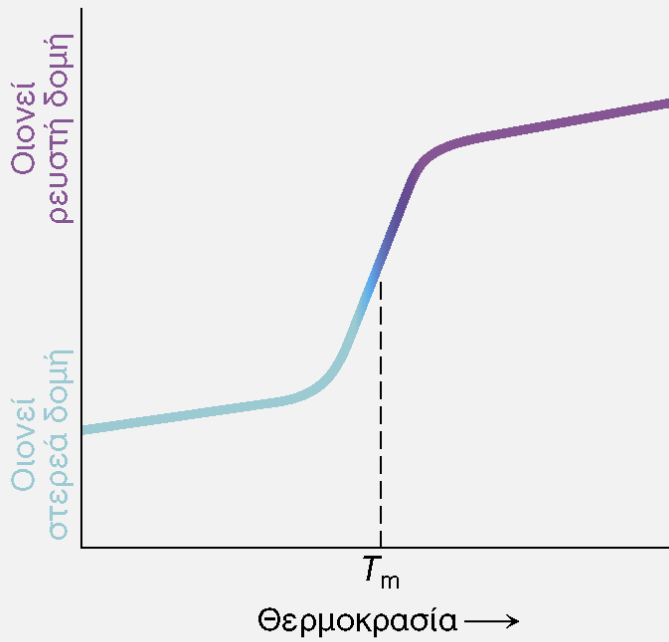


Εγκάρσια διάχυση
(flip-flop)



Μόρια **λαδιού ή λίπους**
εγκλωβισμένα ανάμεσα σε
δύο **υδρόφιλα** τείχη

ΕΙΚΟΝΑ 12.31 Κίνηση λιπιδίων στις μεμβράνες. Η πλευρική διάχυση των λιπιδίων είναι πολύ πιο γρήγορη από ό,τι η εγκάρσια διάχυση.

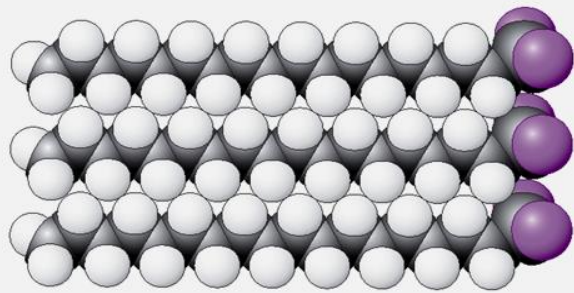


Η ρευστότητα της μεμβράνης ρυθμίζεται από τη επιμέρους σύσταση σε λιπαρά οξέα και σε χοληστερόλη

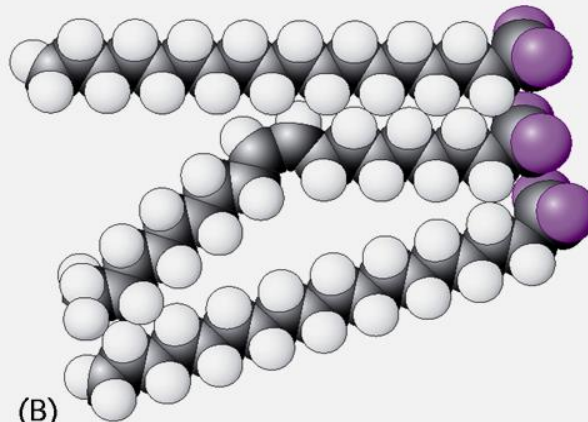
ΠΙΝΑΚΑΣ 12.3 Θερμοκρασία τήξης φωσφατιδυλοχολίνης η οποία περιέχει διαφορετικά ζεύγη ταυτόσημων αλυσίδων λιπαρών οξέων.

Αριθμός ατόμων άνθρακα	Αριθμός διπλών δεσμών	Λιπαρό οξύ		
		Κοινό όνομα	Συστηματικό όνομα	T_m ($^{\circ}\text{C}$)
22	0	Βεχενικό	n-Εικοσιδυανικό	75
18	0	Στεατικό	n-Δεκαοκτανικό	58
16	0	Παλμιτικό	n-Δεκαεξανικό	41
14	0	Μυριστικό	n-Δεκατετρανικό	24
18	1	Ελαϊκό	cis- Δ^9 -Δεκαοκτενικό	-22

ΕΙΚΟΝΑ 12.32 Η θερμοκρασία τήξης, ή μετάπτωσης φάσης (T_m) για μια μεμβράνη φωσφολιπιδίων. Ενώ αυξάνεται η θερμοκρασία, η μεμβράνη φωσφολιπιδίων μεταπίπτει από μια στοιχισμένη και καλά οργανωμένη δομή σε μια πιο τυχαία δομή.



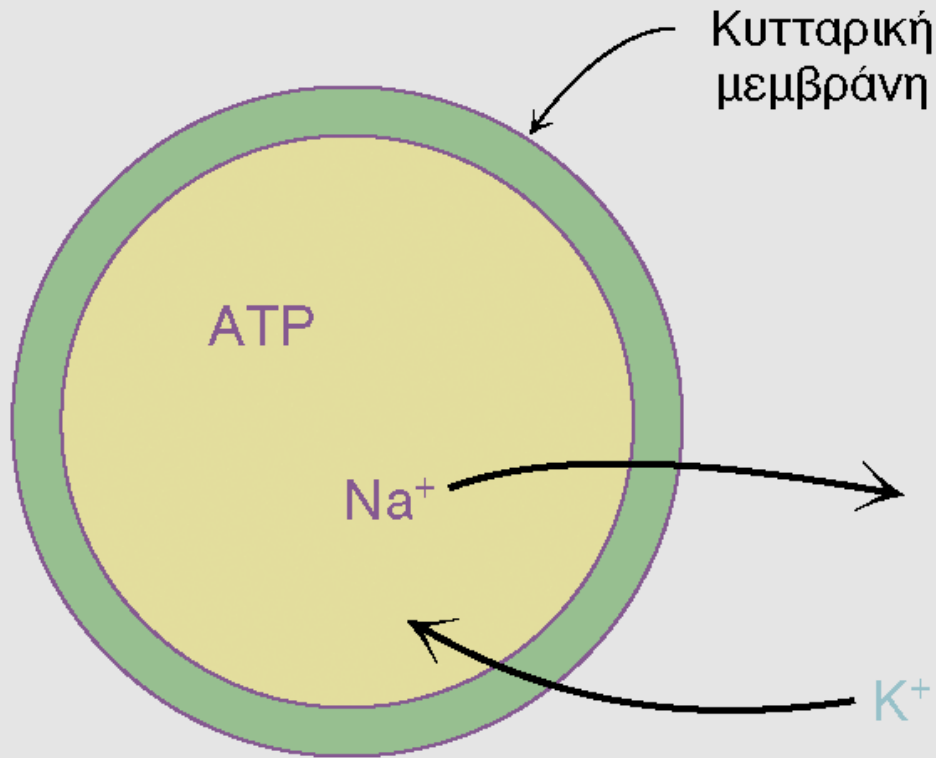
(A)



(B)

ΕΙΚΟΝΑ 12.33 Στοιχισμός αλυσίδων λιπαρών οξέων σε μια μεμβράνη. Η πολύ καλή στοιχισμός αλυσίδων λιπαρών οξέων διαταράσσεται από την παρουσία διπλών δεσμών cis. Τα χωροπληρωτικά μοντέλα δείχνουν τη στοιχισμός (A) τριών αλυσίδων στεατικού (C_{18} , κορεσμένο) και (B) ενός μορίου ελαϊκού (C_{18} , ακόρεστο) μεταξύ δύο μορίων στεατικού.

Οι κυτταρικές μεμβράνες είναι ασύμμετρες



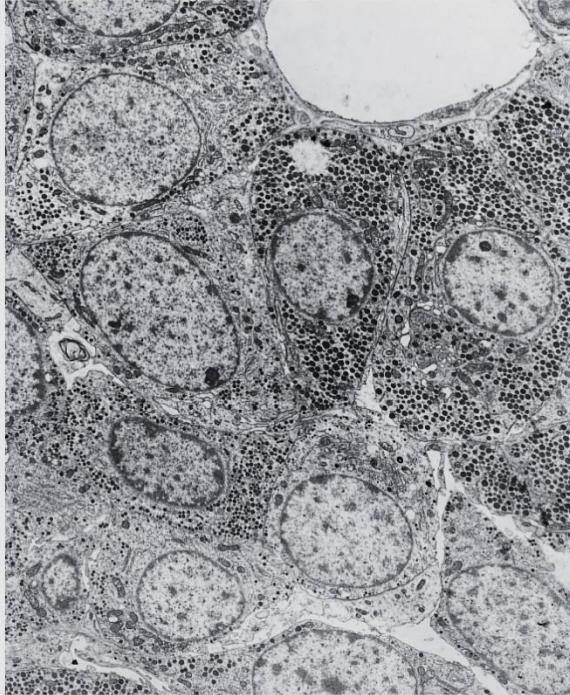
Οι αντλίες και οι μεμβρανικές πρωτεΐνες δεν γυρνάνε από μέσα προς τα έξω ή αντίστροφα και παραμένουν πάντα έτσι γιατί οι μεμβράνες φτιάχνονται πάντα από προϋπάρχουσες μεμβράνες

Η στροφανθίνη ειδικός αναστολέας της αντλίας Na^+-K^+ λειτουργεί μόνο στο εξωτερικό του κυττάρου

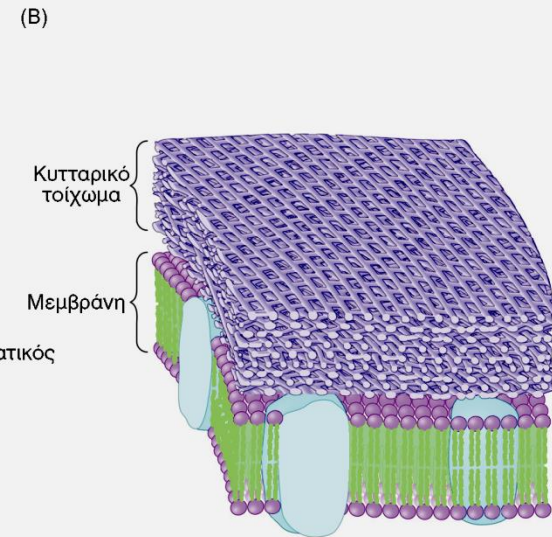
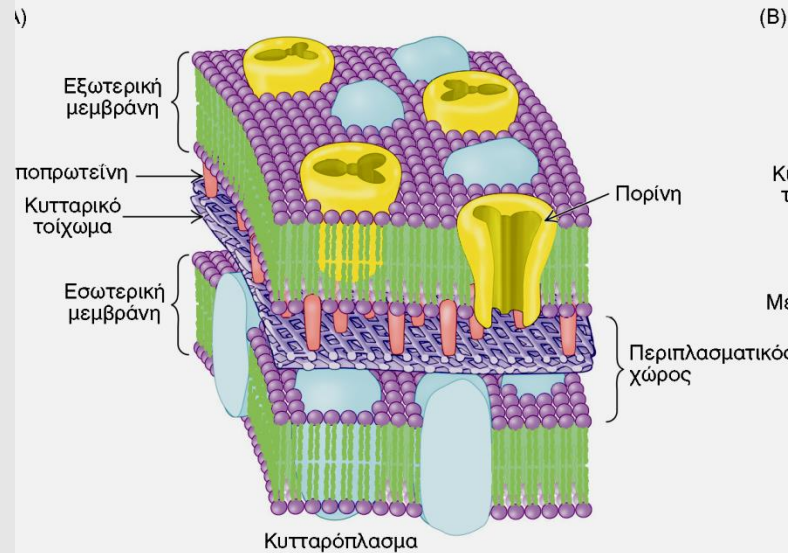
ΕΙΚΟΝΑ 12.34 Ασύμμετρία στο σύστημα μεταφοράς Na^+-K^+ σε κυτταρικές μεμβράνες. Το σύστημα μεταφοράς Na^+-K^+ αντλεί Na^+ έξω από το κύτταρο και K^+ μέσα στο κύτταρο.

Τα ευκαρυωτικά κύτταρα περιέχονται από διαμερίσματα τα οποία περιβάλλονται από μεμβράνες. Η διαμερισματοποίηση επιτρέπει την πραγματοποίηση πολλών διεργασιών

Υπεροξειδοσώματα, μιτοχόνδρια, πυρήνας



Τα προκαρυωτικά κύτταρα έχουν και κυτταρικό τοίχωμα



ΕΙΚΟΝΑ 12.35 Κυτταρικές μεμβράνες προκαρυωτικών οργανισμών. Σχηματική όψη της μεμβράνης σε βακτηριακά κύτταρα τα οποία περιβάλλονται από (Α) δύο μεμβράνες ή (Β) μια μεμβράνη.

ΕΙΚΟΝΑ 12.36 Εσωτερικές μεμβράνες ευκαρυωτικών οργανισμών. Ηλεκτρονιομικρογραφία μιας λεπτής τομής ενός κυττάρου από τον πρόσθιο λοβό της υπόφυσης (αδενούπόφυση) επίμυος. Το κύτταρο αυτό εκκρίνει ορμόνες. Εδώ φαίνονται πολλές εσωτερικές δομές που περιβάλλονται από μεμβράνες. [Biophoto Associates/Photo Researchers.]

Όλες οι πρωτεΐνες που επιτελούν συγκεκριμένες λειτουργίες σε συγκεκριμένες μεμβράνες μεταφέρονται στα οργανίδια με αλληλουχίες σηματοδότησης
Ετικέτες διεύθυνσης (σηματοδοτική αλληλουχία)

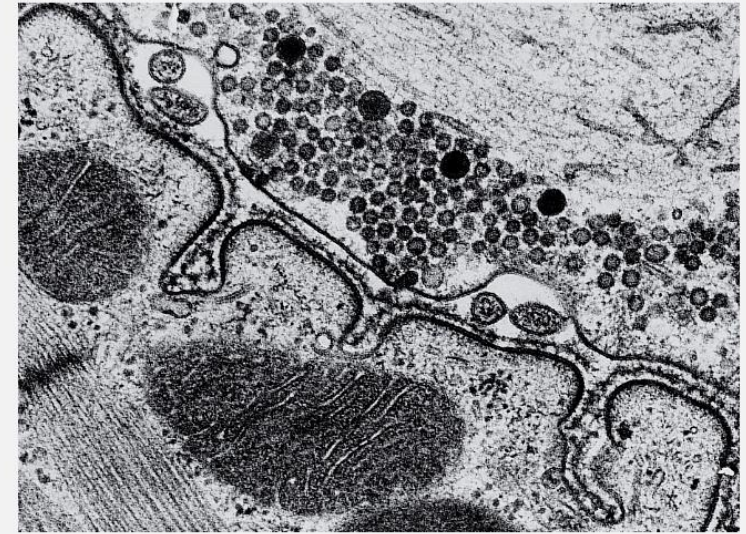
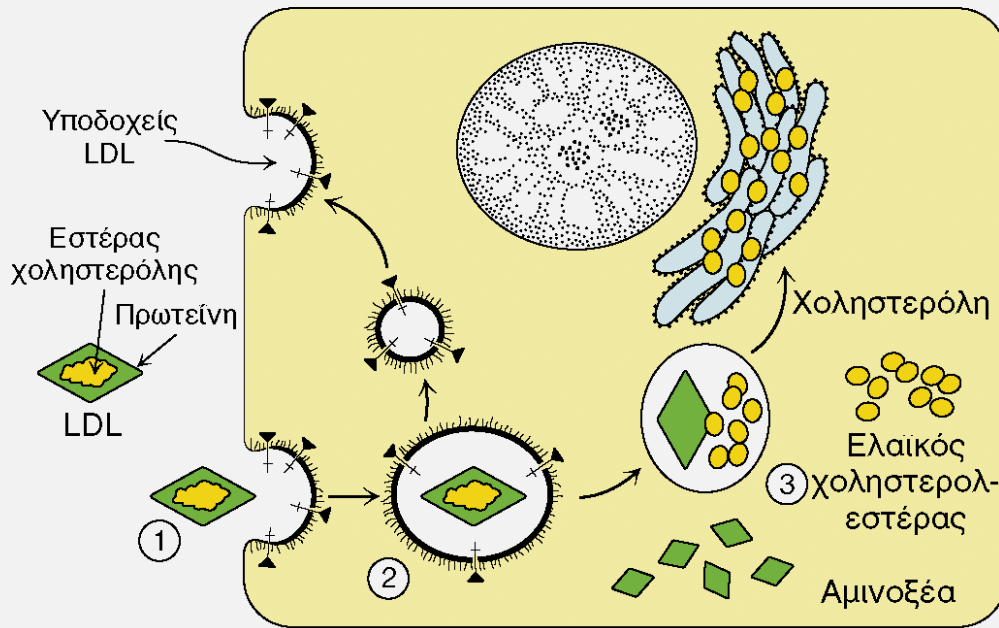
ΠΙΝΑΚΑΣ 12.4 Αλληλουχίες στόχευσης.

Στόχος	Σηματοδοτική αλληλουχία
Πυρήνας	-KKXK ή $-(K/R)_2-X_{10-12}-(K/R)^*$
Υπεροξειδόσωμα	-SKL-COO ⁻
Μιτοχόνδριο	Αμινο-τελική αμφιπαθής έλικα
Ενδοπλασματικό δίκτυο	-KDEL-COO ⁻ (κατακράτησης στο ΕΔ)

* Το / δηλώνει ότι απαιτείται είτε K είτε R.

Αλληλουχία -SKL-COOH αλλάζει την θέση ενσωμάτωσης μιας πρωτεΐνης που φυσιολογικά βρίσκεται στο κυτταρόπλασμα, απομάκρυνση της παρεμποδίζει την ενσωμάτωση της πρωτεΐνης στα υπεροξειδοσώματα

Μεμβρανική εκβλάστηση και σύντηξη



ΕΙΚΟΝΑ 12.41 Απελευθέρωση νευροδιαβιβαστή. Συναπτικά κυστίδια που περιέχουν μόρια νευροδιαβιβαστή βρίσκονται κοντά στην κυτταρική μεμβράνη ενός νευρώνα. Τα συναπτικά κυστίδια συντήκονται με την κυτταρική μεμβράνη απελευθερώνοντας τον νευροδιαβιβαστή μέσα στη συναπτική σχισμή. [T. Reese/Don Fawcett/Photo Researchers.]

Πρόσδεση LDL → Ενδοκυττάρωση → Υδρόλυση στα λυσοσώματα

ΕΙΚΟΝΑ 12.40 Ενδοκυττάρωση μέσω υποδοχέα. Η διεργασία της ενδοκυττάρωσης μέσω υποδοχέα φαίνεται για ένα σύμπλοκο μεταφοράς χοληστερόλης, τη λιποπρωτεΐνη χαμηλής πυκνότητας (LDL): (1) Η LDL προσδένεται σε ειδικούς υποδοχείς, τους υποδοχείς LDL, (2) τα σύμπλοκα επάνω στη μεμβράνη εγκοιλώνονται σχηματίζοντας τελικά ένα ενδοκυτταρικό κυστίδιο, (3) και αφού διαχωριστεί η LDL από τον υποδοχέα της, το κυστίδιο που περιέχει LDL συντήκεται με ένα λυσόσωμα, πράγμα που οδηγεί στην αποικοδόμηση της LDL και την απελευθέρωση της χοληστερόλης.

Για να αρχίσει η διαδικασία της εγκόλπωσης πρέπει να προηγηθεί πρόσδεση σε συγκεκριμένο υποδοχέα
Η λιποπρωτεΐνη LDL στον υποδοχέα LDL

Σε περίπτωση που χρειάζεται μεγάλη ποσότητα μορίων να διαπεράσουν στην άλλη μεριά της μεμβράνης έχουμε την διεργασία της σύντηξης