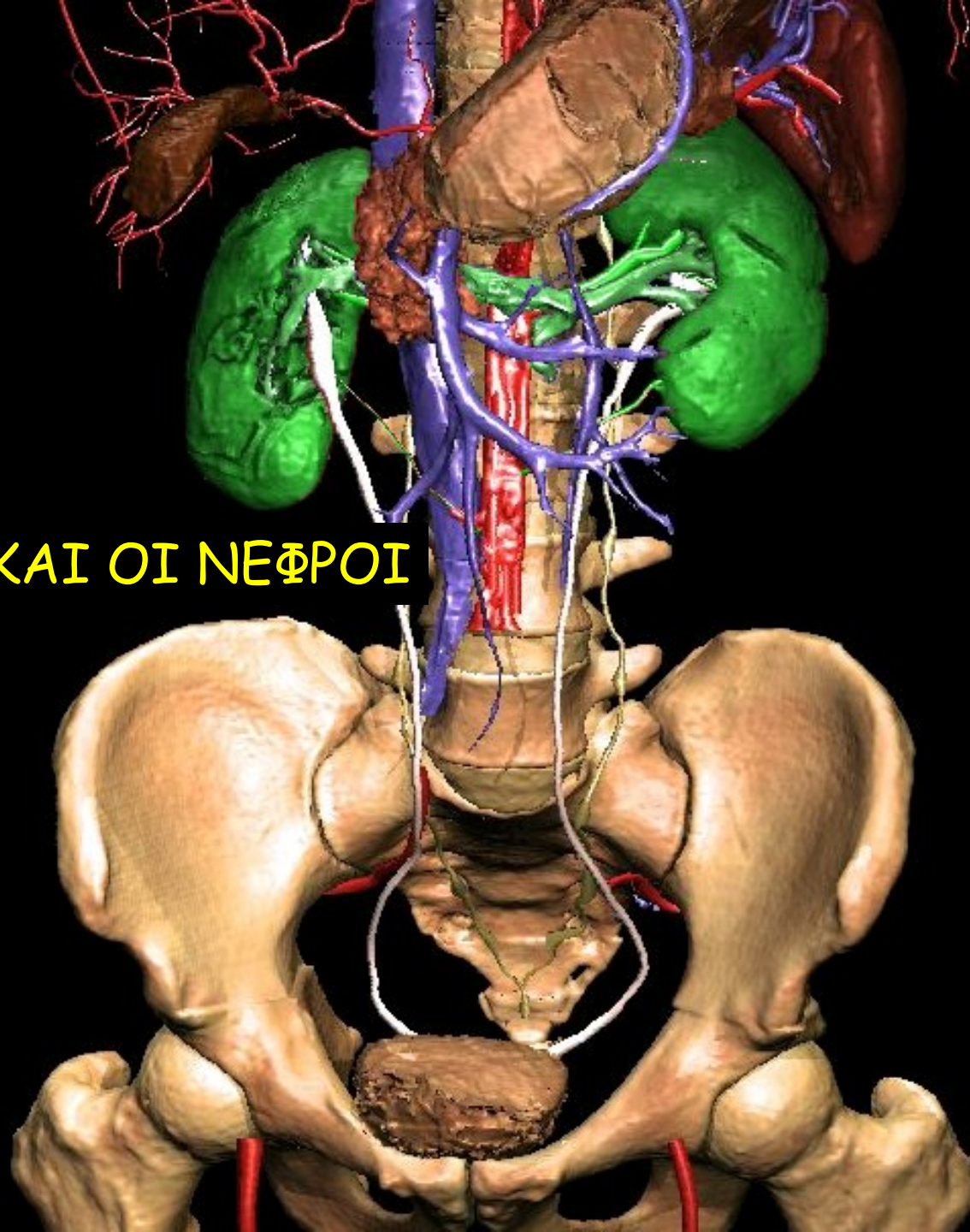


# ΩΣΜΩΣΗ ΚΑΙ ΟΙ ΝΕΦΡΟΙ



Μεταφορά τροφών και αποβολή μη χρήσιμων ουσιών:

- ✓ **Διάχυση** (π.χ. το  $CO_2$  που παράγεται κατά τον μεταβολισμό των κυττάρων, διαχέεται από τα κύτταρα στα τριχοειδή αγγεία)

*Πρόκειται για ΜΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΟΜΕΝΗ ΚΙΝΗΣΗ. Η διάχυση καθίσταται σημαντική διαδικασία μέσα στο σώμα όταν πρόκειται για πολύ μικρές αποστάσεις (έως ~ 100 μm)*

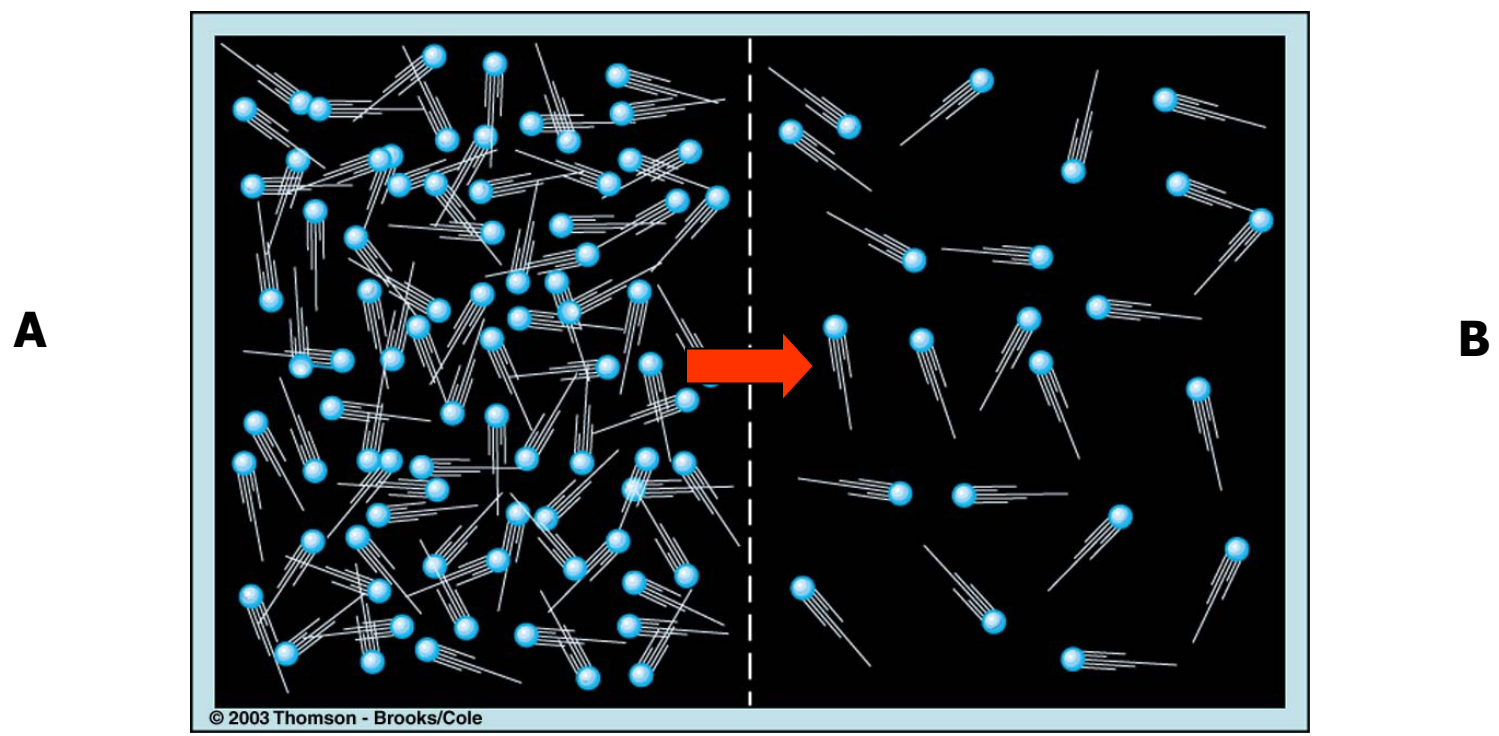
- ✓ **Εξαναγκασμένη από τον διαλύτη μετακίνηση** (π.χ. αφού διαλυθεί στο αίμα το  $CO_2$  μεταφέρεται στην αιματική ροή με εξαναγκασμένη από τον διαλύτη μετακίνηση).
- ✓ *Πρόκειται για ΚΑΤΕΥΘΥΝΟΜΕΝΗ ΡΟΗ μέσω κυρίως του συστήματος των αγγείων η οποία προτιμάται έναντι της διάχυσης για μακρινές αποστάσεις, καθότι "ταχύτερη"*

Περιγραφή διαδικασιών:

- ✓ Αίμα
- ✓ Λεμφικό σύστημα
- ✓ Νεφροί



Διάχυση



Παράδειγμα Διάχυσης:

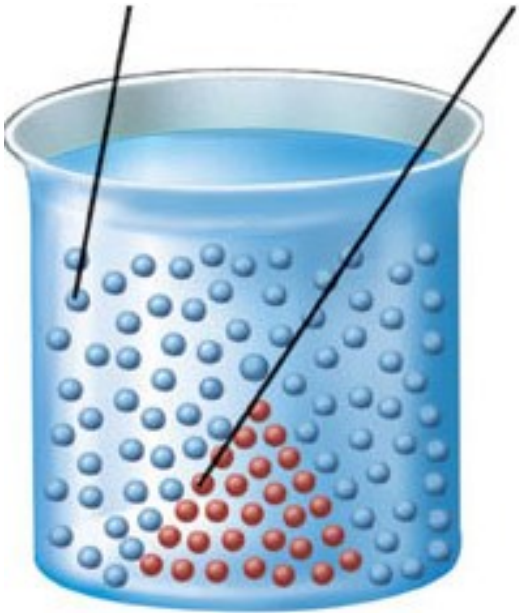
Κάθε μόριο από την περιοχή A ή B μπορεί να μετακινηθεί με την ίδια πιθανότητα είτε προς τα δεξιά είτε προς τα αριστερά. Στην περιοχή A υπάρχουν περισσότερα μόρια που μπορούν να μετακινηθούν προς τα δεξιά από αυτά που υπάρχουν στην περιοχή B και μπορούν να μετακινηθούν προς τα αριστερά (*βαθμίδα συγκέντρωσης*)



Διάχυση

διαλύτης (ύδωρ)

διαλελυμένη ουσία

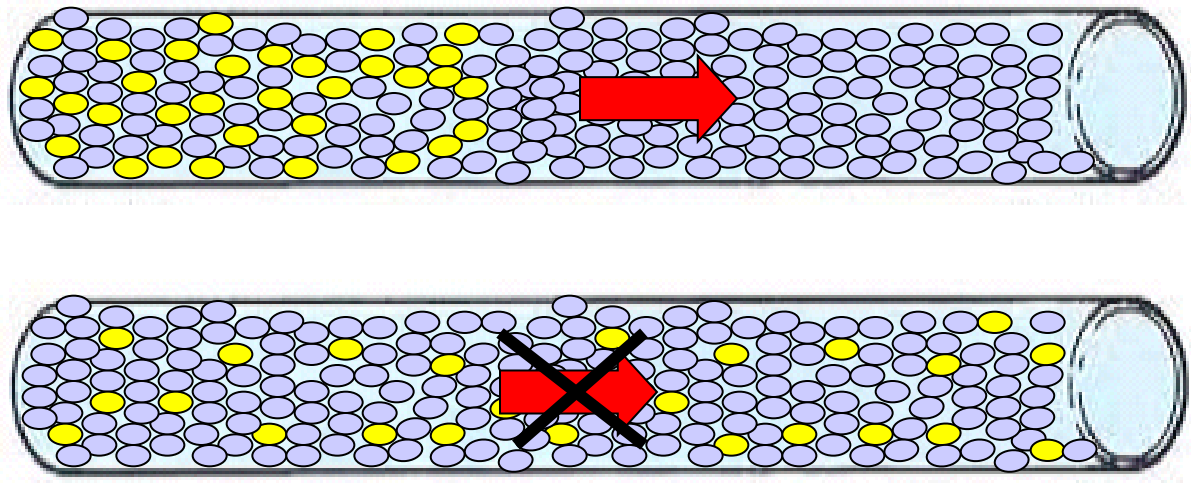


διάχυση μορίων ύδατος και διαλελυμένης ουσίας

Ίση κατανομή μορίων ύδατος και διαλελυμένης ουσίας



Διάχυση



ΝΕΡΟ  
ΓΛΥΚΟΖΗ

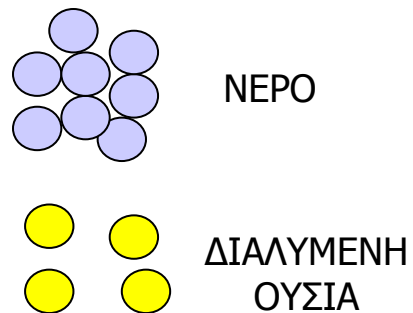
Ακόμα και το νερό αν δεν ρέει, η γλυκόζη θα έχει ομοιογενή συγκέντρωση στο νερό μέσα σε ελάχιστο χρόνο

**Αιτία:** ακόμη και όταν το μίγμα δεν ρέει, τα μόρια γλυκόζης και νερού κινούνται άτακτα με μέση ταχύτητα η οποία αυξάνεται με την θερμοκρασία.

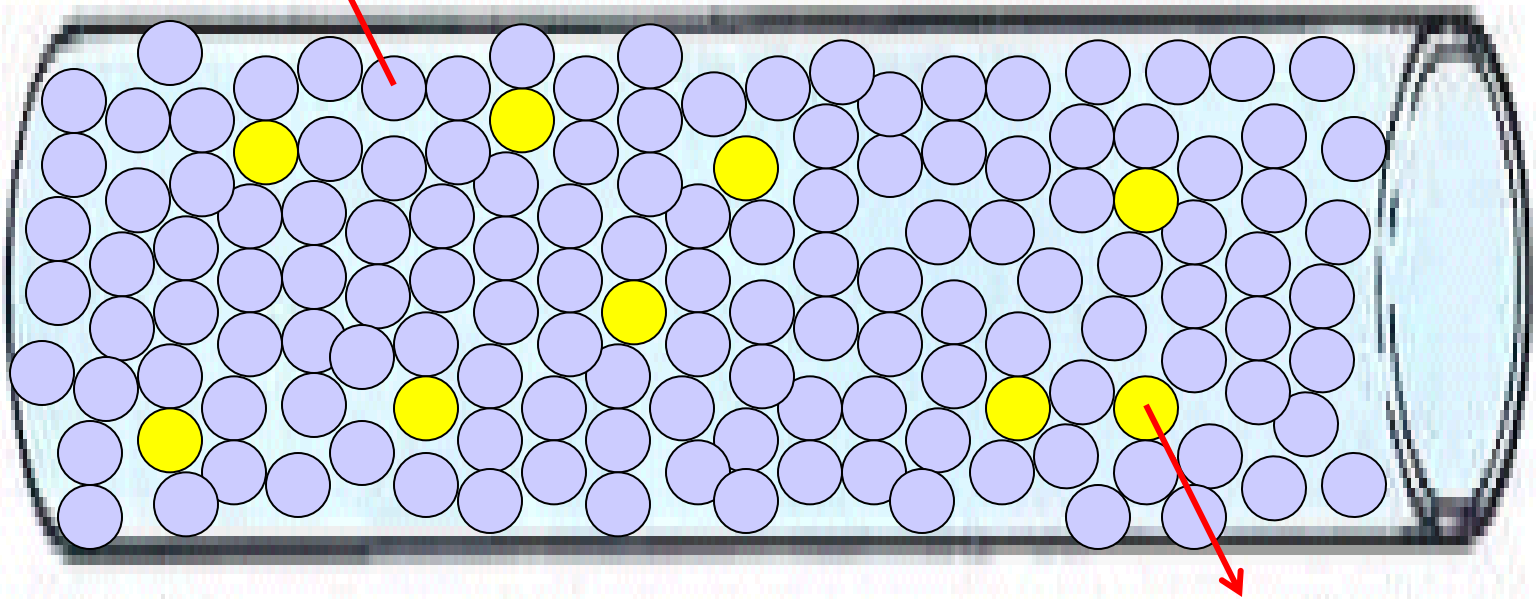
Όταν το νερό ρέει, η μετακίνηση όλων των μορίων του προς μια κατεύθυνση υπερिशύει της τυχαίας κίνησης που πραγματοποιείται προς όλες τις κατευθύνσεις.



Ροή Όγκου έναντι Διάχυσης



ροή όγκου

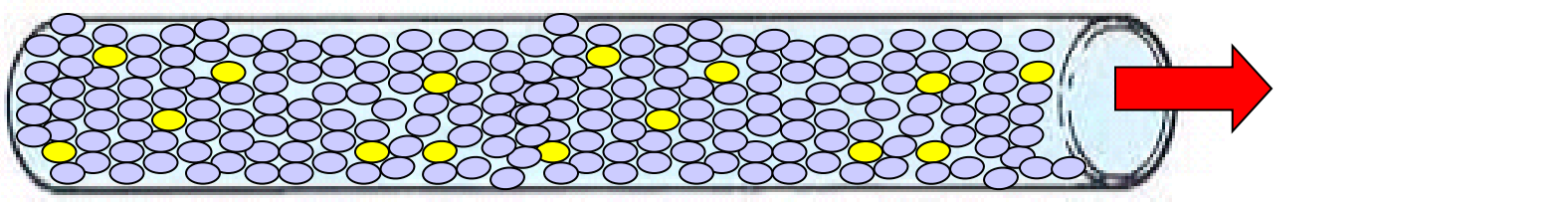


εξαναγκασμένη από τον διαλύτη μετακίνηση

Συλλογή μορίων νερού και διαλυμένης ουσίας (σιέλ και κίτρινοι κύκλοι). Τα **μόρια του νερού** περιβάλλονται από άλλα μόρια νερού και μετακινούνται συλλογικά (**Ροή Όγκου**). Σε ένα σωλήνα, όπως είναι τα αιμοφόρα αγγεία, η ροή όγκου προκαλείται από την  $\Delta P$  που παρουσιάζεται μεταξύ των άκρων του σωλήνα.



Εξαναγκασμένη από τον διαλύτη μετακίνηση



Ρυθμός Ροής νερού:  $i \text{ m}^3/\text{s}$   
Γλυκόζη (συγκέντρωση διαλύματος):  $C \text{ σωματίδια}/\text{m}^3$   
Ροή διαλυμένης ουσίας:  $Ci \text{ σωματίδια}/\text{s}$

Τα διαλυμένα σωματίδια εξαναγκάζονται να κινηθούν από τον διαλύτη

Αυτή είναι η διαδικασία με την οποία:

- τα ερυθρά κύτταρα του αίματος,
- τα λευκά κύτταρα του αίματος,
- οι χημικές ουσίες (όπως γλυκόζη και  $\text{CO}_2$ )

μεταφέρονται μέσω των αγγείων του αίματος



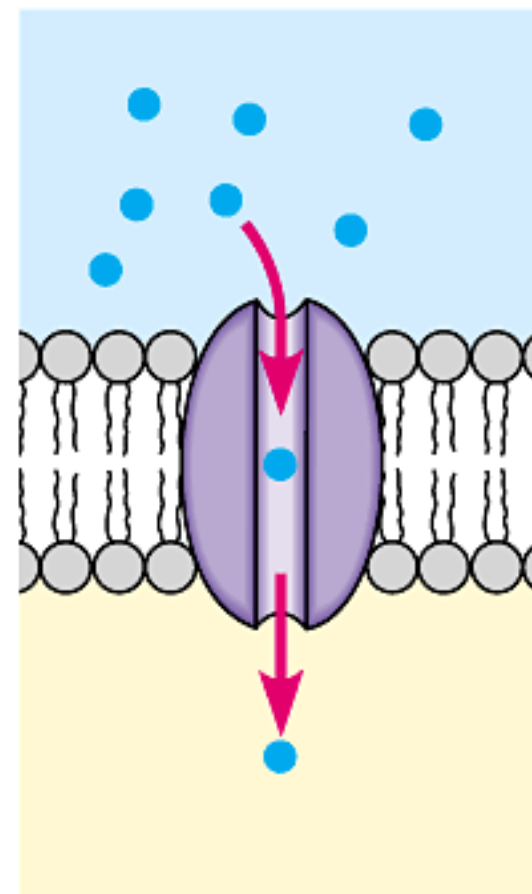
## Διάχυση και εξαναγκασμένη από τον διαλύτη μετακίνηση

Οι περισσότερες από τις δομές βιολογικής σημασίας περιβάλλονται από **μεμβράνες**:

- ✓ Το κάθε κύτταρο περιβάλλεται από μεμβράνη
- ✓ Σχεδόν όλες οι υποδομές μέσα στο κύτταρο καλύπτονται από μεμβράνες
- ✓ Το τοίχωμα των τριχοειδών αγγείων είναι μια μεμβράνη (οι πόροι αποτελούνται από περιοχές μεταξύ των ενδοθηλιακών κυττάρων του εσωτερικού της μεμβράνης)

### μεμβράνες

- διαπερατές,
- ημιδιαπερατές,
- αδιαπέρατες



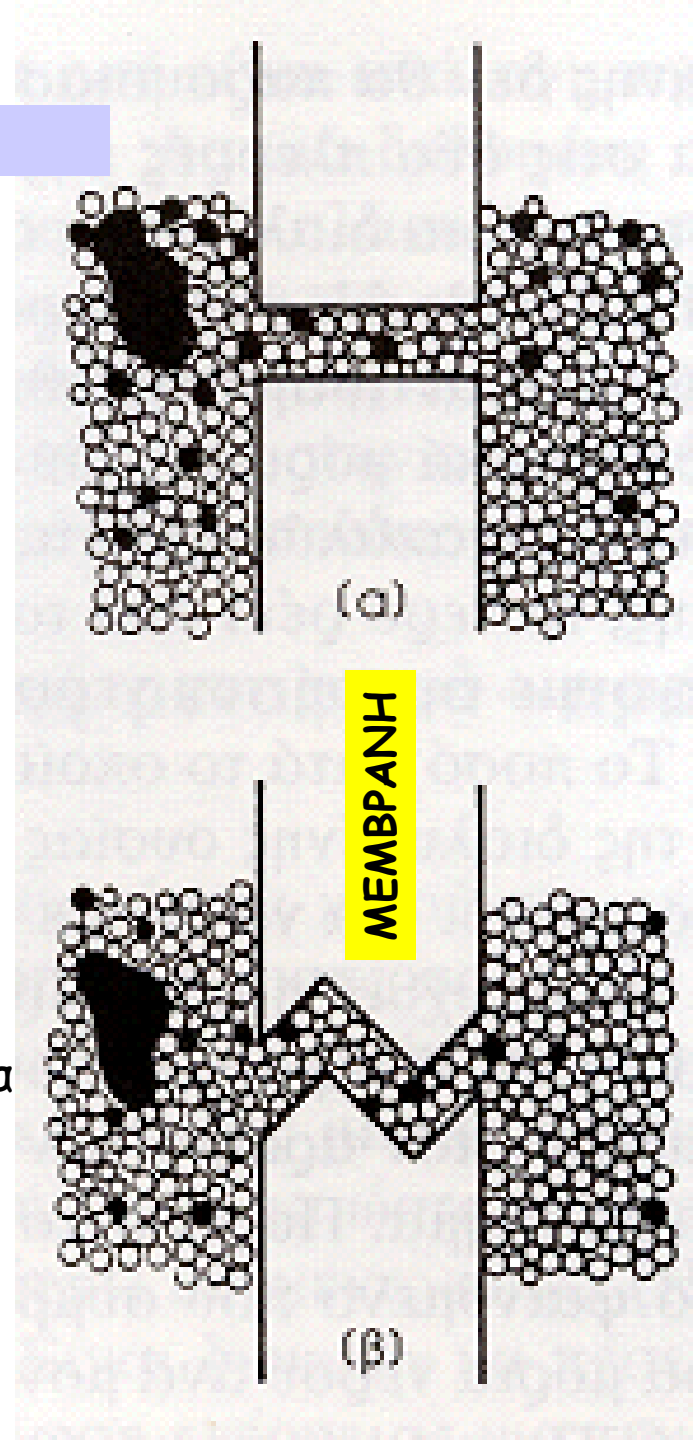


Διάχυση και εξαναγκασμένη από τον διαλύτη μετακίνηση

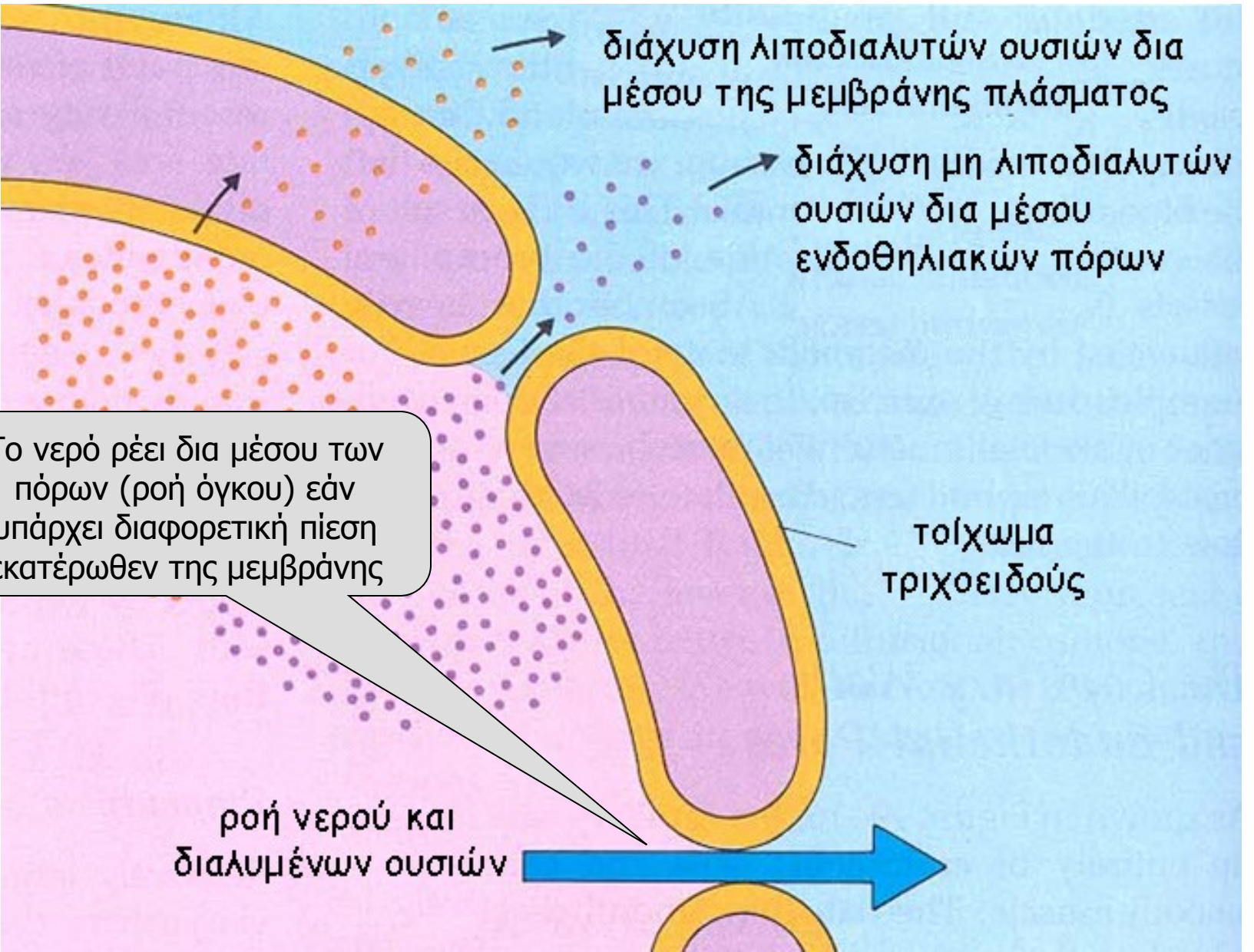
Μεμβράνη η οποία  
διατρυπάται από πόρους:

A. Ευθεία πορεία του πόρου

B. Πόρος που ακολουθεί πολύπλοκη πορεία



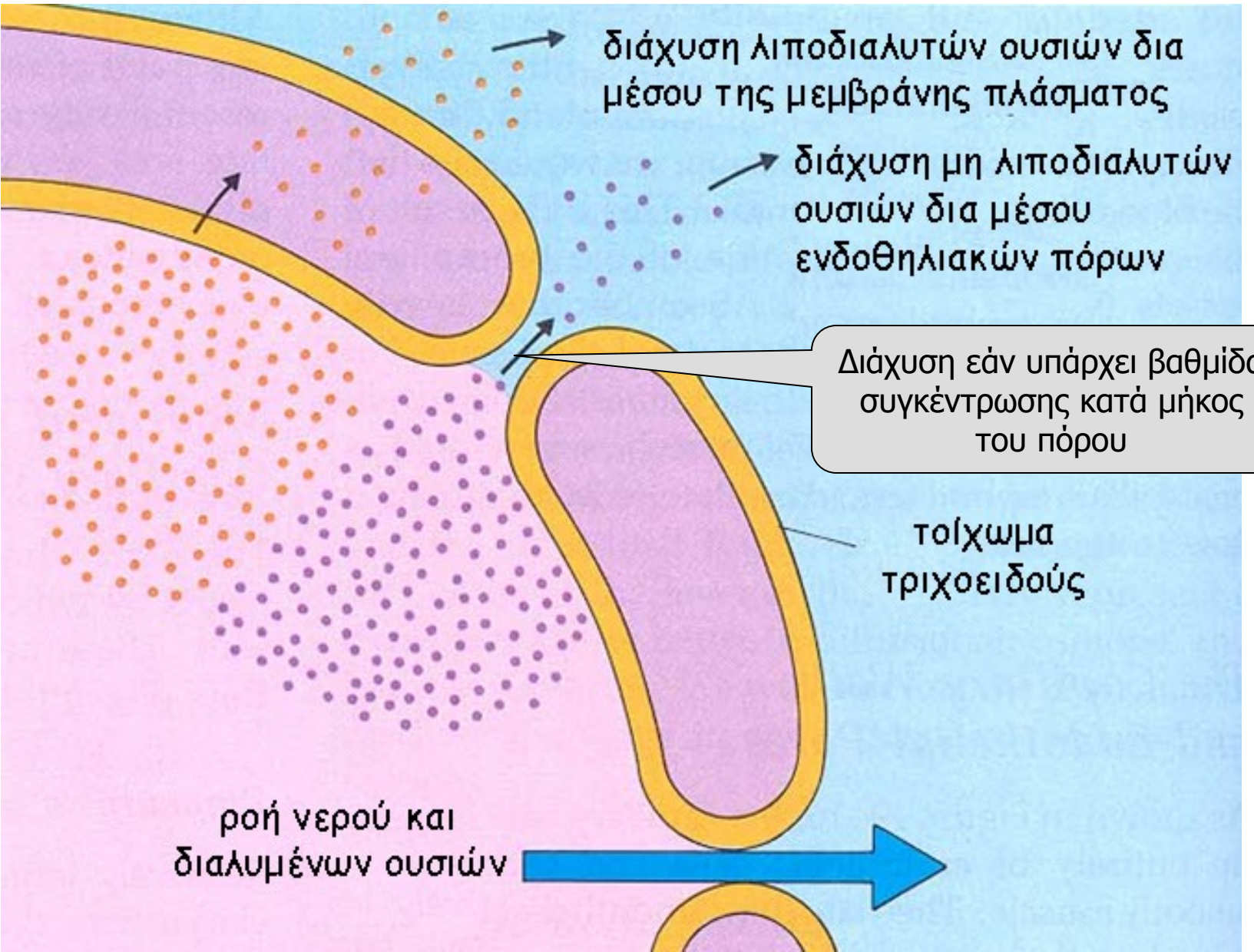
Μεταφορά δια μέσου του τοιχώματος του τριχοειδούς



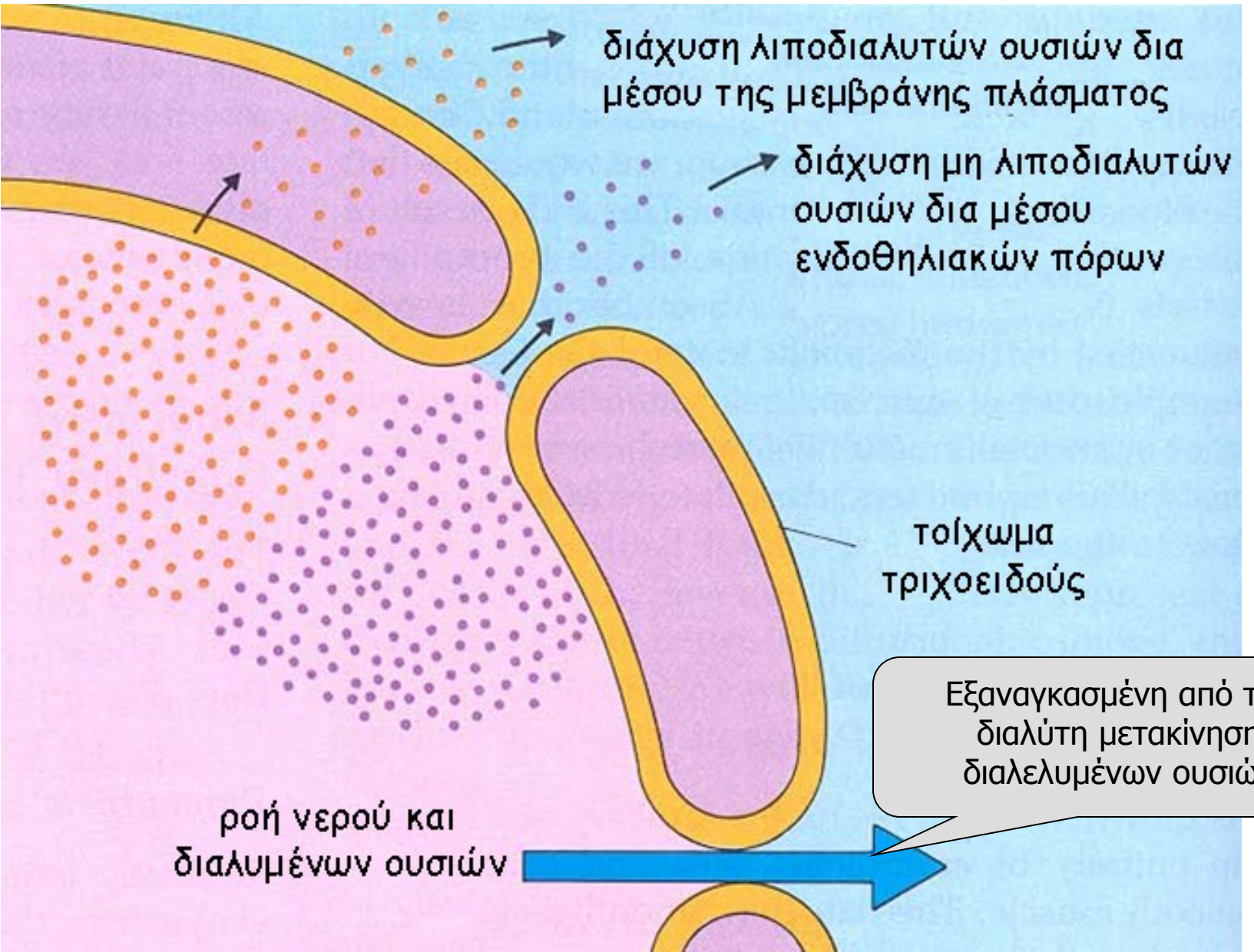
Το νερό ρέει δια μέσου των πόρων (ροή όγκου) εάν υπάρχει διαφορετική πίεση εκατέρωθεν της μεμβράνης



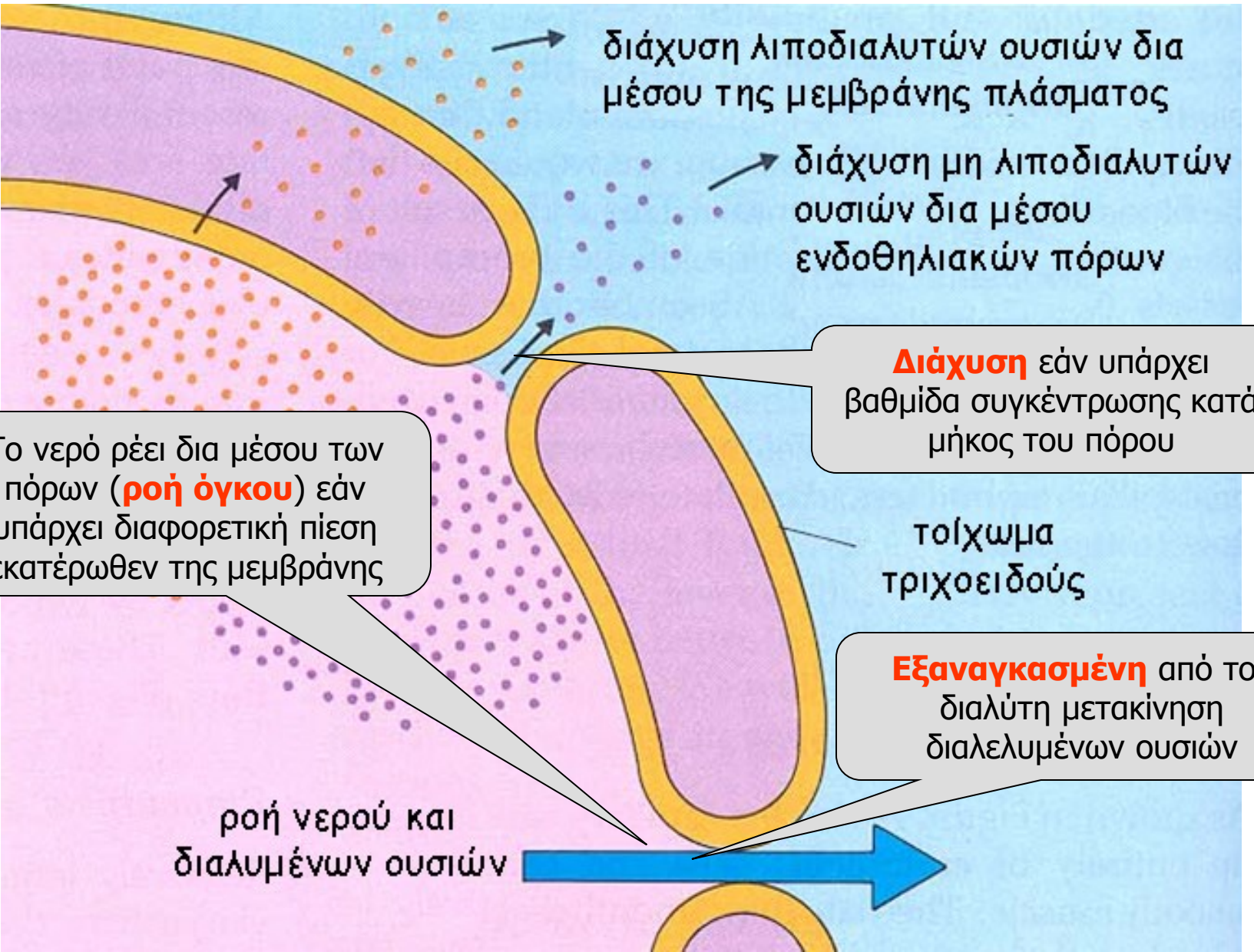
Μεταφορά δια μέσου του τοιχώματος του τριχοειδούς



Μεταφορά δια μέσου του τοιχώματος του τριχοειδούς



Μεταφορά δια μέσου του τοιχώματος του τριχοειδούς



διάχυση λιποδιαλυτών ουσιών δια μέσου της μεμβράνης πλάσματος

διάχυση μη λιποδιαλυτών ουσιών δια μέσου ενδοθηλιακών πόρων

**Διάχυση** εάν υπάρχει βαθμίδα συγκέντρωσης κατά μήκος του πόρου

Το νερό ρέει δια μέσου των πόρων (**ροή όγκου**) εάν υπάρχει διαφορετική πίεση εκατέρωθεν της μεμβράνης

τοιχώμα τριχοειδούς

**Εξαναγκασμένη** από τον διαλύτη μετακίνηση διαλελυμένων ουσιών

ροή νερού και διαλυμένων ουσιών

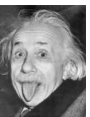


# Ώσμωση

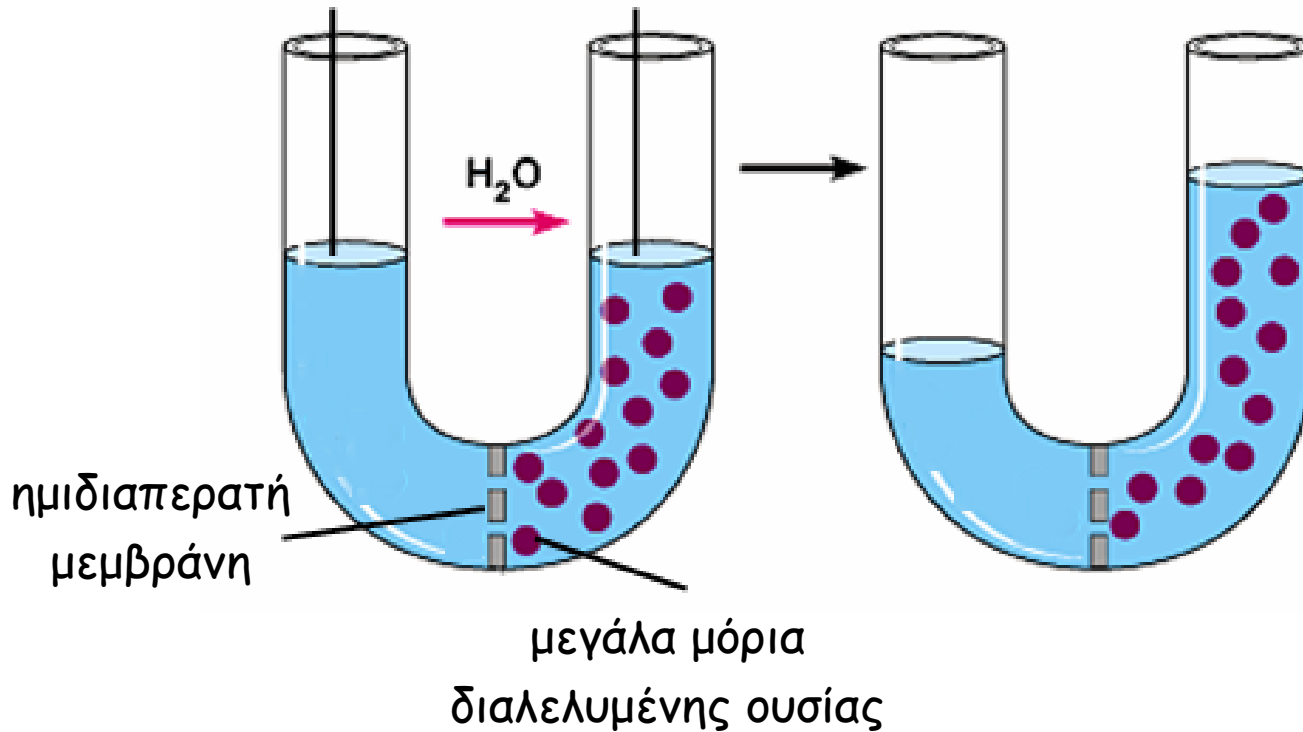
Η διάχυση των μορίων του **διαλύτη** από ένα διάλυμα χαμηλής συγκέντρωσης διαλελυμένης ουσίας, δια μέσου μίας ημιδιαπερατής μεμβράνης, σε ένα διάλυμα υψηλής συγκέντρωσης.

## Ημιδιαπερατές μεμβράνες

- Επιτρέπουν την διέλευση μικρών μόνο μορίων
- Τα τοιχώματα των κυττάρων είναι ημιδιαπερατές μεμβράνες



Αν προστεθεί ουσία στο ύδωρ στην δεξιά πλευρά, η πίεση αυξάνεται

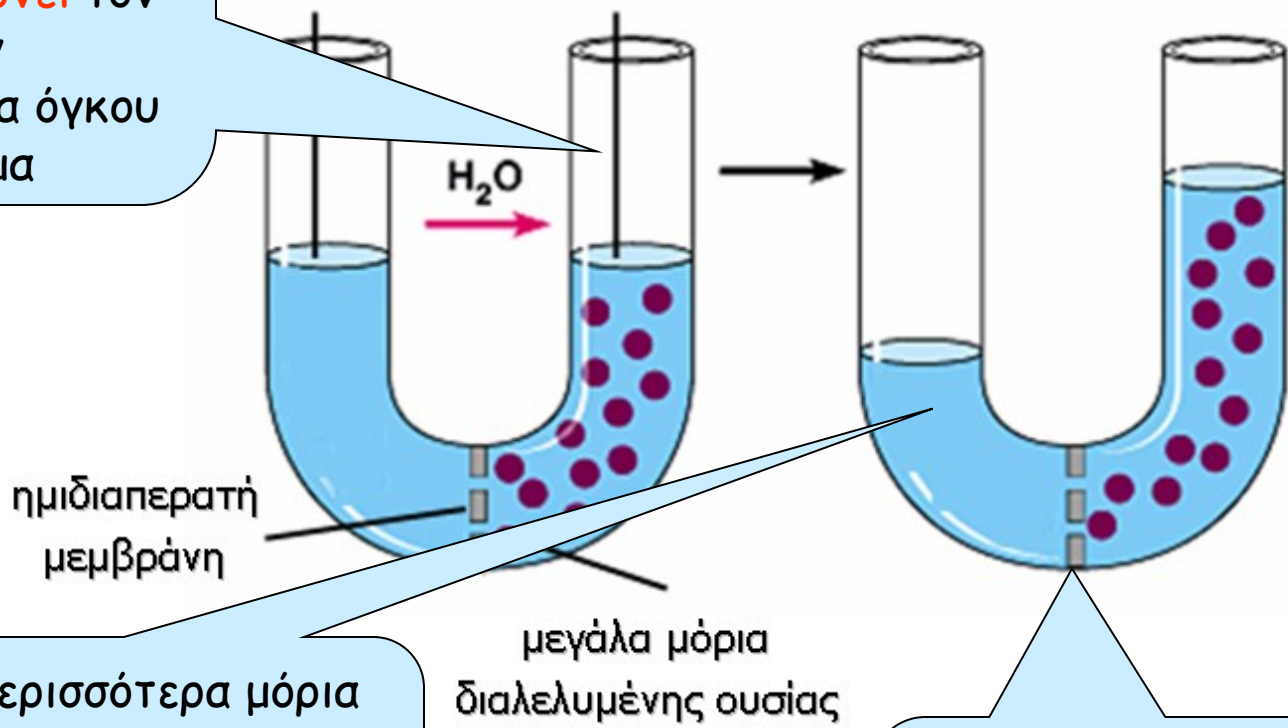


1. Το ύδωρ διέρχεται ελεύθερα, δεν υπάρχει ροή καθ'όσον η πίεση είναι η ίδια και στις δύο πλευρές της μεμβράνης
2. Εισάγονται στο δεξιό τμήμα μεγάλα μόρια διαλελυμένης ουσίας
3. Ο όγκος στο δεξιό τμήμα αυξάνεται επειδή μερικά μόρια ύδατος μετακινούνται ώστε η πίεση να παραμένει σταθερή
4. Εξαλείφεται η ροή ύδατος εάν αυξηθεί η πίεση στο δεξιό τμήμα
  - Το ποσόν κατά το οποίο πρέπει να αυξηθεί η πίεση ονομάζεται ωσμωτική πίεση της διαλελυμένης ουσίας



Γιατί αυξάνεται η πίεση στην δεξιά πλευρά;

Η εισαγωγή μορίων που δεν μπορούν να διαπεράσουν την μεμβράνη **μειώνει** τον αριθμό μορίων ύδατος/μονάδα όγκου στο δεξιό τμήμα



Υπάρχουν περισσότερα μόρια ύδατος/μονάδα όγκου στην αριστερή πλευρά από ότι στην δεξιά πλευρά

Αυτό το γεγονός δημιουργεί ροή μορίων ύδατος από την αριστερή προς την δεξιά πλευρά έως ότου εξισωθούν οι πιέσεις





## Παθητική μεταφορά δια μέσου της μεμβράνης: Ώσμωση

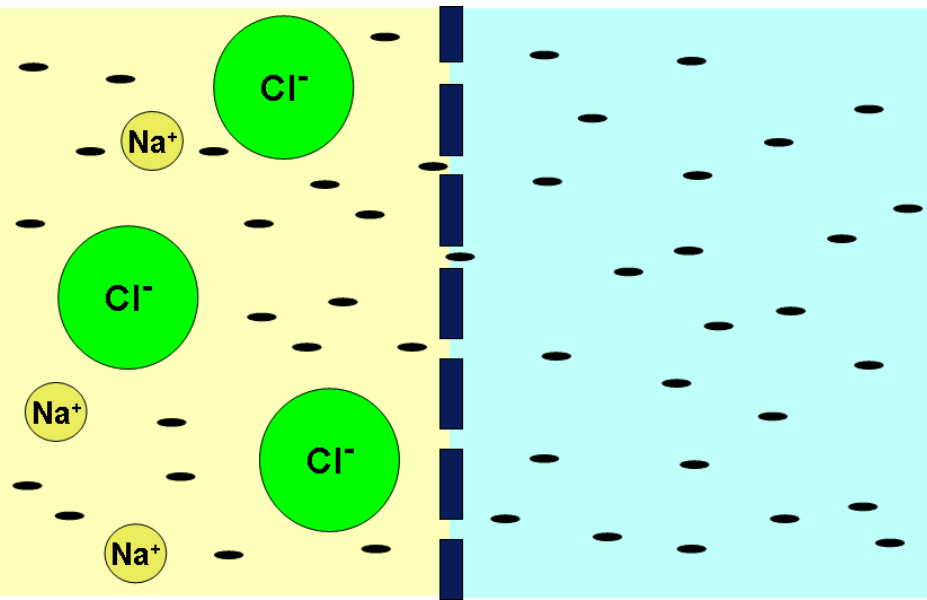
Διαφορετικές συγκεντρώσεις της διαλελυμένης ουσίας σημαίνει ότι οι συγκεντρώσεις των μορίων του νερού είναι διαφορετικές.

Χαμηλή συγκέντρωση διαλελυμένης ουσίας → Υψηλή συγκέντρωση νερού  
Υψηλή συγκέντρωση διαλελυμένης ουσίας → Χαμηλή συγκέντρωση νερού

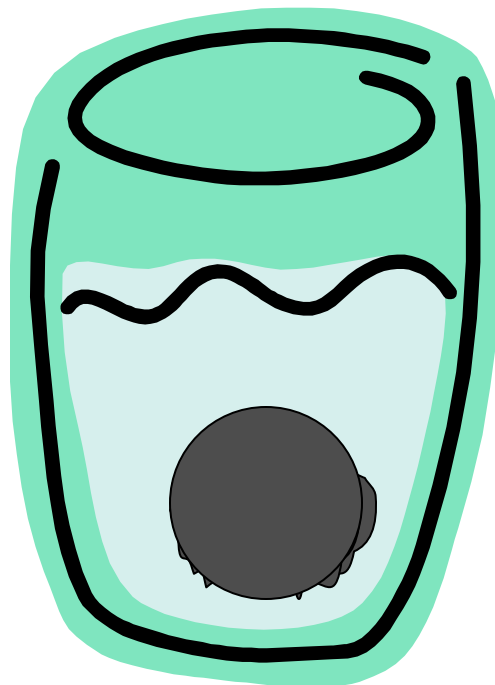
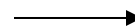
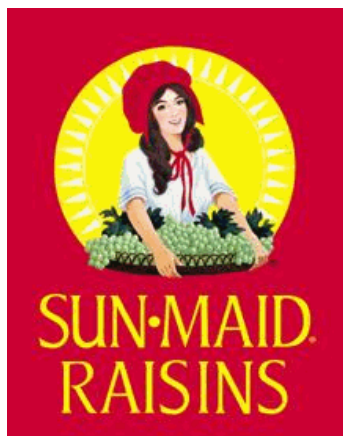
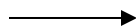
Εάν από την μία πλευρά της μεμβράνης υπάρχει υψηλότερη συγκέντρωση νερού, τότε στατιστικά περισσότερα μόρια νερού θα έρχονται σε επαφή με αυτήν την πλευρά της μεμβράνης από ότι με την άλλη σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.

Περισσότερες επαφές σημαίνει μεγαλύτερη πιθανότητα για διάχυση και περισσότερα μόρια τα οποία διαπερνούν την μεμβράνη.

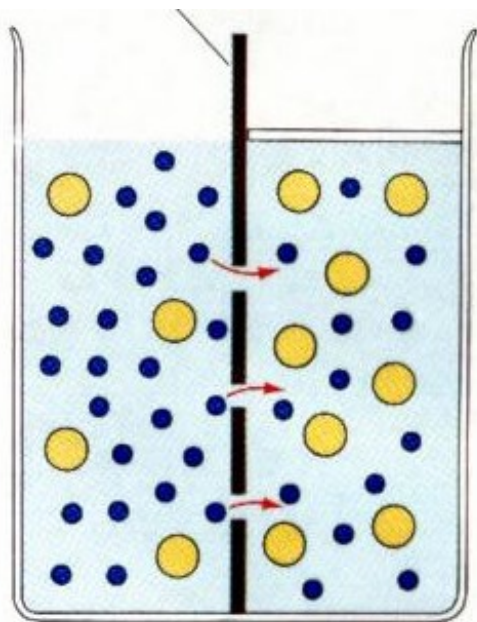
Αυτό το γεγονός οδηγεί στην σαφή διάχυση νερού από την πλευρά της υψηλότερης συγκέντρωσης νερού προς την πλευρά με την μικρότερη συγκέντρωση νερού.



# Παθητική μεταφορά δια μέσου της μεμβράνης: Ώσμωση



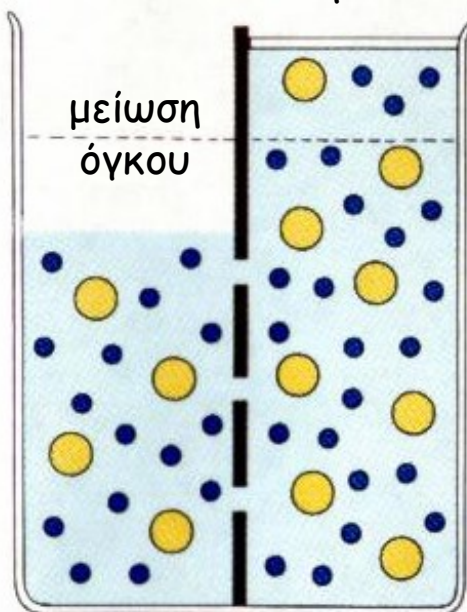
ημιδιαπερατή  
μεμβράνη



A B

βήμα 1

αύξηση  
όγκου

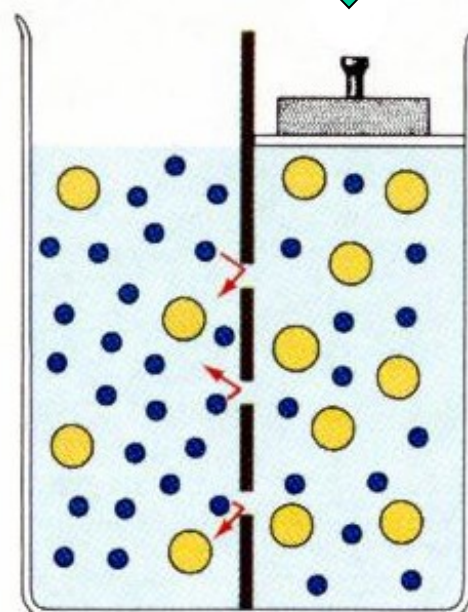
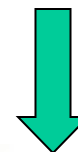


μείωση  
όγκου

A B

βήμα 2α

πίεση  
(ωσμωτική πίεση της  
διαλελυμένης ουσίας)



A B

βήμα 2β

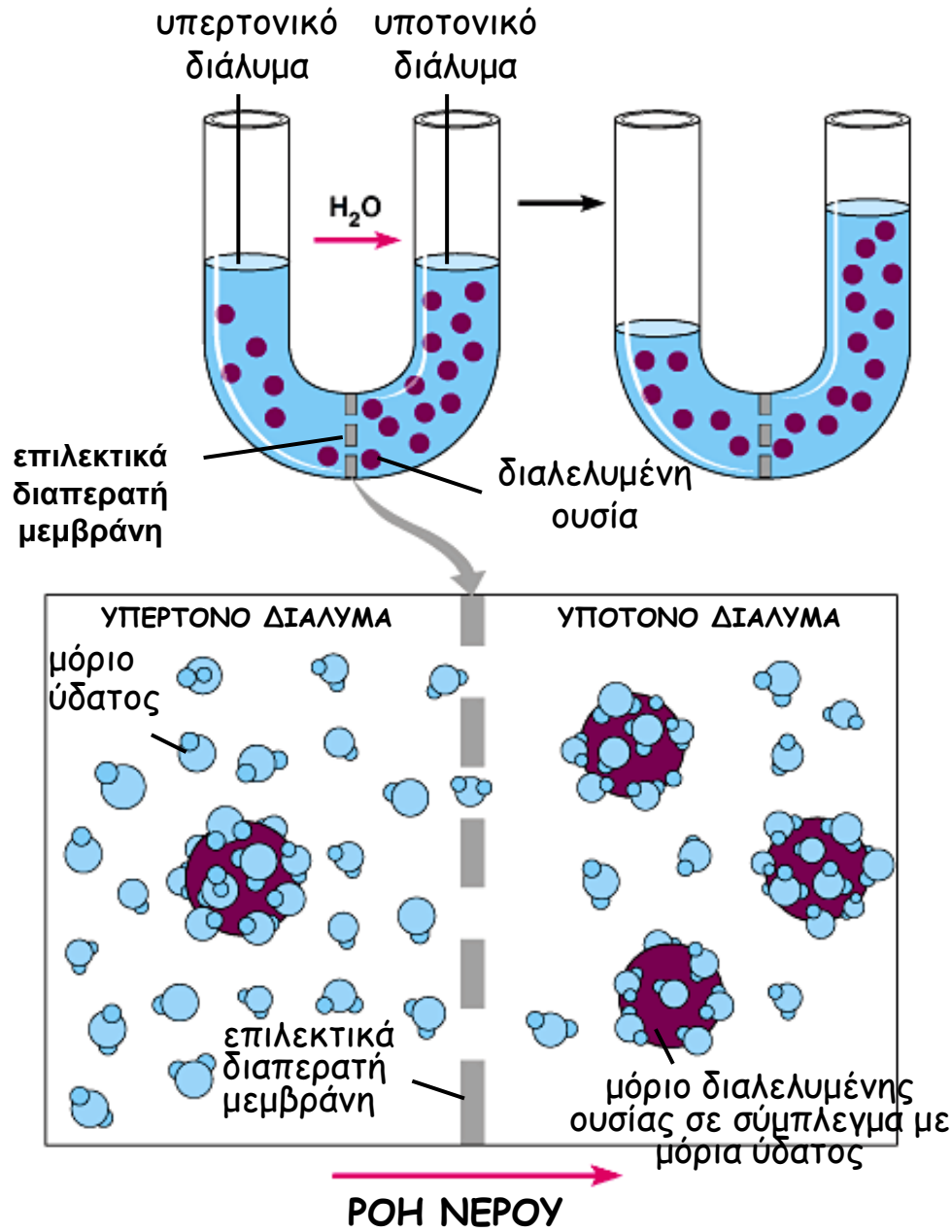
$$P_d = P_{total} - \pi$$

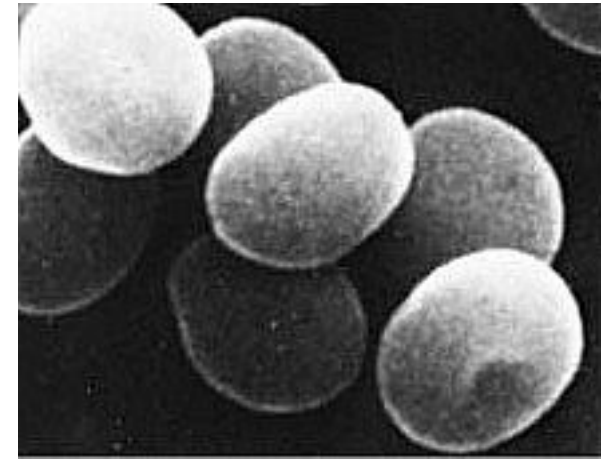
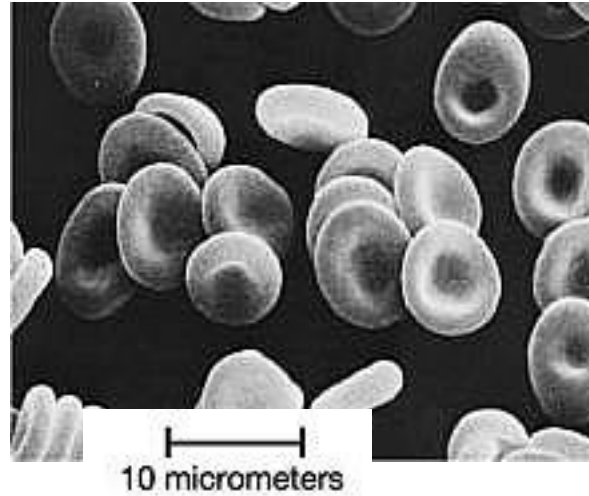
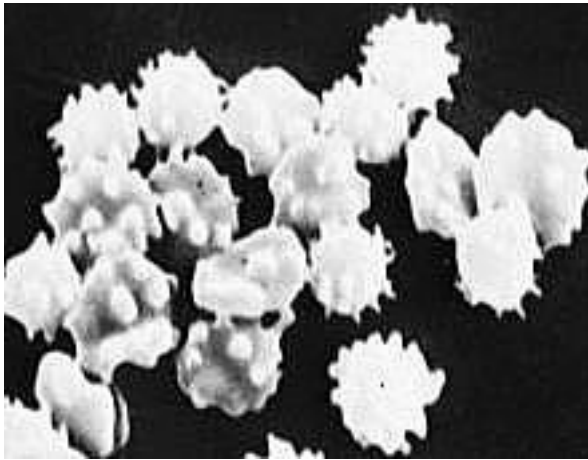
Διαφορική Πίεση σε κάθε πλευρά της μεμβράνης =  
Συνολική Πίεση - Ωσμωτική Πίεση



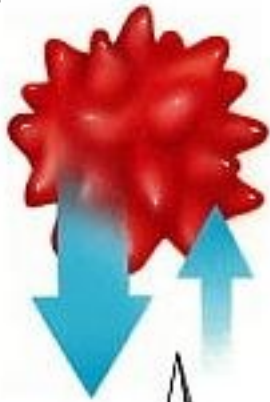
ΕΠΙΠΛΕΟΝ.....  
εάν μια ουσία διαλύεται στο ύδωρ η μέση κινητική ενέργεια του ύδατος **μειώνεται** (αυτό διότι μερικά μόρια ύδατος δημιουργούν **συσσώματα** με τα μόρια της διαλελυμένης ουσίας)

Ως αποτέλεσμα, από την πλευρά όπου ευρίσκεται η **μεγαλύτερη** συγκέντρωση διαλελυμένης ουσίας η κινητική ενέργεια του ύδατος μειώνεται περισσότερο σε σχέση με την άλλη πλευρά.



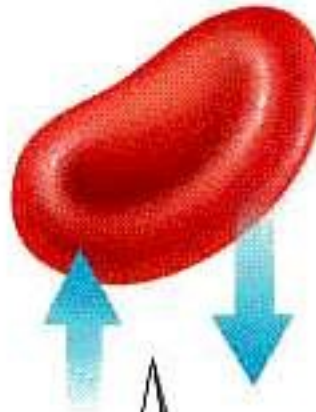


Υπέρτονο διάλυμα



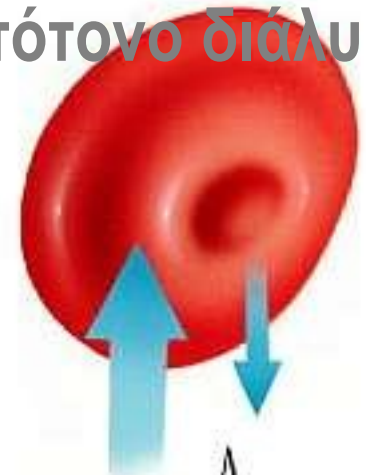
έξοδος ύδατος  
από το κύτταρο

Ισότονο διάλυμα



ισομερής κίνηση ύδατος  
έσω – έξω στο κύτταρο

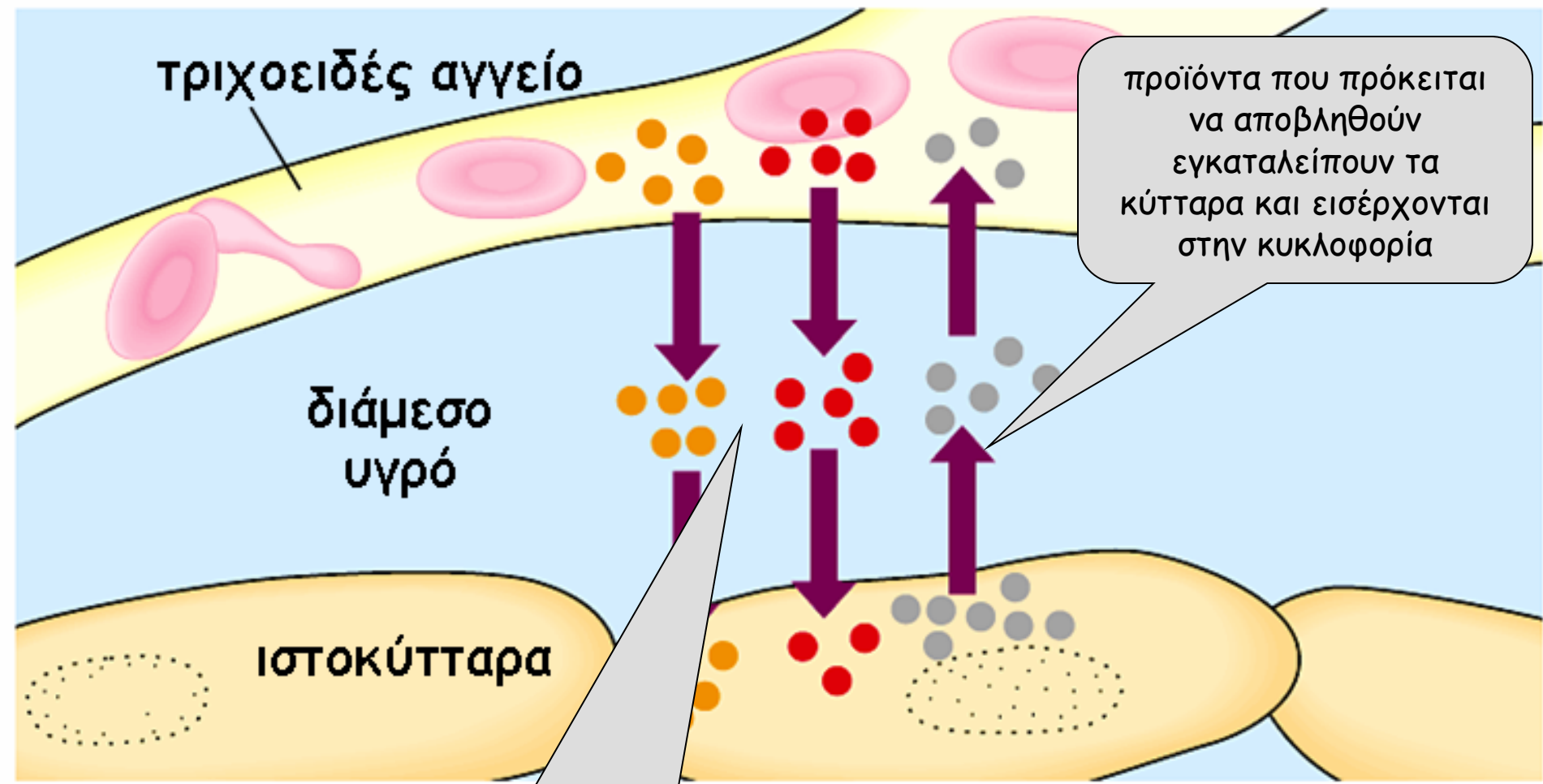
Υπότονο διάλυμα



είσοδος ύδατος  
στο κύτταρο



# ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΟΥ ΔΙΑΜΕΣΟΥ (ΜΕΣΟΚΥΤΤΑΡΙΟΥ) ΥΓΡΟΥ



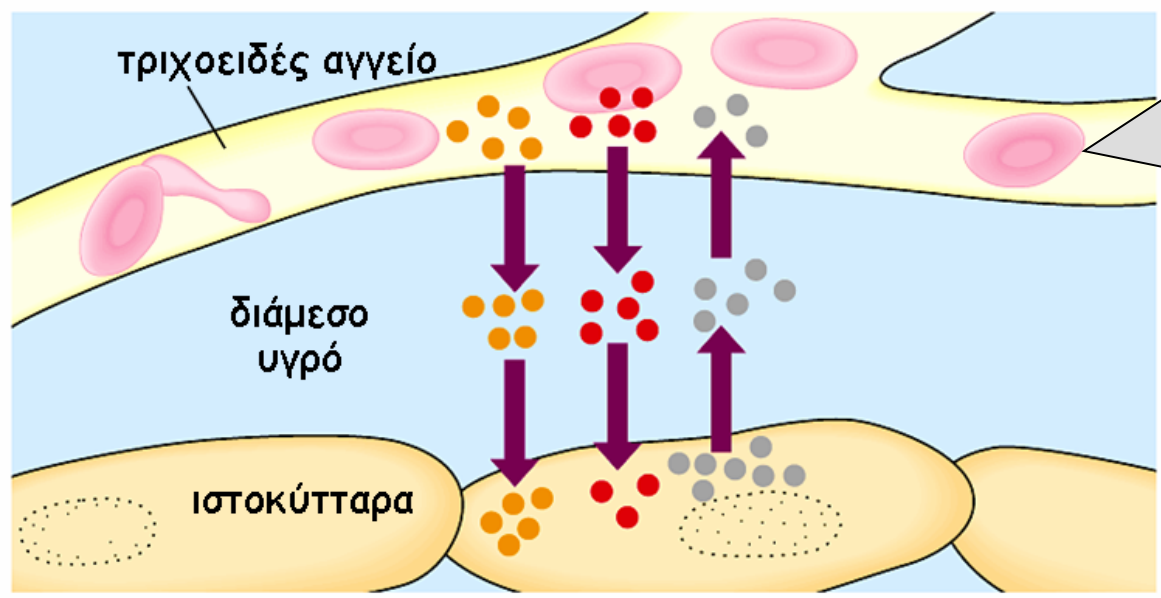
προϊόντα που πρόκειται να αποβληθούν εγκαταλείπουν τα κύτταρα και εισέρχονται στην κυκλοφορία

οξυγόνο και θρεπτικά συστατικά εγκαταλείπουν την κυκλοφορία και εισέρχονται στα κύτταρα

Κύρια διαδικασία μεταφοράς: διάχυση



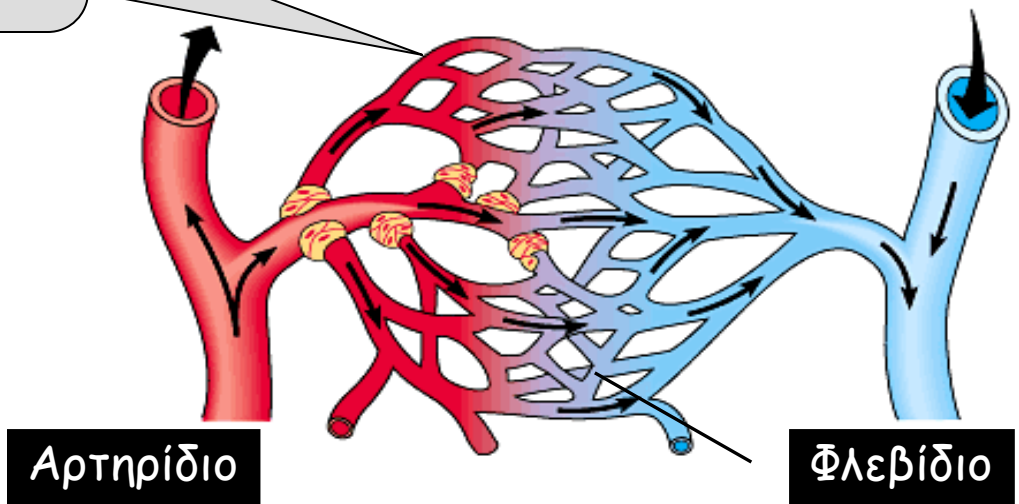
# ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΟΥ ΔΙΑΜΕΣΟΥ (ΜΕΣΟΚΥΤΤΑΡΙΟΥ) ΥΓΡΟΥ



ΟΛΑ τα συστατικά του πλάσματος μπορούν να διαπεράσουν τα τοιχώματα του τριχοειδούς αγγείου, **ΕΚΤΟΣ** από τα μεγάλα **πρωτεϊνικά μόρια**

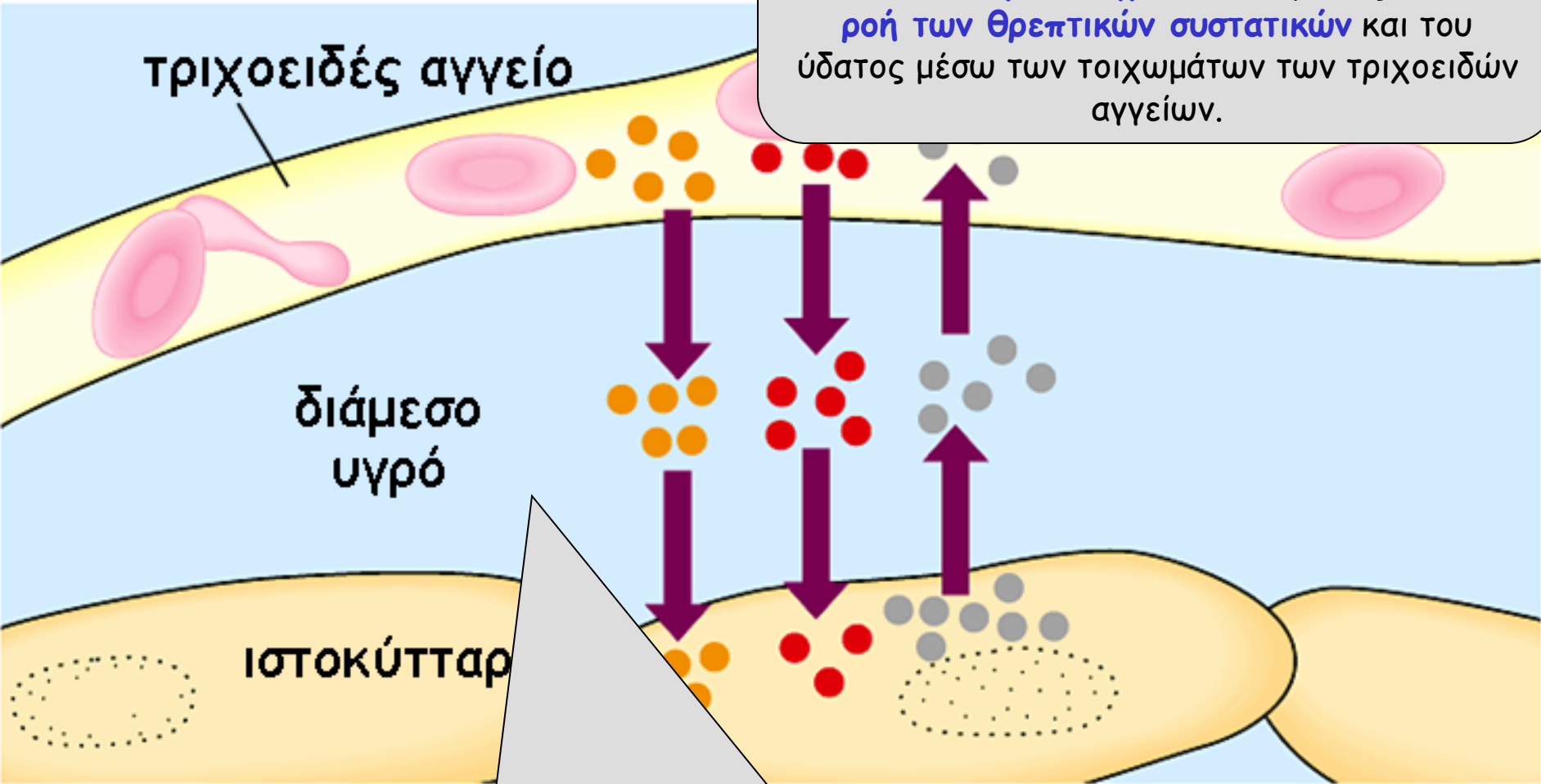
Πλάσμα αίματος:  
ύδωρ, μικρά μόρια, ηλεκτρολύτες  
(π.χ. γλυκόζη,  $CO_2$ )  
μεγάλα πρωτεϊνικά μόρια

τριχοειδή αγγεία  
μήκος: 1 mm  
διάμετρος: 1 ερυθροκύτταρο (7  $\mu m$ )



# ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΟΥ ΔΙΑΜΕΣΟΥ (ΜΕΣΟΚΥΤΤΑΡΙΟΥ) ΥΓΡΟΥ

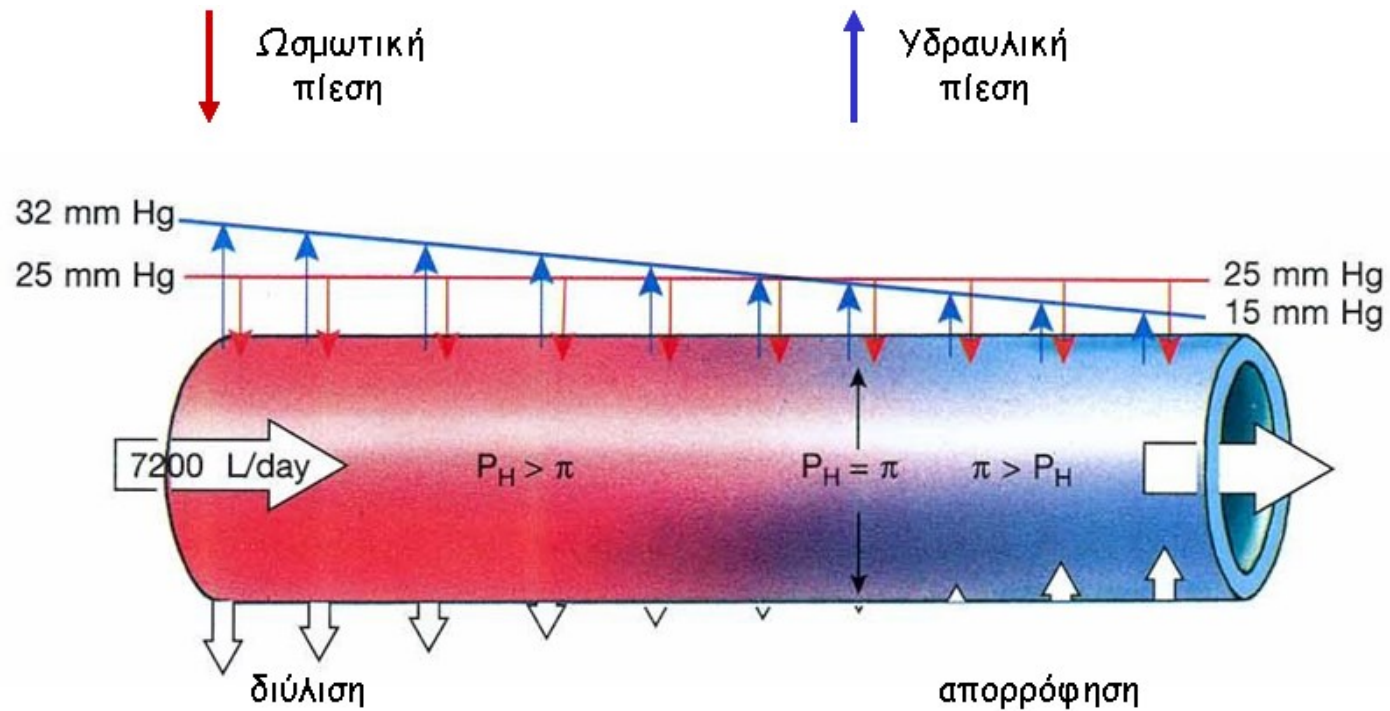
Η **Ωσμωτική Πίεση** καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την Συνολική Πίεση στο **διάμεσο υγρό** και επομένως και στην **ροή των θρεπτικών συστατικών** και του ύδατος μέσω των τοιχωμάτων των τριχοειδών αγγείων.



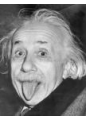
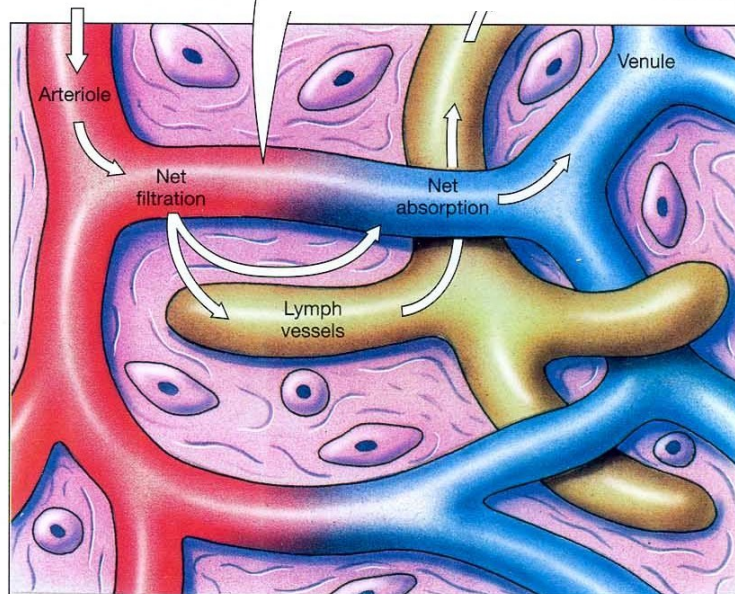
Η συγκέντρωση των μορίων των πρωτεϊνών στο διάμεσο υγρό είναι πολύ μικρότερη από την συγκέντρωσή τους στα τριχοειδή αγγεία





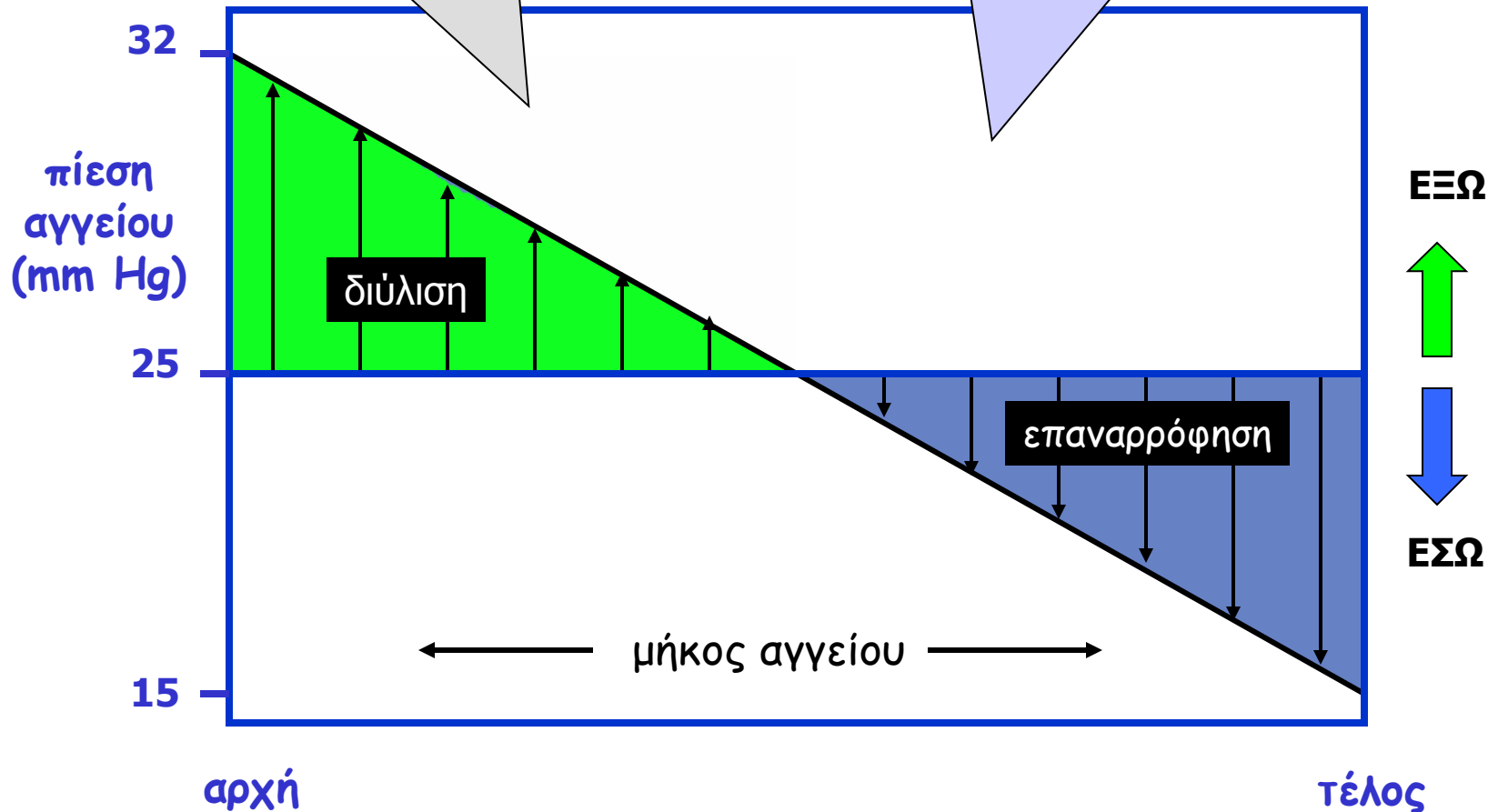


Καθαρό αποτέλεσμα: διύλιση 3 L/ημέρα

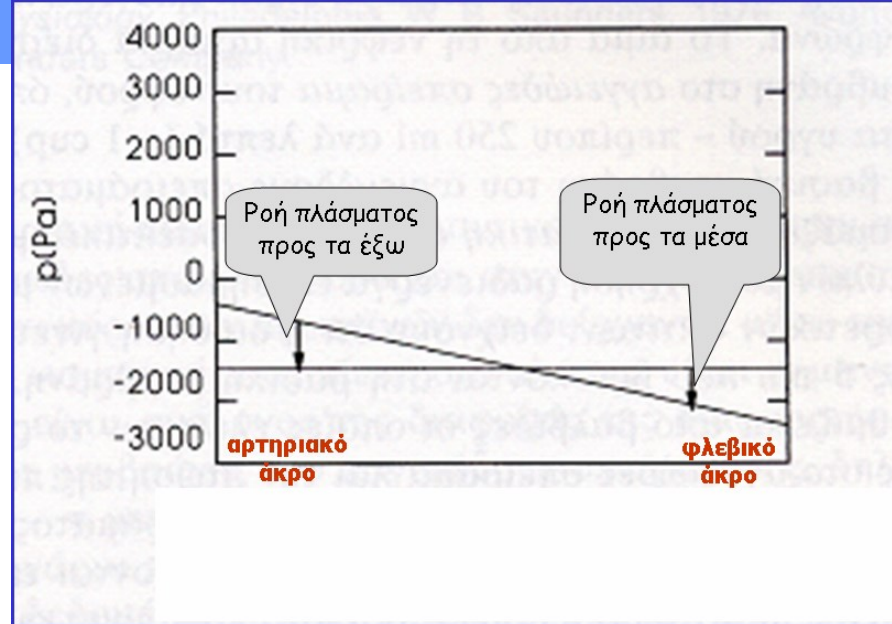


Η διαφορά της ωσμωτικής πίεσης μεταξύ του τριχοειδούς αγγείου ( $p_{τα}$ ) και του διάμεσου υγρού ( $p_{δυ}$ ) ωθεί το υγρό προς τα έξω.

Η διαφορά των υδροστατικών πιέσεων μεταξύ του τριχοειδούς αγγείου ( $P_{τα}$ ) και του διάμεσου υγρού ( $P_{δυ}$ ) ωθεί το υγρό προς τα έξω.



## ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ (συγκέντρωση υγρού στον ιστό και τοπική διόγκωση - οίδημα)



**1<sup>η</sup> αιτία:** παρουσία μεγαλύτερης πίεσης κατά μήκος του τριχοειδούς

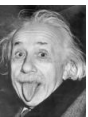
Αυτό σημαίνει μεγαλύτερη ροή πλάσματος προς τα έξω (π.χ. λόγω καρδιακής ανεπάρκειας)

### ΑΝΕΠΤΑΡΚΕΙΑ ΑΡΙΣΤΕΡΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ

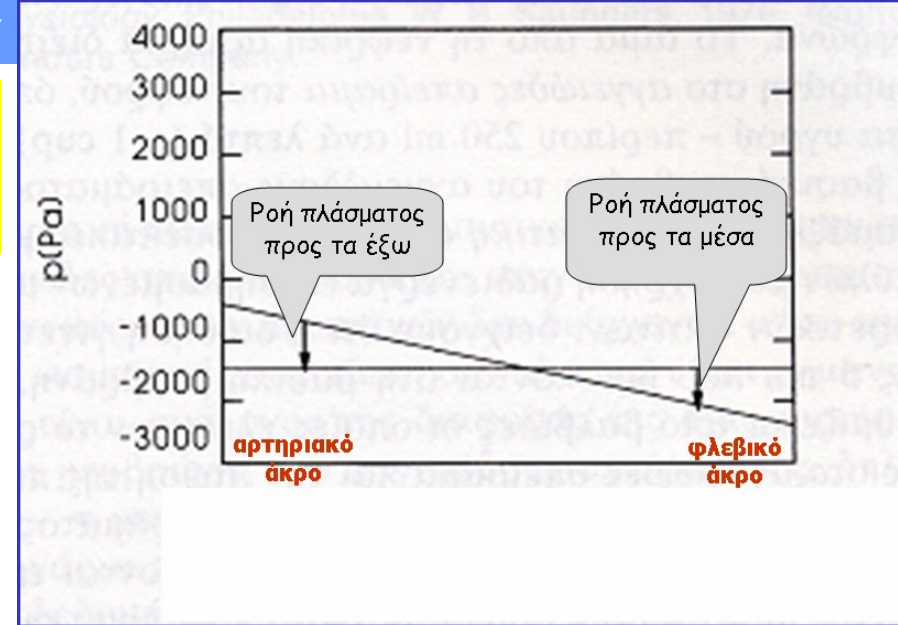
- Αριστερό μέρος καρδιάς αντλεί αίμα από τους πνεύμονες και το παρέχει στο σώμα
- Ανεπιτυχής άντληση => συσσώρευση αίματος στα αιμοφόρα αγγεία των πνευμόνων
- => αύξηση πίεσης στους πνεύμονες => ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΟ ΟΙΔΗΜΑ

### ΑΝΕΠΤΑΡΚΕΙΑ ΔΕΞΙΑΣ ΚΑΡΔΙΑΣ

- Δεξιό μέρος καρδιάς αντλεί αίμα από την περιφερική κυκλοφορία προς τους πνεύμονες
- Ανεπιτυχής άντληση => δημιουργία οιδήματος στα κάτω άκρα



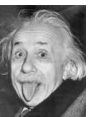
## ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ (συγκέντρωση υγρού στον ιστό και τοπική διόγκωση – οίδημα)



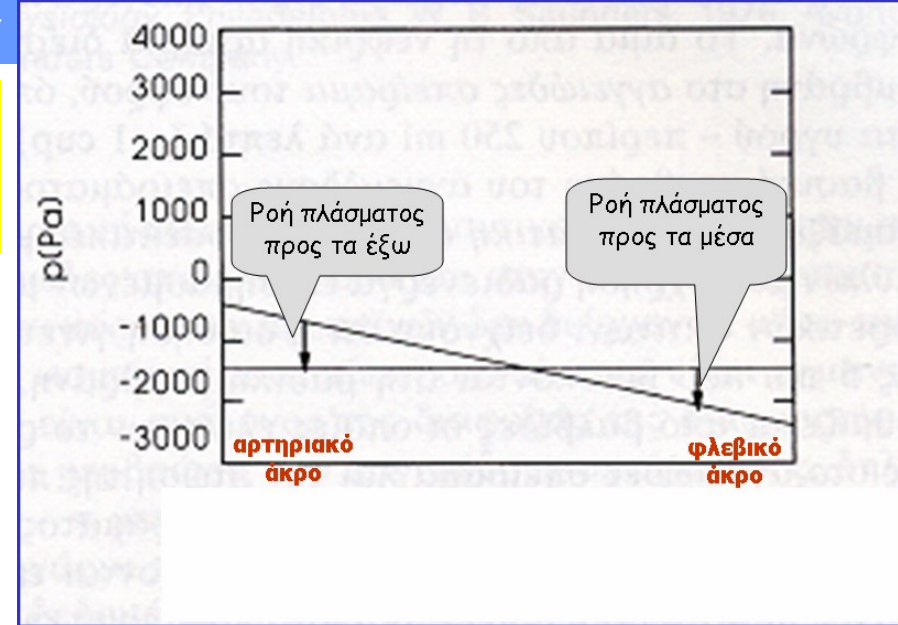
**2<sup>η</sup> αιτία:** μείωση ωσμωτικής πίεσης του πλάσματος λόγω χαμηλής συγκέντρωσης πρωτεϊνών

(**υποπρωτεϊναιμία**) λόγω πάθησης νεφρών (οι πρωτεΐνες αποβάλλονται μέσω των ούρων), κακής διατροφής, παθήσεις ήπατος, κ.λ.π.

- Σε κάθε περίπτωση δημιουργείται σοβαρό οίδημα
- Σε νοσήματα του ήπατος είναι δυνατόν να ανασταλεί η επιστροφή του φλεβικού αίματος από το έντερο στην καρδιά οδηγώντας σε οίδημα της κοιλίας το οποίο ονομάζεται **ασκίτης**



ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ  
(συγκέντρωση υγρού στον ιστό και τοπική  
διόγκωση – οίδημα)

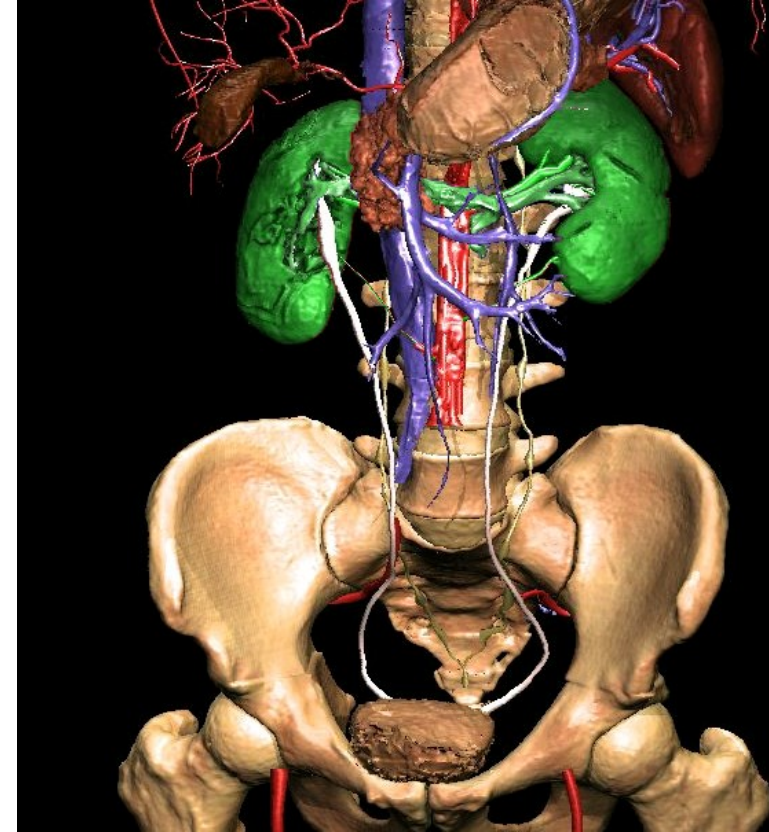
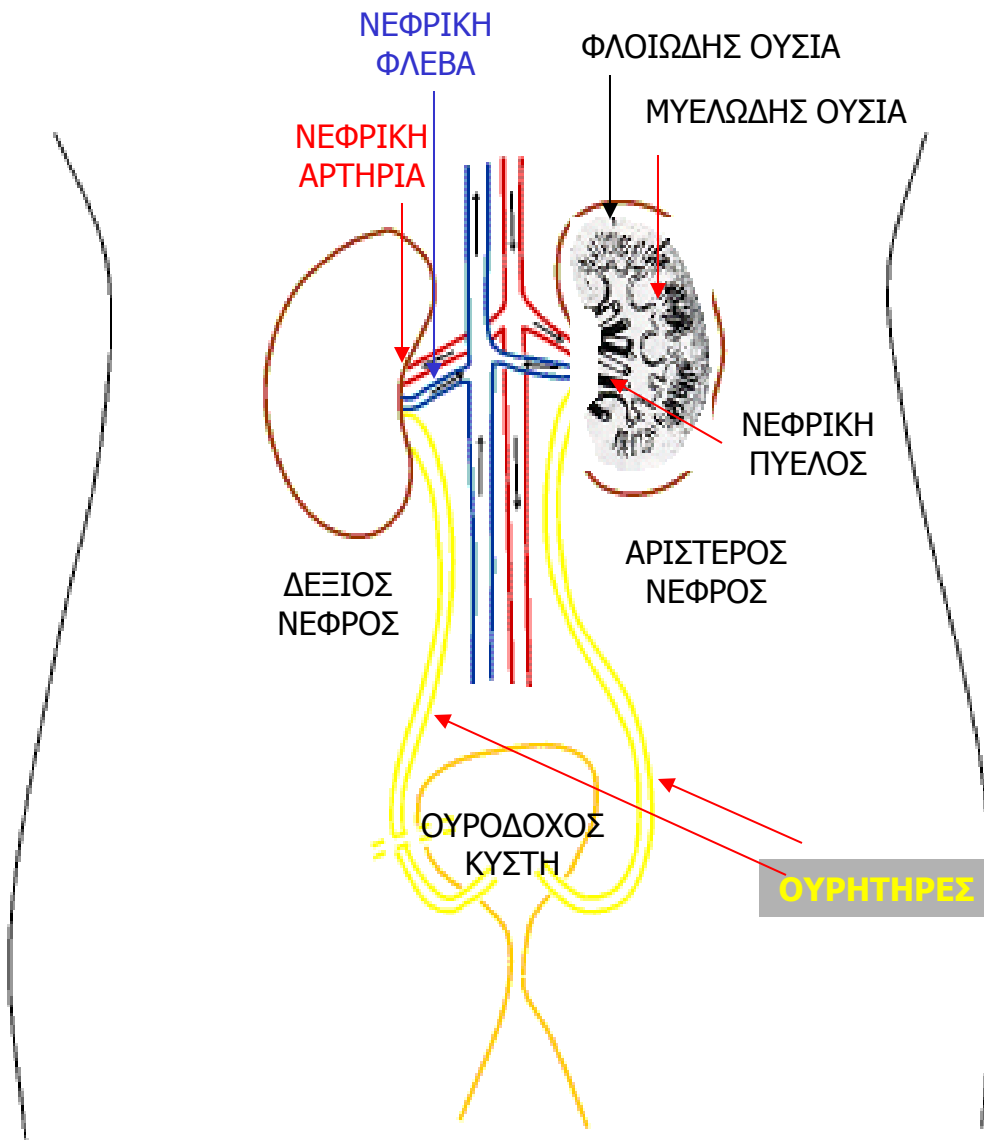


3<sup>η</sup> αιτία: αύξηση διαπερατότητας τοιχώματος τριχοειδών αγγείων από τα μεγάλα μόρια

(=> μείωση ωσμωτικής πίεσης) π.χ. διόγκωση μετά από δυνατό κτύπημα (οίδημα)



# ΟΙ ΝΕΦΡΟΙ

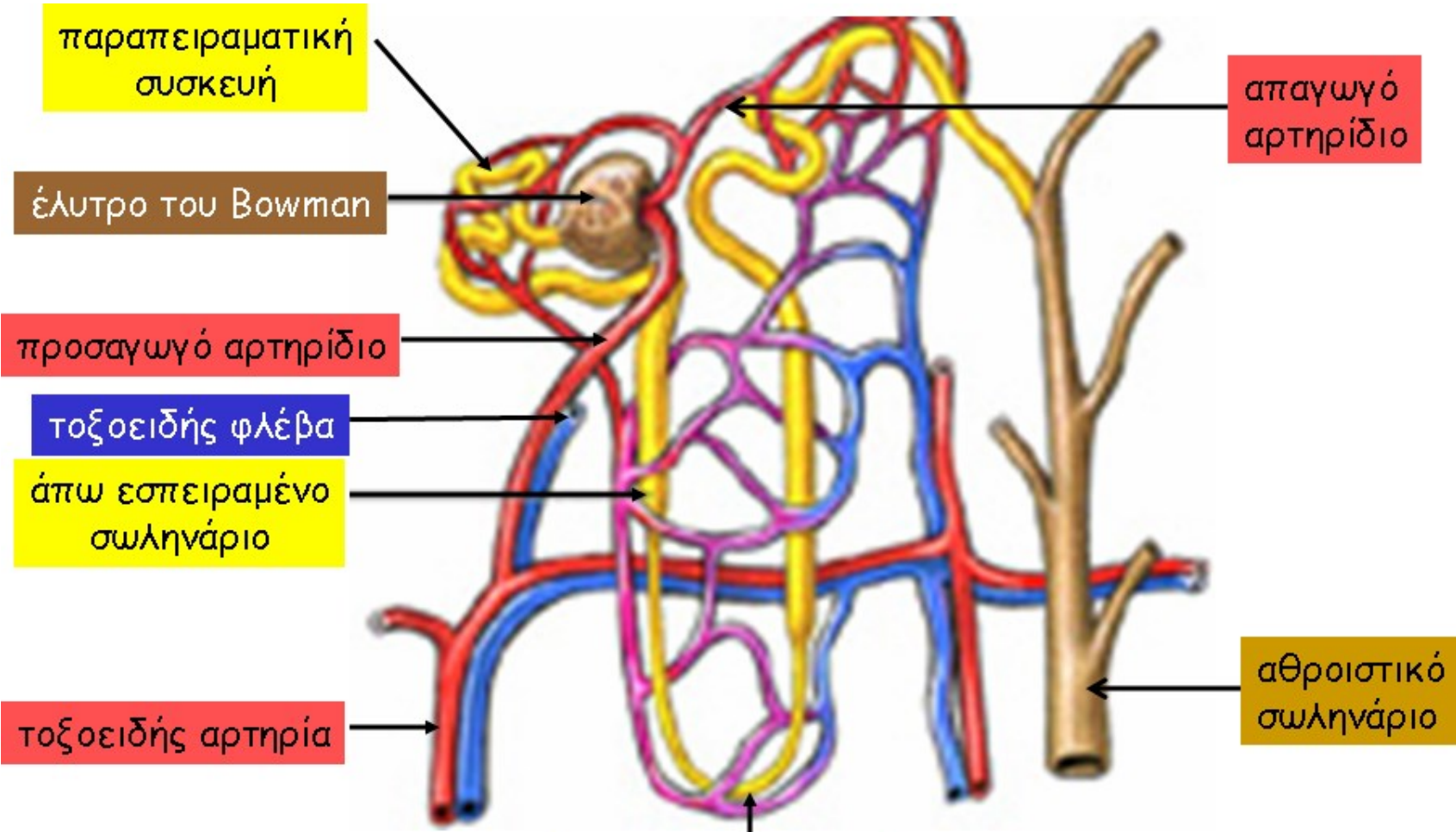


- Αποβολή αχρήστων προϊόντων μεταβολισμού εκτός  $CO_2$  και μικρής ποσότητας ύδατος (αποβολή μέσω πνευμόνων)
- Ρύθμιση από τους νεφρούς της συγκέντρωσης των περισσότερων χημικών ουσιών στο πλάσμα του αίματος

Νεφροί, Ουρητήρες, Ουροδόχος κύστη



ΝΕΦΡΩΝΑΣ



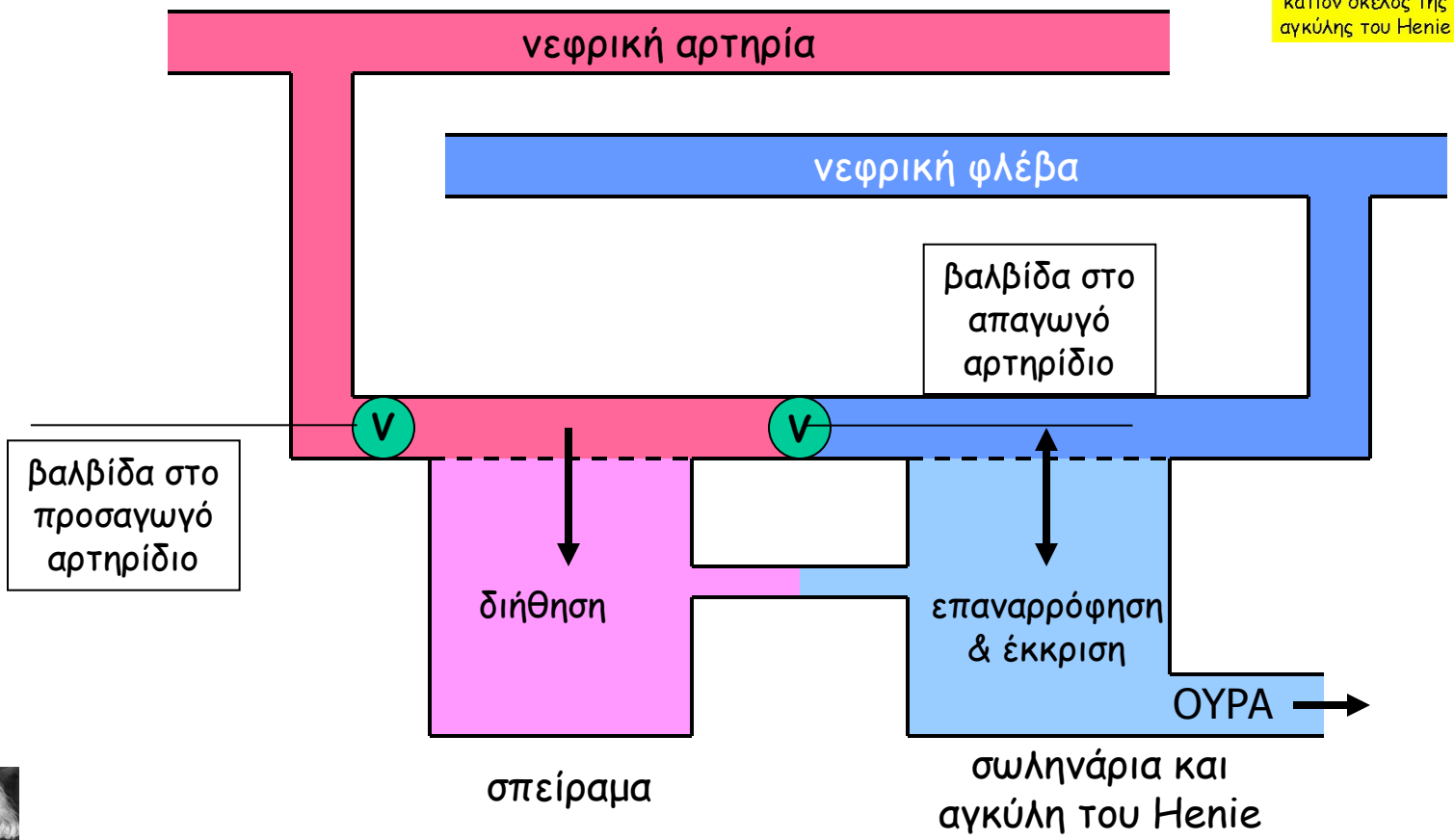
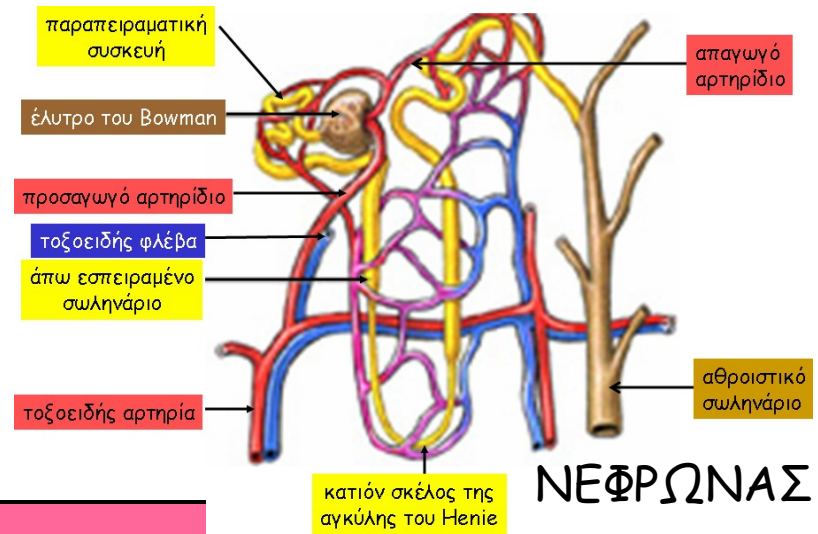
- κάθε νεφρός αποτελείται από >1 εκατομμύριο νεφρώνες
- νεφρώνας: ολοκληρωμένη μονάδα σχηματισμού ούρων

κατιόν σκέλος της αγκύλης του Henle



**Σχηματική παράσταση του νεφρώνα:**

Τα κύρια τμήματα είναι το αγγειώδες σπείραμα (αρχική διήθηση) και τα σωληνάρια (επαναρρόφηση και έκκριση). Οι βαλβίδες στα προσαγωγά και απαγωγά αρτηρίδια ρυθμίζουν την διαφορά της πίεσης εκατέρωθεν της βασικής μεμβράνης του αγγειώδους σπειράματος.



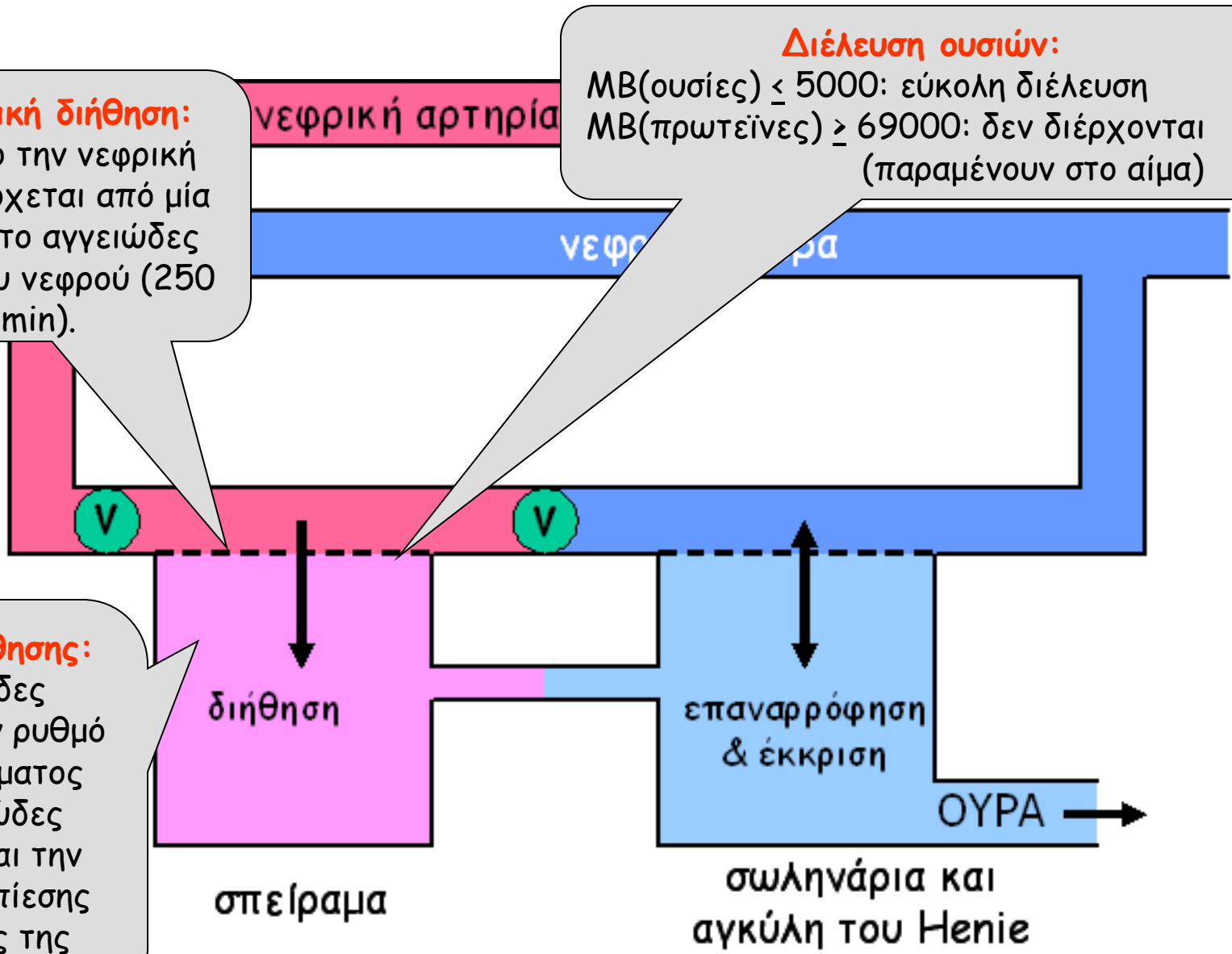


# ΟΙ ΝΕΦΡΟΙ

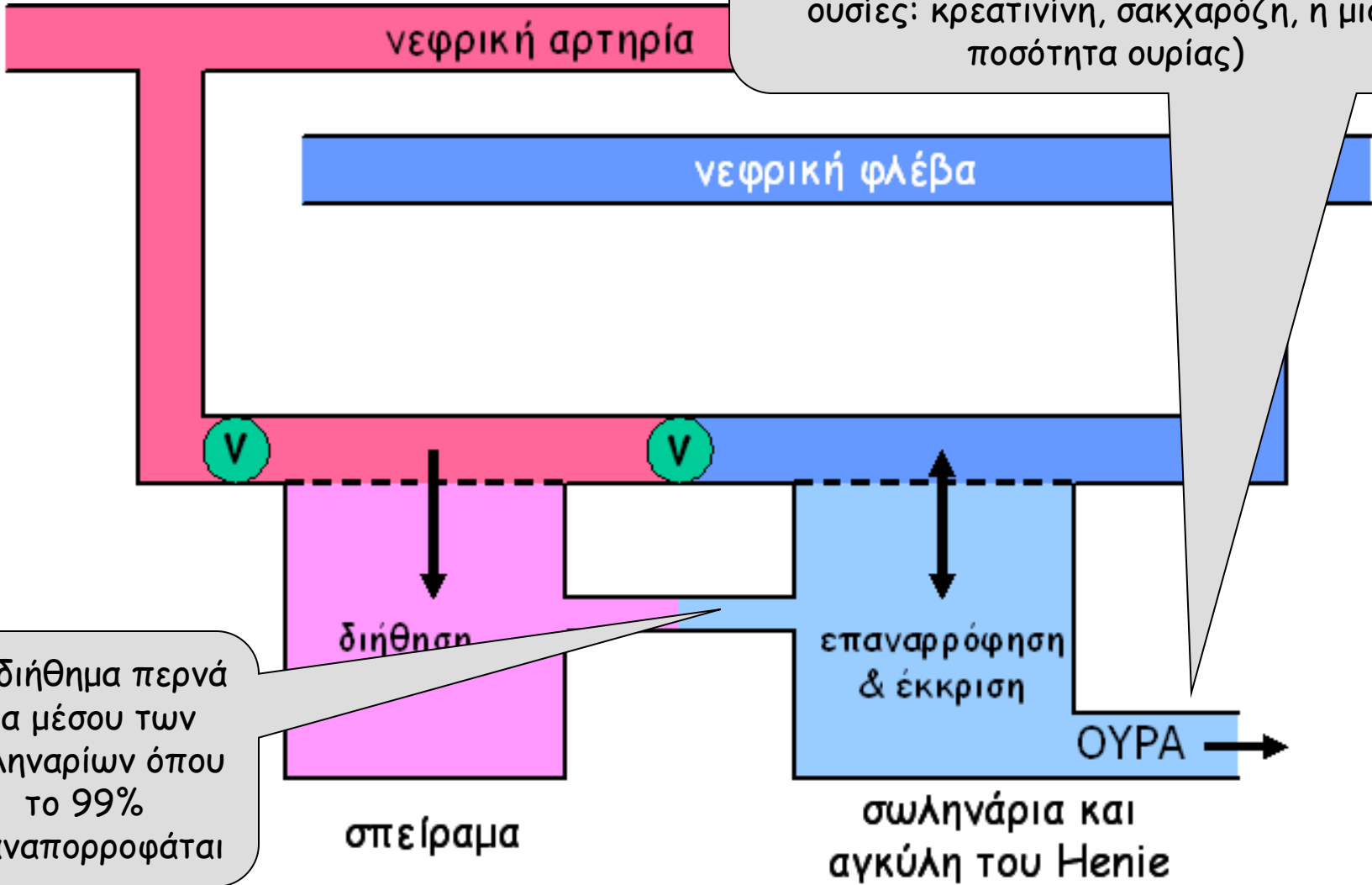
**Σπειραματική διήθηση:**  
το αίμα από την νεφρική αρτηρία διέρχεται από μία μεμβράνη στο αγγειώδες σπείραμα του νεφρού (250 ml/min).

**Διέλευση ουσιών:**  
MB(ουσίες)  $\leq$  5000: εύκολη διέλευση  
MB(πρωτεΐνες)  $\geq$  69000: δεν διέρχονται (παραμένουν στο αίμα)

**Ρυθμός διήθησης:**  
Οι βαλβίδες ελέγχουν τον ρυθμό ροής του αίματος στο αγγειώδες σπείραμα και την πτώση της πίεσης κατά μήκος της βασικής μεμβράνης



# ΟΙ ΝΕΦΡΟΙ

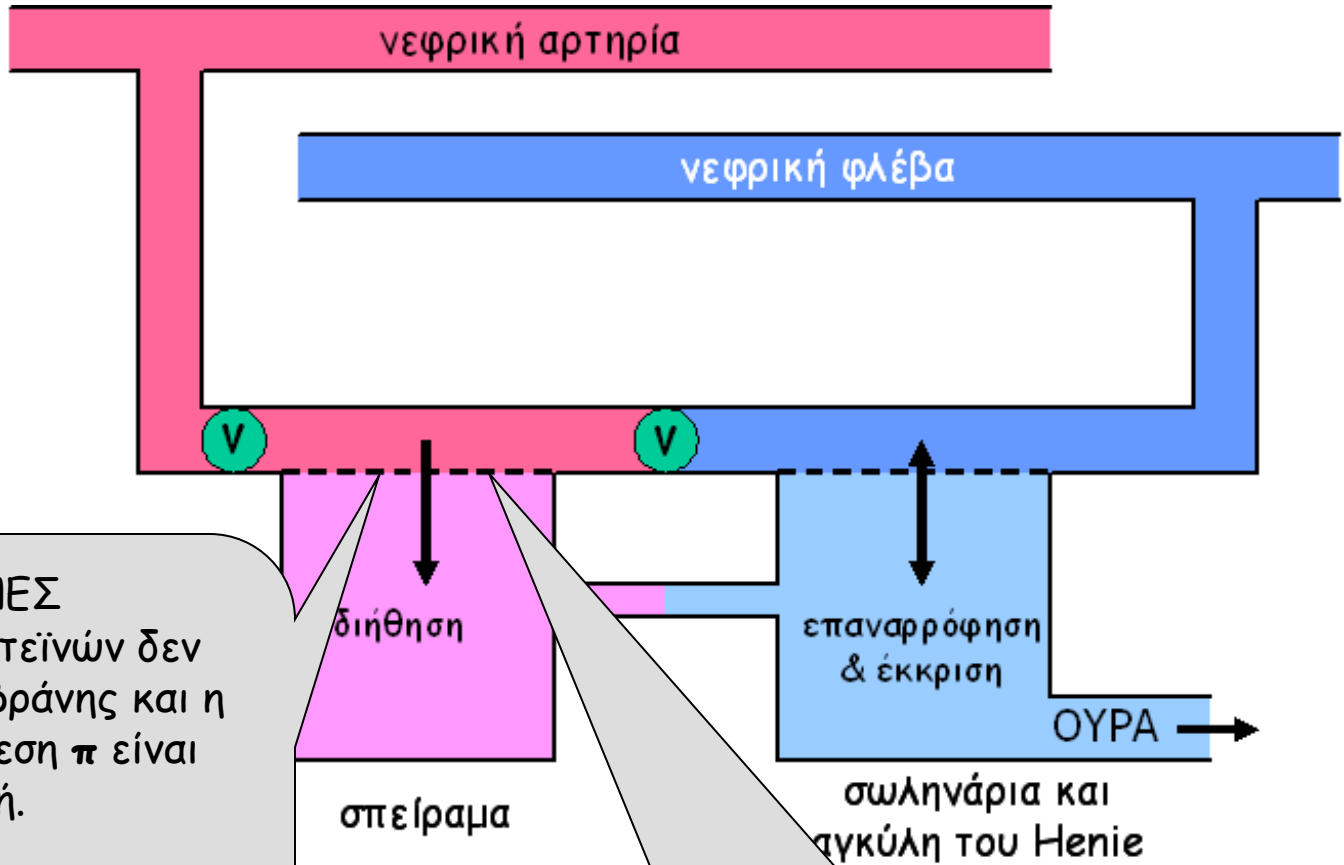


Το 1% του διηθήματος περνά στα αθροιστικά σωληνάρια υπό μορφή ούρων (δεν επαναπορροφώνται ανεπιθύμητες ουσίες: κρεατινίνη, σακχαρόζη, η μισή ποσότητα ουρίας)

Το διήθημα περνά δια μέσου των σωληναρίων όπου το 99% επαναπορροφάται



# Ο ρόλος της Ωσμωτικής Πίεσης

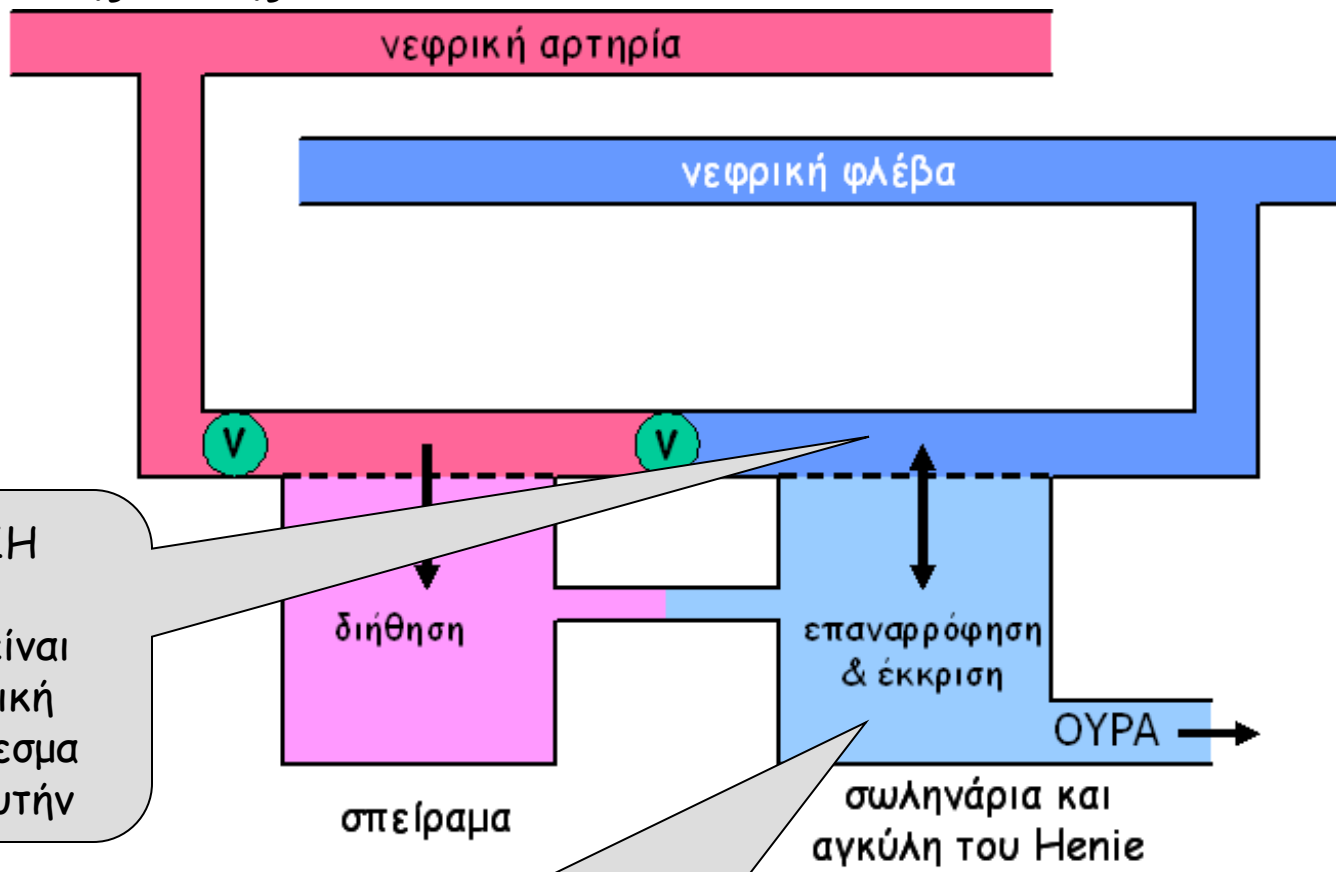


**ΠΡΩΤΕΙΝΕΣ**  
Τα μόρια των πρωτεϊνών δεν διέρχονται της μεμβράνης και η ωσμωτική τους πίεση  $\pi$  είναι σημαντική.  
Παρόλα αυτά, η συνολική πίεση είναι μεγαλύτερη και υπάρχει ροή από την αρτηρία στο σπείραμα

**ΡΥΘΜΟΣ ΔΙΗΘΗΣΗΣ**  
Ανάλογος της διαφοράς της διαφορικής πίεσης εκατέρωθεν της μεμβράνης του αγγειώδους σπειράματος



### Ο ρόλος της Ωσμωτικής Πίεσης



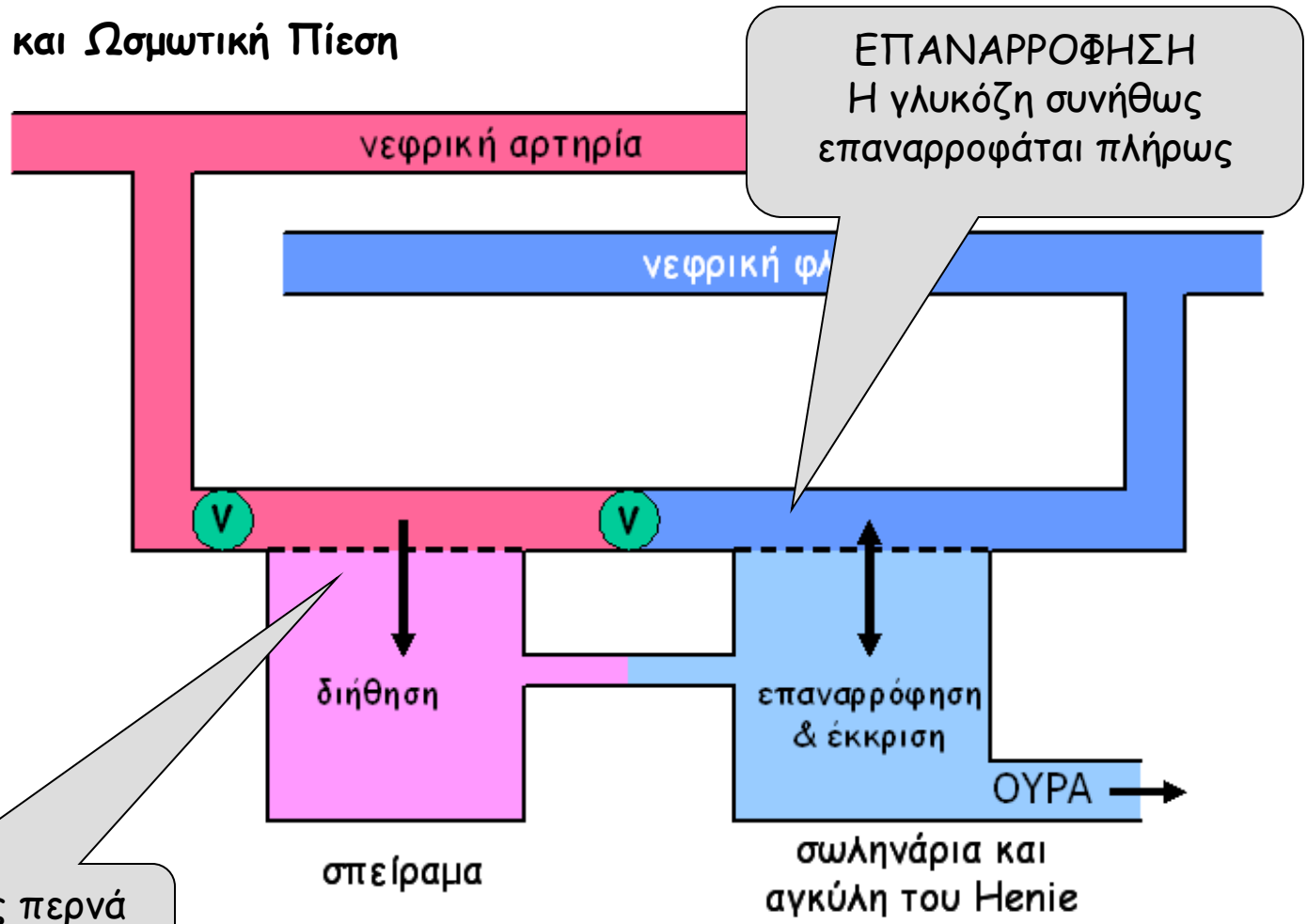
**ΕΠΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗ**

Η συνολική πίεση είναι χαμηλή στην φλεβική αρτηρία, με αποτέλεσμα ροή ύδατος προς αυτήν

Τα άχρηστα μόρια που εισέρχονται στα σωληνάρια από το σπειράμα, επειδή δεν επαναρροφώνται συνεισφέρουν στην αύξηση της ώσμωσης, κατακρατούν υγρό (το οποίο θα έπρεπε να επαναρροφηθεί από την αρτηρία και αυξάνουν την ροή των ούρων (**ωσμωτική διούρηση**))



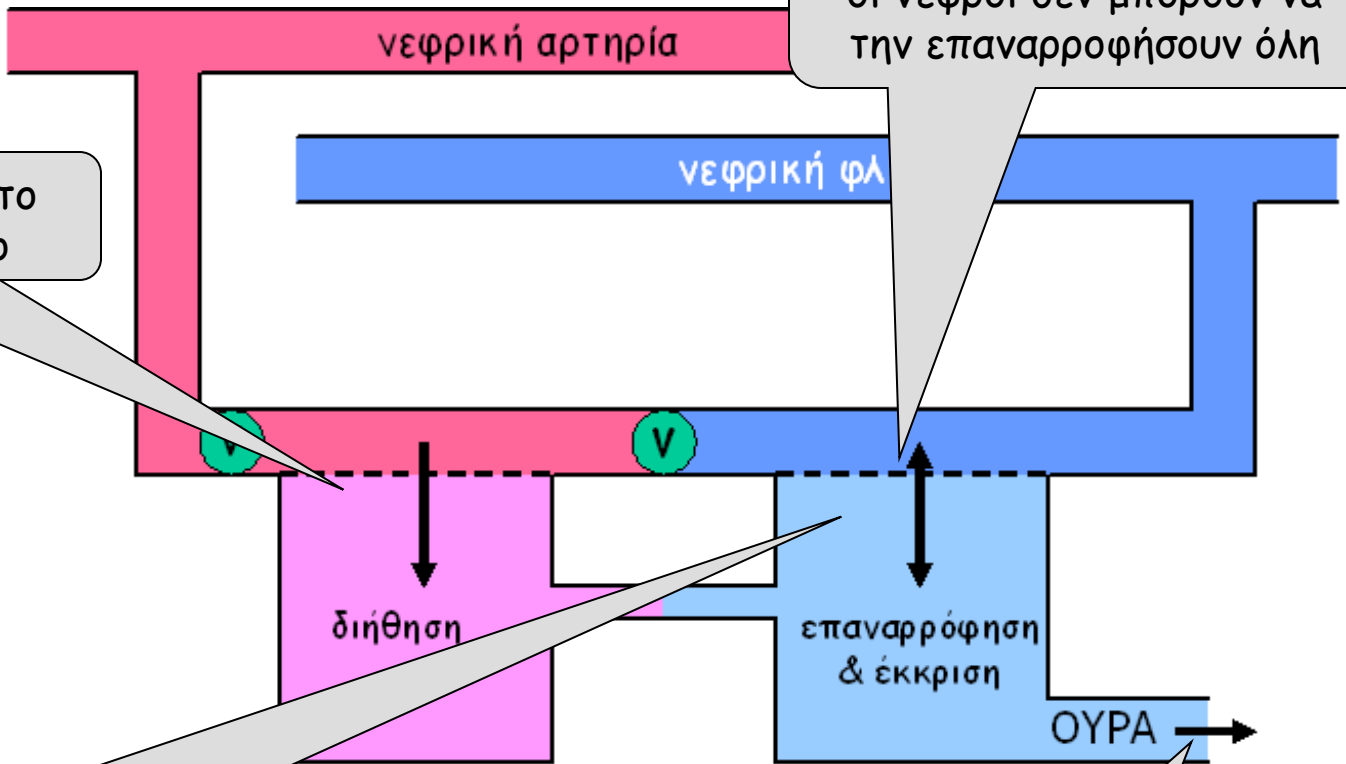
# Γλυκόζη και Ωσμωτική Πίεση



Ποσότητα γλυκόζης περνά στα σωληνάριο



# Διαβήτης, Γλυκόζη και Ωσμωτική Πίεση



ΕΠΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗ  
οι νεφροί δεν μπορούν να  
την επαναρροφήσουν όλη

Το επίπεδο γλυκόζης στο  
πλάσμα είναι αυξημένο

Η παραμένουσα γλυκόζη στα σωληνάρια  
συνεισφέρει στην ωσμωτική πίεση και  
επαναρροφάται μικρότερη ποσότητα  
ύδατος από την κανονική

αποβολή μεγαλύτερης ποσότητας ούρων  
(συχνή διούρηση και έντονο αίσθημα δίψας  
είναι συμπτώματα μη ρυθμισμένου διαβήτη)

