

HÜCRE ZARINDA TAŞINIM

Yrd. Doç. Dr. Aslı AYKAÇ

YDÜ TIP FAKÜLTESİ

BIYOFİZİK AD




Küçük moleküllerin zardan geçişi

Lipid çift tabaka

Polar moleküller için geçirgen olmayan bir bariyerdir

Hücre içindeki **suda çözünen** moleküllerin dışarı çıkışını engeller



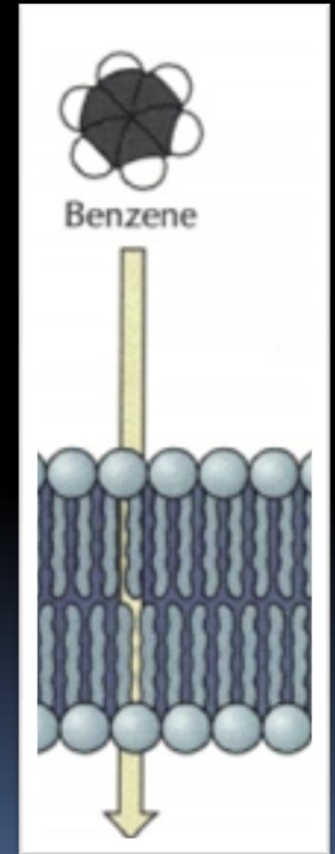
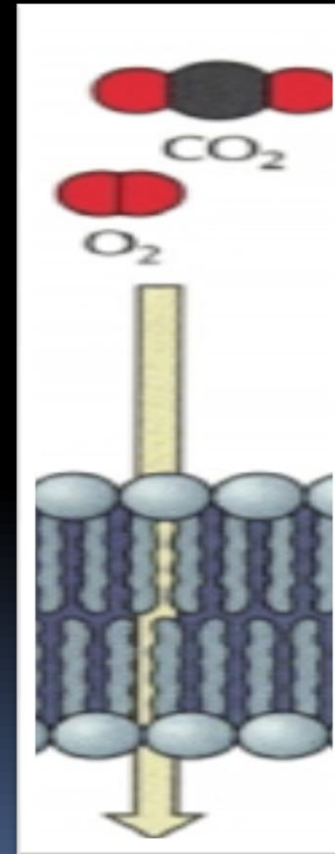
Proteinsiz lipid tabaka
iyonlara karşı geçirgen
değildir.

Molekül ne kadar küçükse ve yağda
ne kadar kolay çözülürse lipid
tabakadan o kadar kolay geçer.

Farklı moleküllerin fosfolipid tabakadan geçişleri

1. Gazlar ve hidrofobik Moleküller

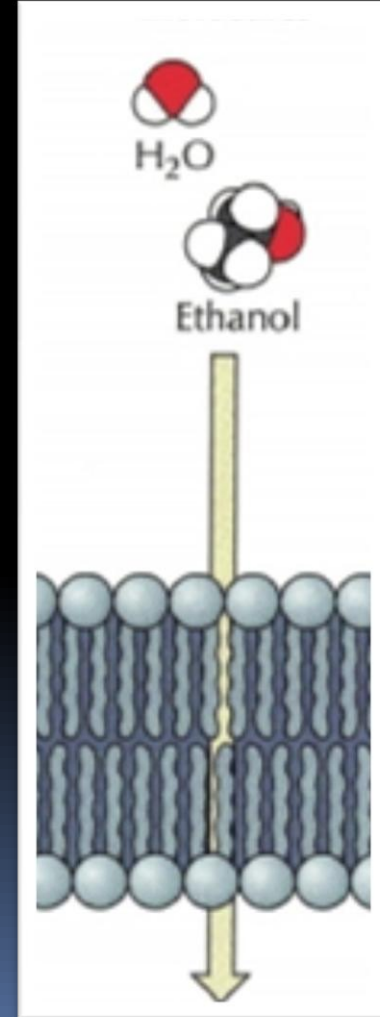
CO₂, N₂, O₂, Benzen...



Farklı moleküllerin fosfolipid tabakadan geçişleri

2. Yüksüz küçük polar moleküller

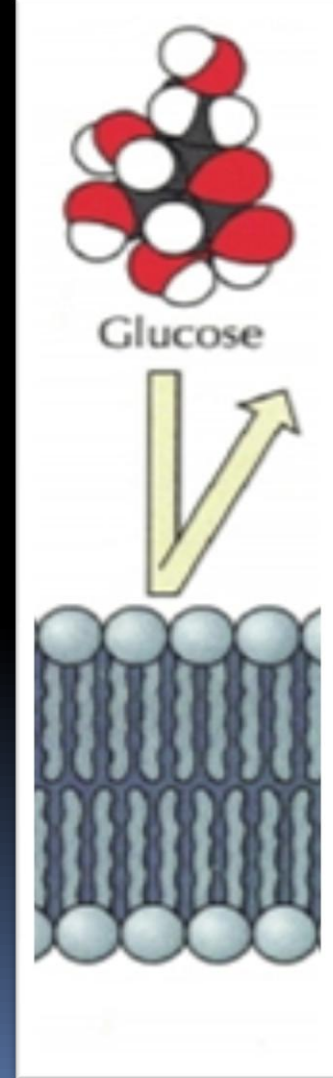
Üre, etanol, gliserol, su...



Farklı moleküllerin fosfolipid tabakadan geçişleri

3. Yüksüz büyük polar moleküller

Sukroz, Glukoz

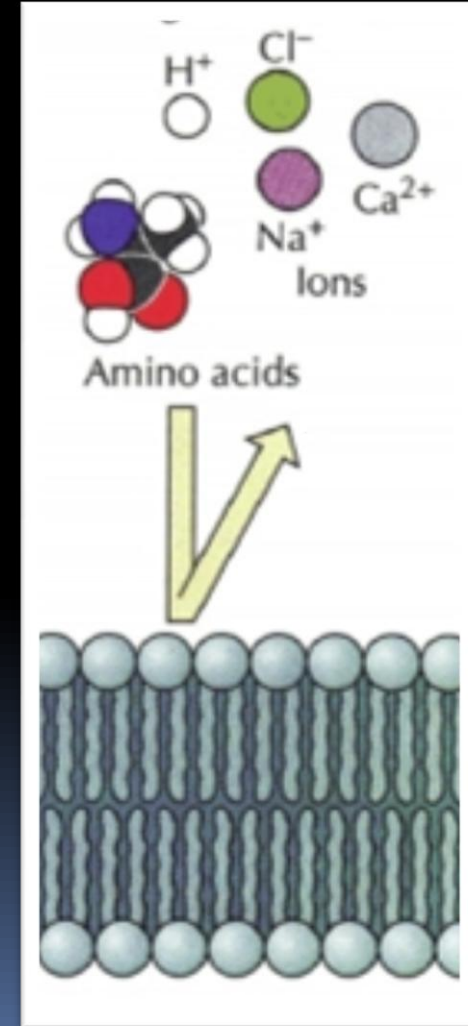


Farklı moleküllerin fosfolipid tabakadan geçişleri

4. İyonlar

K^+ , Mg^{+2} , Ca^{+2}

H^+ , Na^+ , Cl^-



Lipid tabakayı geçen/geçemeyen

Kolaylıkla geçenler

- Yüksüz yeteri kadar küçük olan moleküller
- Su, yağda çözünmese de küçük olduğu için

Geçemeyenler

- İyonların ne kadar küçük olduğu önemli değildir.
- İyonların yükleri ve fazla miktardaki hidrasyon dereceleri lipid tabakanın hidrokarbon fazına girmelerine engel olur.

Taşıyıcı (Transport) Moleküller

Zarı geçemeyen moleküllerin ve iyonların girişini sağlayan özel moleküller transport molekülleridir.

Taşıyıcı Proteinler-1

Şeker , amino asitler, küçük moleküller ve iyonların lipid tabakadan geçişleri *permeaz* adı verilen *zar transport proteinleri* tarafından gerçekleştirilir.

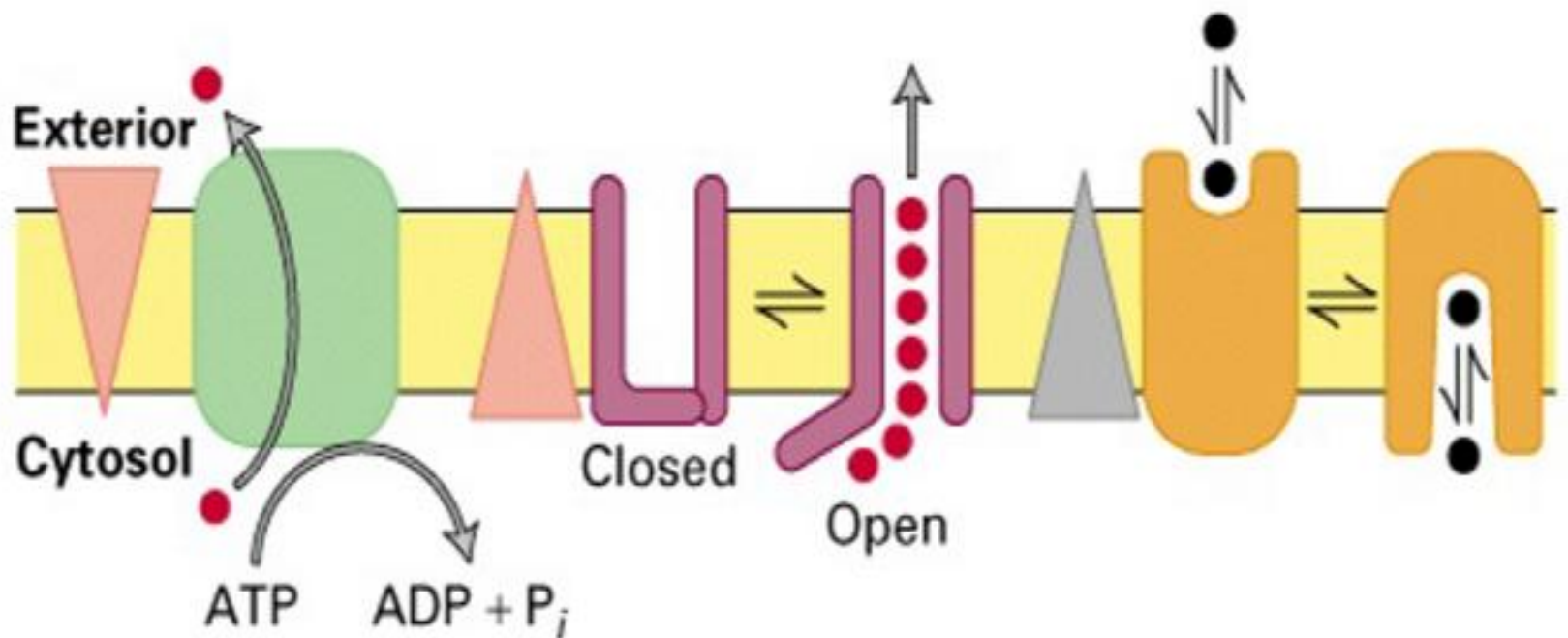
Taşıyıcı Proteinler-2

Carrier (Taşıyıcı) Proteinler

Taşınacak katı moleküle bağlanarak onun zardan geçebilmesi için yapısal değişikliğe uğrarlar.

Kanal (Channel) Proteinler

Lipid tabakayı boydan boya kat eden, içi su dolu porlar şeklindeki proteinlerdir. Porlar açık olduğunda, özel katı maddenin zardan geçişini sağlarlar.



ATP-powered pump

($10^0 - 10^3$ ions/s)

Ion channel

($10^7 - 10^8$ ions/s)

Transporter

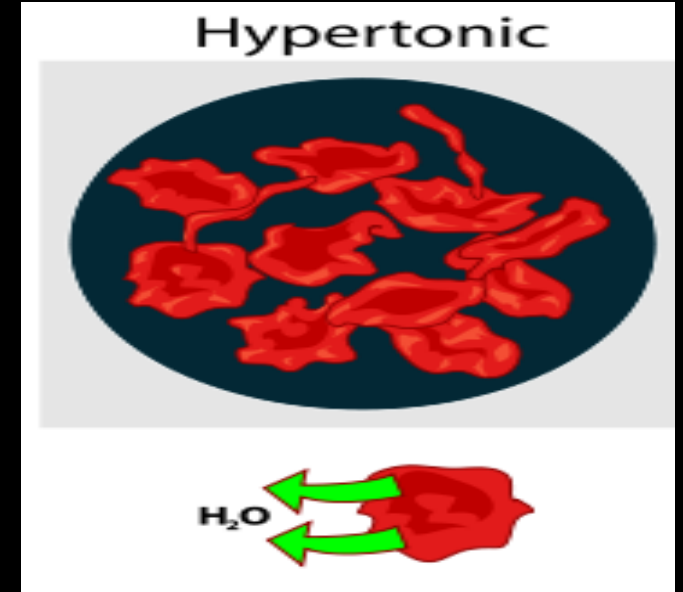
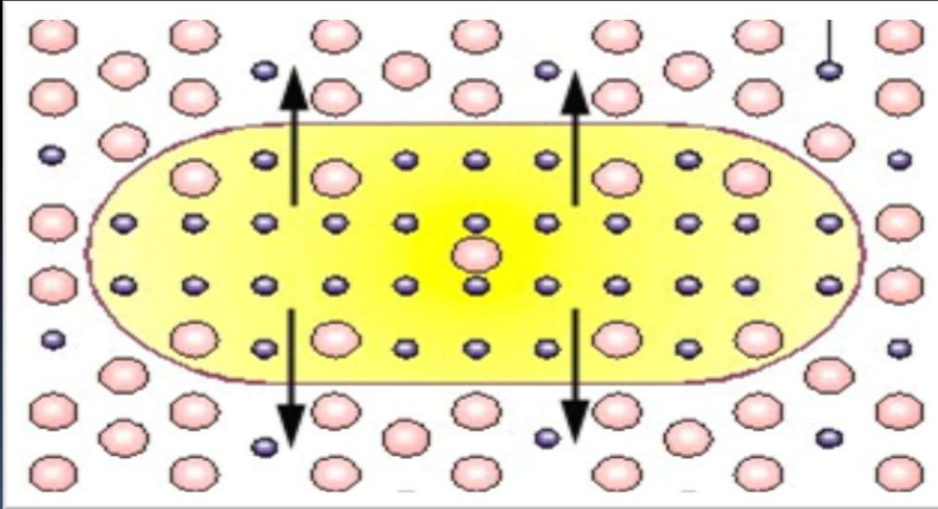
($10^2 - 10^4$ molecules/s)

Hücre zarının en önemli görevi

Sitoplazma ile hücreyi kuşatan çevre arasında konsantrasyon farkını korumaktır. Bu farkı korurken, gerekli olan maddeleri hücre içine geçirirken, hücre için fazla olan maddeleri hücre dışına çıkmasını sağlar. Bu geçirme işlemi *transport* olarak adlandırılır.

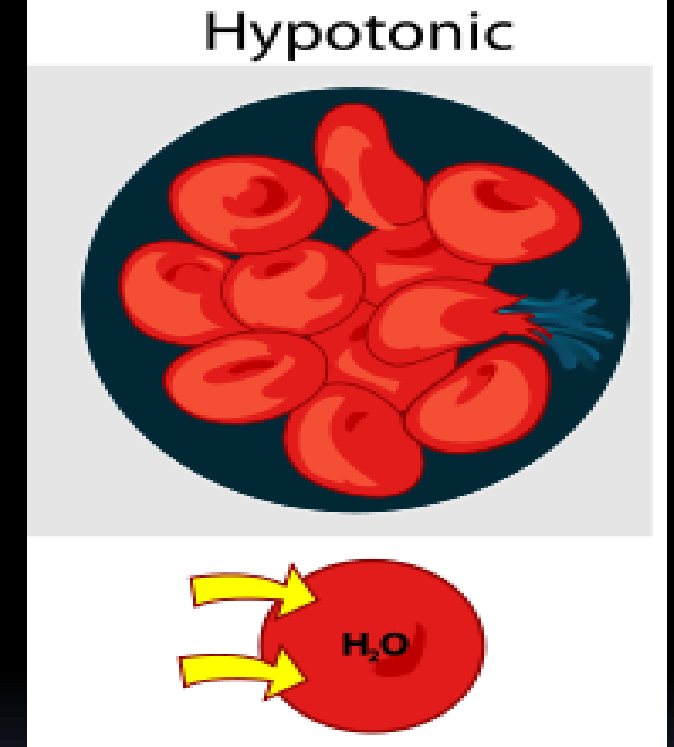
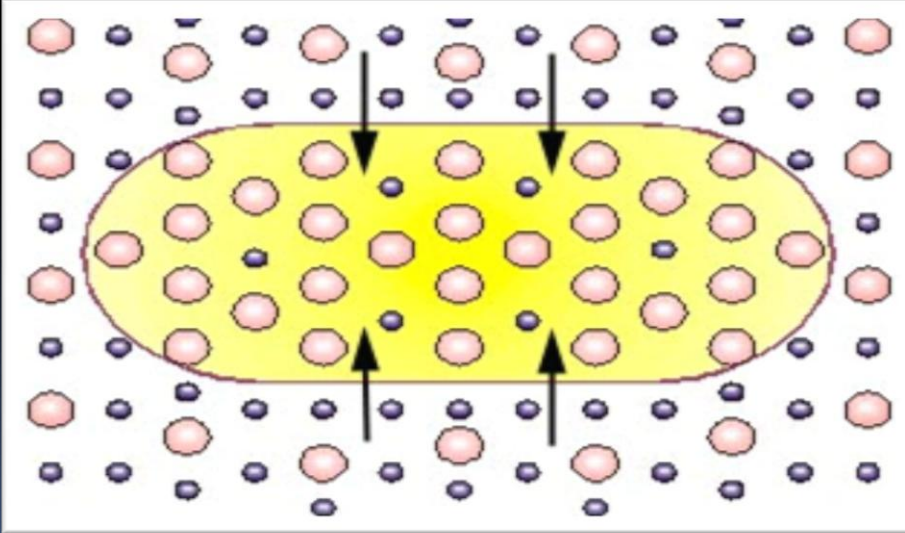
Hipertonik çözelti

Hücre içine göre **YÜKSEK** konsantrasyonda tuz çözeltisi içeren çözelti



Hipotonik çözelti

Hücre içine göre **DÜŞÜK** konsantrasyonda tuz çözeltisi içeren çözelti

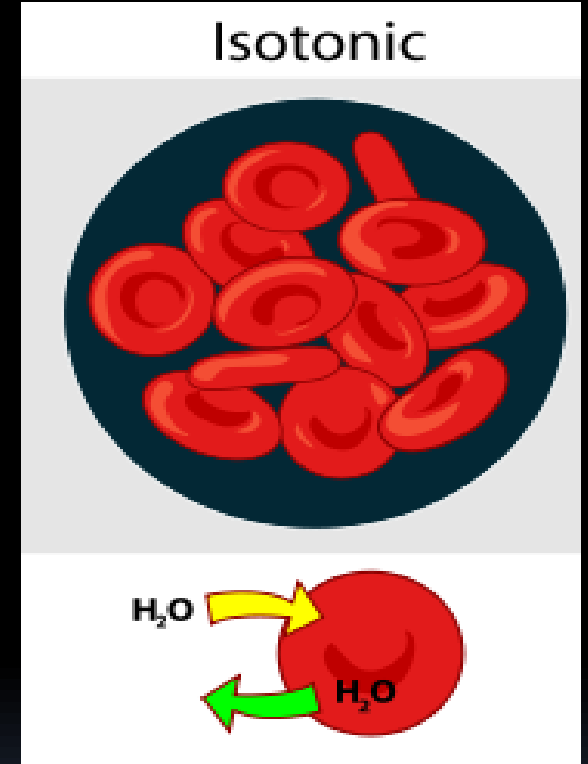
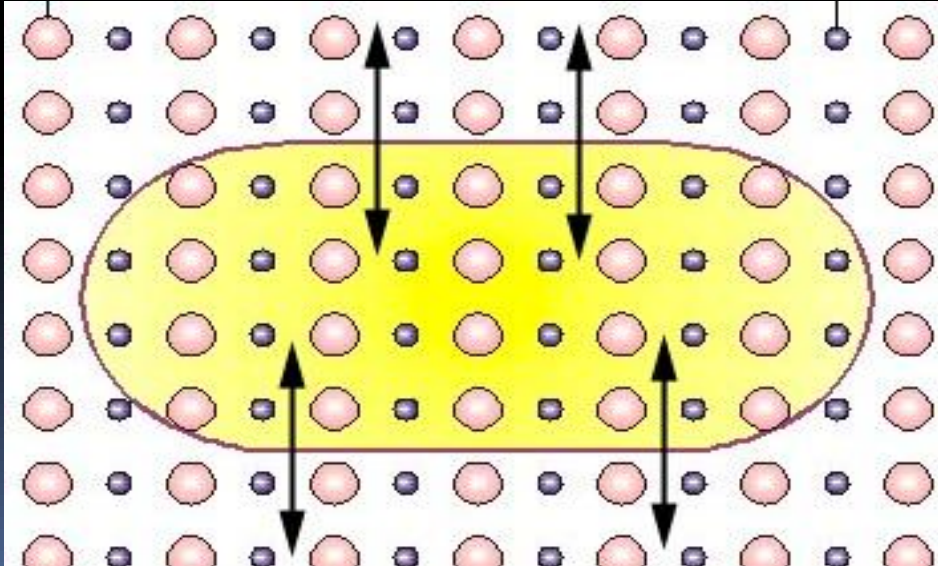


Su molekülü

Solvent

İzotonik çözelti

Hücre içine göre AYNI konsantrasyonda tuz çözeltisi içeren çözelti



	<i>Hücre içi (intraseellüler)</i>	<i>Hücre dışı (extraseellüler)</i>
--	---------------------------------------	--

<i>K⁺</i>	139 mM	4mM
<i>Na⁺</i>	12mM	145mM
<i>Ca⁺²</i>	0.0005mM	1,8mM
<i>Mg⁺²</i>	0,8mM	1,5mM
<i>Cl⁻</i>	4mM	116mM
<i>HCO₃⁻</i>	12mM	29mM
<i>pH</i>	7	7,4

Hücre Zarından Transport

Pasif taşınım

**Basit
difüzyon**

**Kolaylaştırılmış
difüzyon**

Aktif taşınım

**1.cil Aktif taşınım
(ATP kullanarak)**

**2.cil Aktif taşınım
(İyon gradienti ile)**

Pasif Taşıma

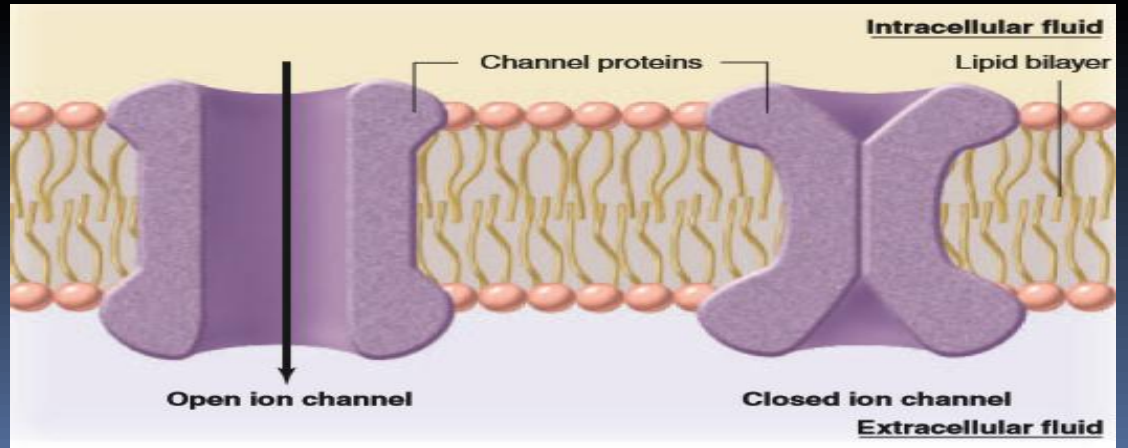
Permeazların yardımı ile konsantrasyon gradientine göre taşınacak molekül çok yoğun ortamdan az yoğun olduğu ortama geçer (*Down Hill Transport*).

Her bir protein belli iyonu ya da molekülü geçirir.

Basit Difüzyon

Doğrudan geçiş
Su, oksijen, azot
Karbondiyoksit
Eter alkol
Kloroform

**Kanal proteinlerinden
geçiş**



Basit difüzyon

Permeazların yardımı olmadan konsantrasyon gradientine göre taşınacak molekül çok yoğun ortamdan az yoğun olduğu ortama geçer (***Down Hill Transport***).

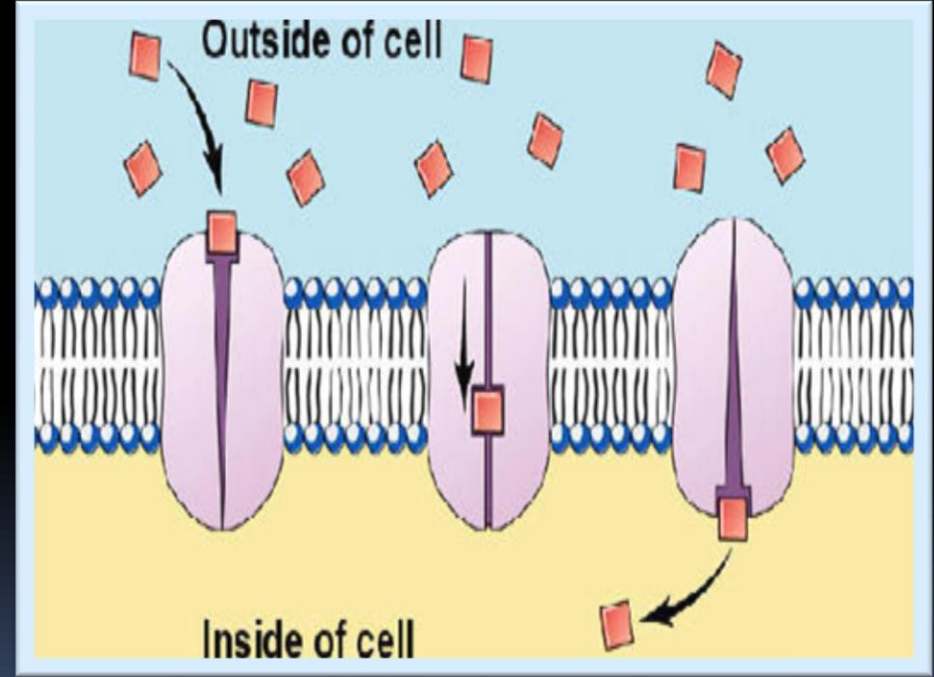
CO₂, O₂ gibi basit gazlar
Etanol gibi küçük moleküller

Kolaylaştırılmış Difüzyon

**Na⁺, K⁺, Cl⁻ ve Ca⁺² iyonlarının
kanallardan geçişi**

Kolaylaştırılmış difüzyon

Yüksek
konsantrasyondan
düşük
konsantrasyona
kanal proteinleri
aracılığıyla geçiş





Basit Difüzyon

- Taşınma oranı düşük

Pasif Difüzyon

- Taşınma oranı yüksek

Zarın her iki tarafındaki molekülün konsantrasyon gradientindeki artış taşınma oranını da arttırır.

Her bir taşıyıcı protein, bağlayacağı molekülün / iyonun tutunacağı özel bir bağlanma bölgesini içerir.

- Tek yönlü taşıyıcılar
uniport
- Çiftlenmiş taşıyıcılar
symport
antiport

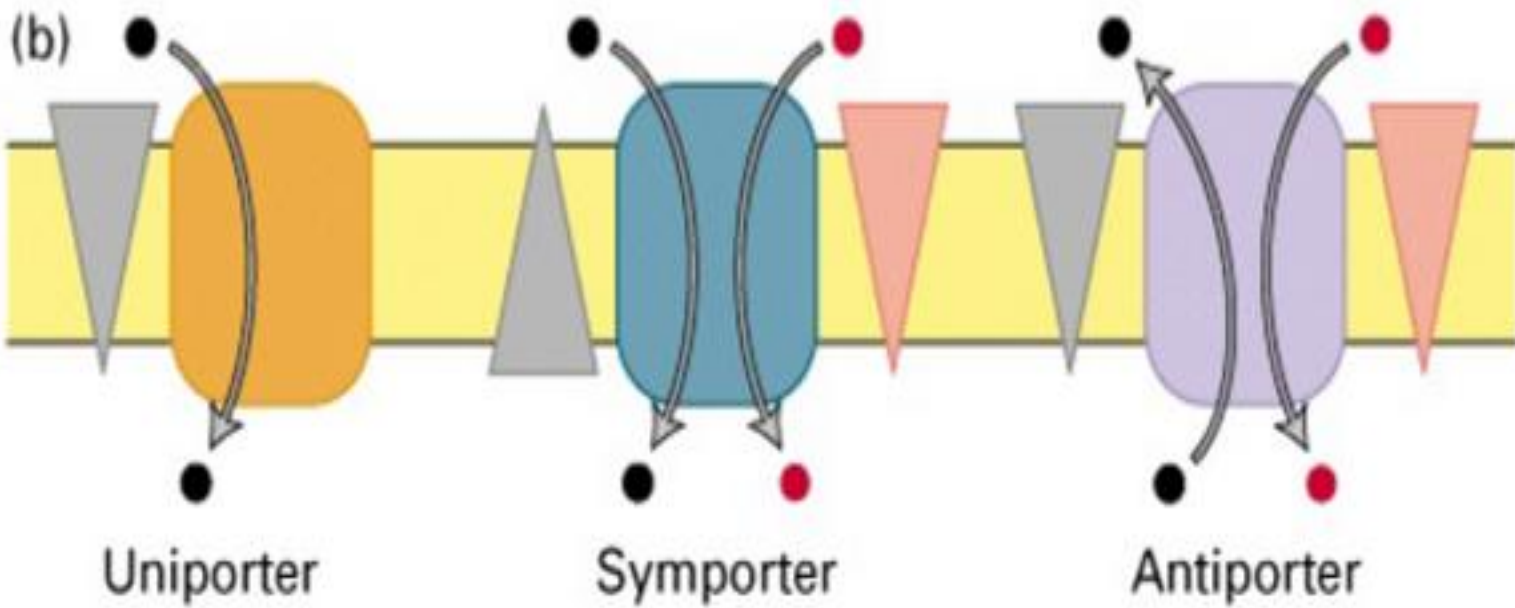
Çiftlenmiş taşıyıcılar

Bir iyonun ya da molekülün transferi diğer iyonun ya da molekülün transferi ile eş zamanlı ya da peşi sıra taşınmasına bağlıdır.



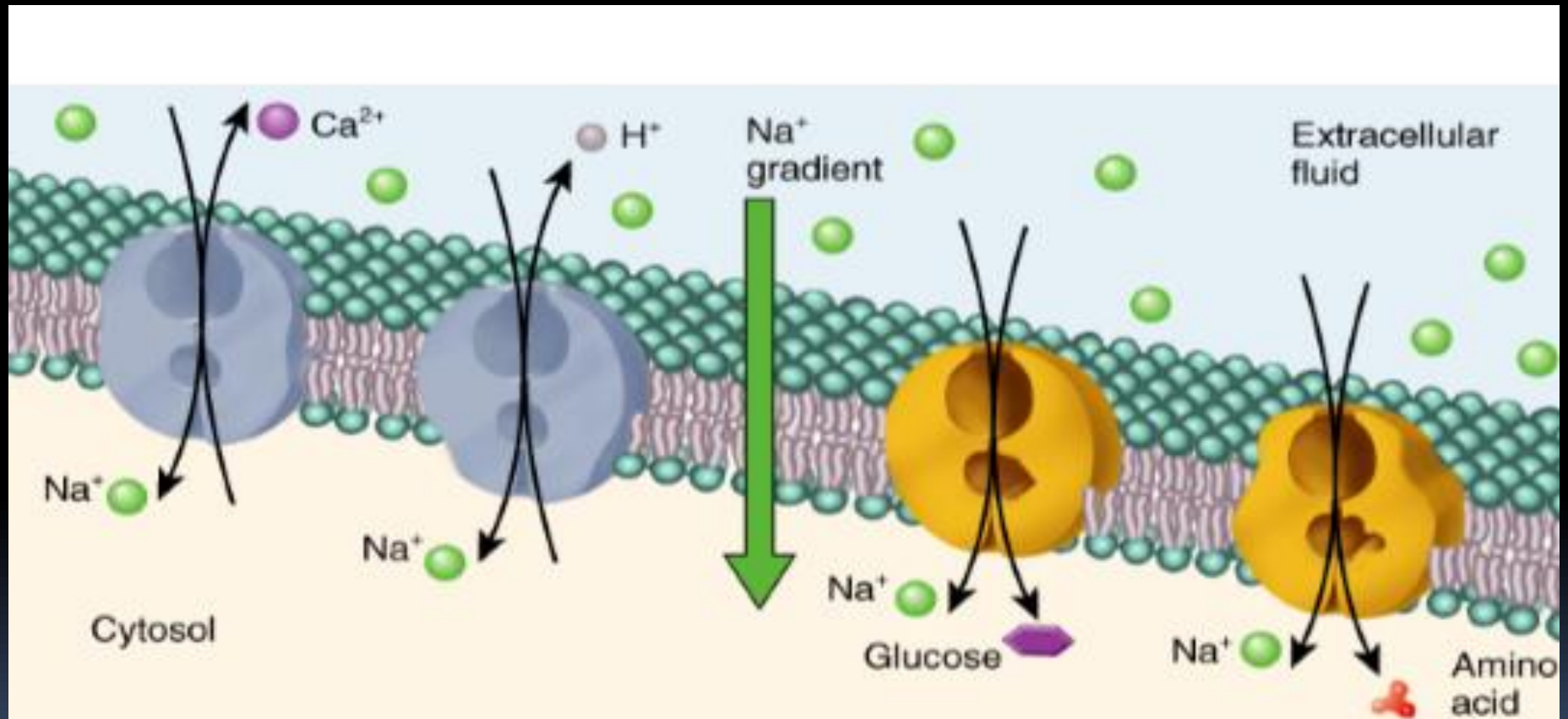
**Aynı yönde
Symport taşıyıcı**

**Zıt yönde
Antiport taşıyıcı**



Antiporter

Symporter



Aktif Taşıyım-1

Moleküllerin ya da iyonların kendi elektrokimyasal gradientlerine zıt yönde taşıyımması aktif taşıyımdır (***Up Hill Transport***).

- Aktif taşıyımda ATP kullanılır.
- Pompaların aktivitesi tek yönlüdür.

Aktif Taşınım-2



**ATP
kullanarak**

**iyon gradienti
kullanarak**

**1.cil Aktif taşınım
(ATP kullanarak**

**Na⁺/K⁺ ATPaz
(Pompası)**

**Ca⁺² ATPaz
(Pompası)**

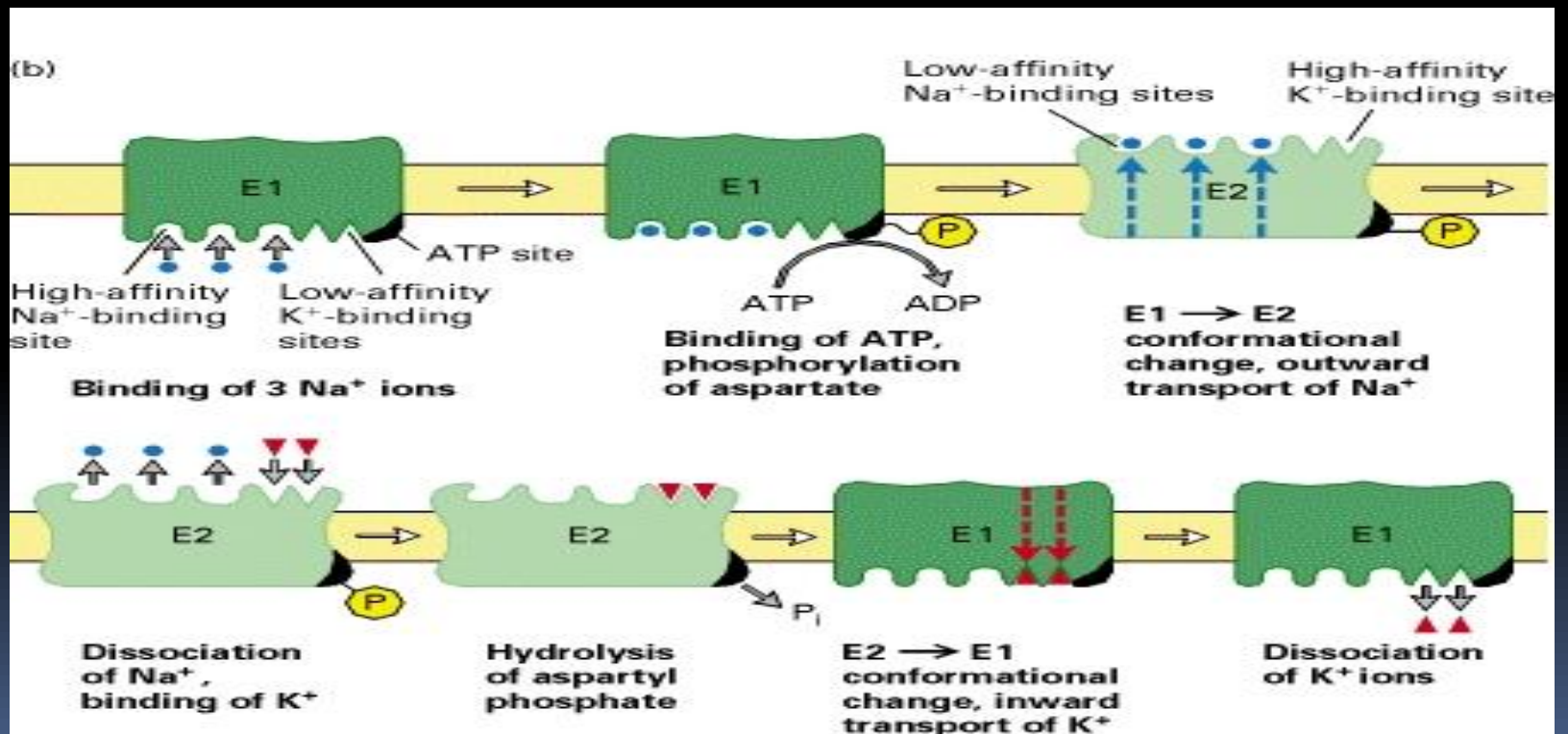
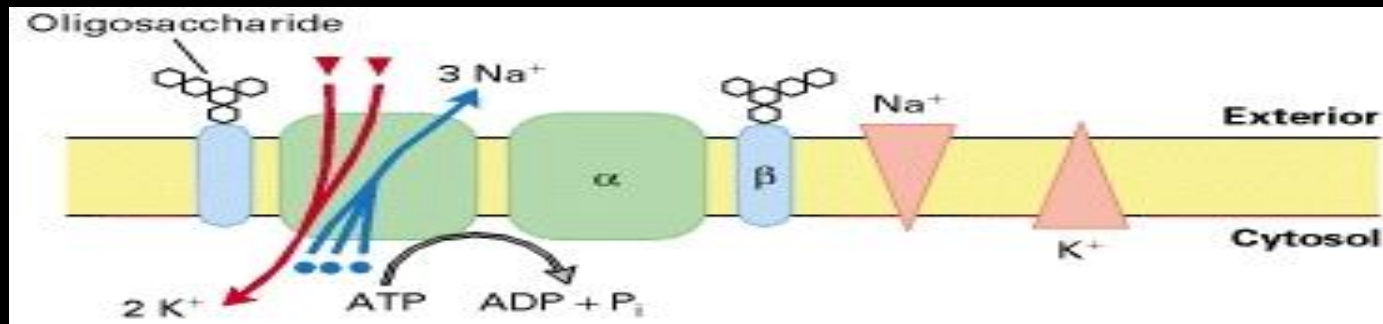
**H⁺¹ATPaz
(Pompası)**

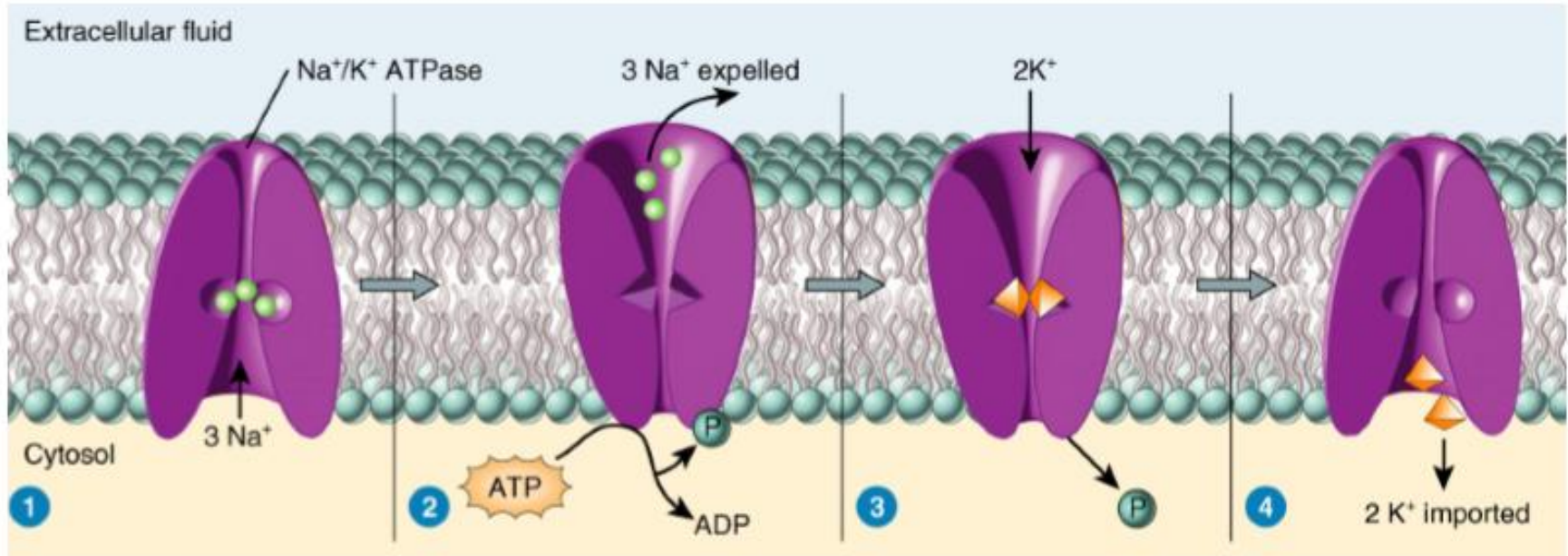
Na⁺/K⁺ Pompası-1

- $[K^+]$ h.içi $>$ h.dışı farkını korur
- Antiport pompa
- $3Na^+$ h.dışına, $2K^+$ h.içine pompalar
- Elektrojenik
- TM protein

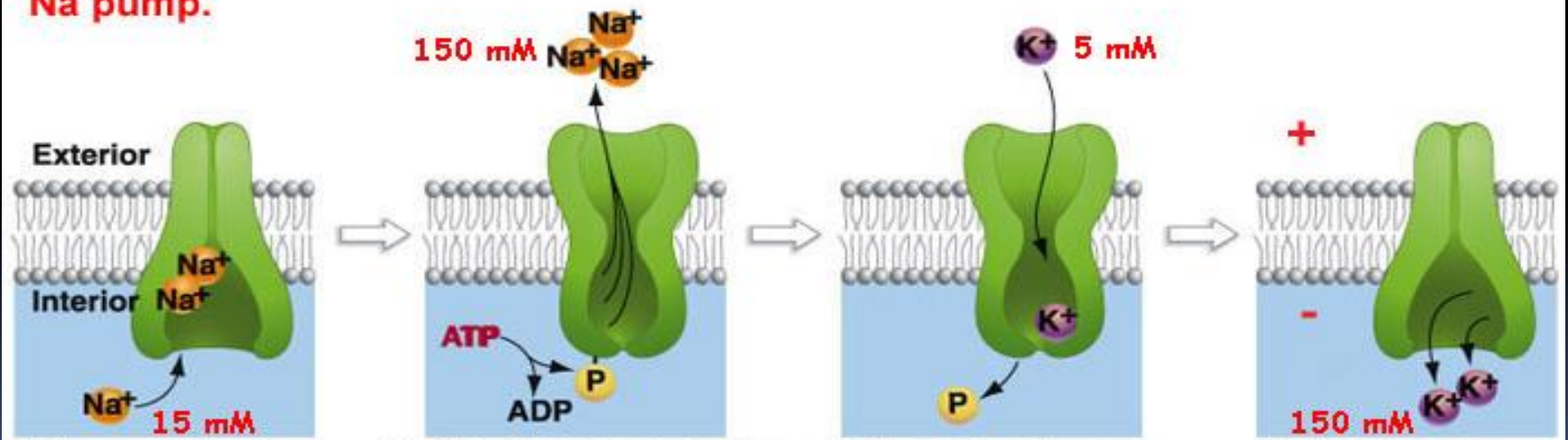
Na⁺/K⁺ Pompası-2

- α ve β alt birimleri
- ATP bağlama bölgesi sitoplazmik yüzde
- Osmotik dengenin korunması ve hücre hacminin stabilize olmasını sağlar





Na pump.



1. Three sodium ions (Na⁺) enter the enzyme from within the cell.

2. ATP phosphorylates the enzyme, causing it to pump 3 Na⁺ out of the cell.

3. Two potassium ions (K⁺) enter the enzyme from outside the cell.

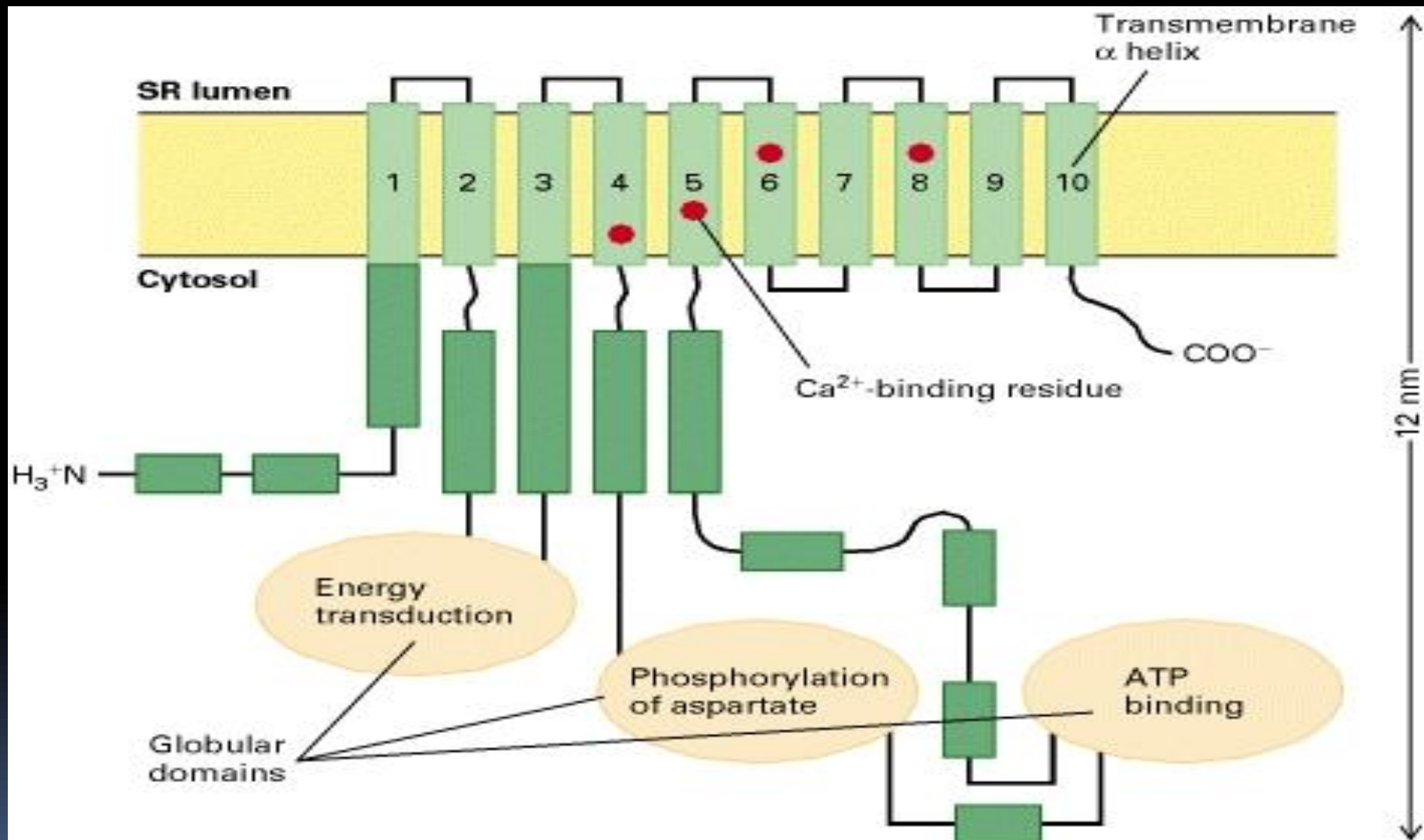
4. The now-unphosphorylated enzyme pumps the 2 K⁺ into the cell.

Ca²⁺ Pompası-1

- [Ca²⁺] h.dışı > h.içi
- ATPaz
- Hücre zarında ve sarkoplazmik Retikulum zarında
- 1 ATP hidrolizine karşılık 2 Ca²⁺ Sitozolden uzaklaşır.

Ca²⁺ Pompası-2

- Tek polipeptid
 - 10 TM α -sarmalı
 - 1. TM α -sarmalı Ca²⁺ bağlar
 - 2.ve 3. TM α -sarmalı enerji iletimi
 - 4. TM α -sarmalı fosforlanan aspartat' ı
 - 5. TM α -sarmalı ATP bağlanan kısım

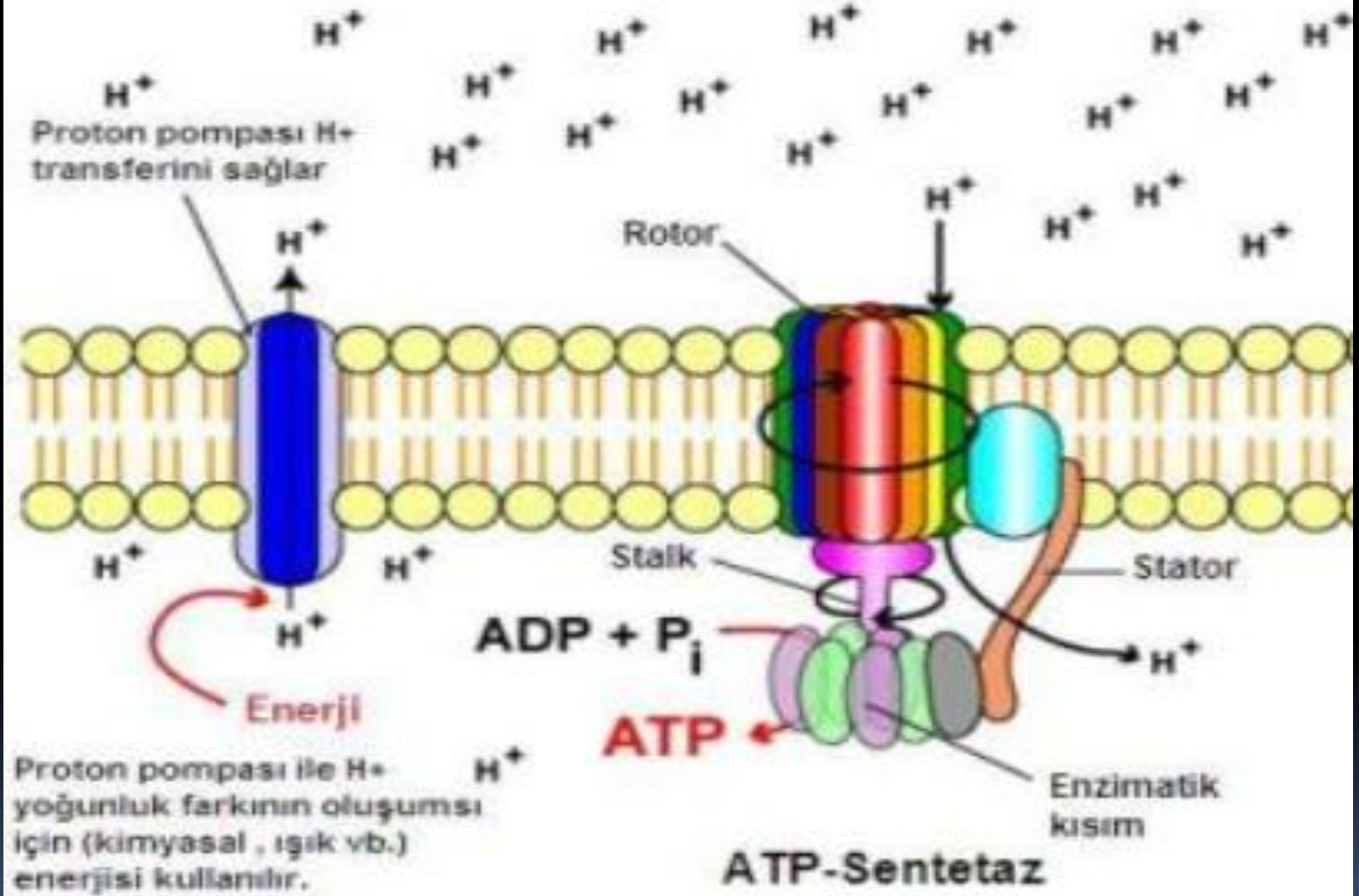


H⁺ pompası-1

- Lizozom zarında: sitozolün pH=7 iken lizozum pH \cong 4,5-5

H⁺ pompası-2

- Mide parietal hücre zarında
 - 0,1 M HCl
 - Pepsin proteinleri sindirir
 - HCl oksintik hücrelerinden salınır



Proton pompası ile H^+ yoğunluk farkının oluşması için (kimyasal, ışık vb.) enerjisi kullanılır.

ATP-Sentetaz

**2.cil Aktif taşınım
(İyon gradienti ile)**

**Na⁺ iyon
gradientiyle
Ca⁺²,H⁺ ve glikoz
taşınımı**

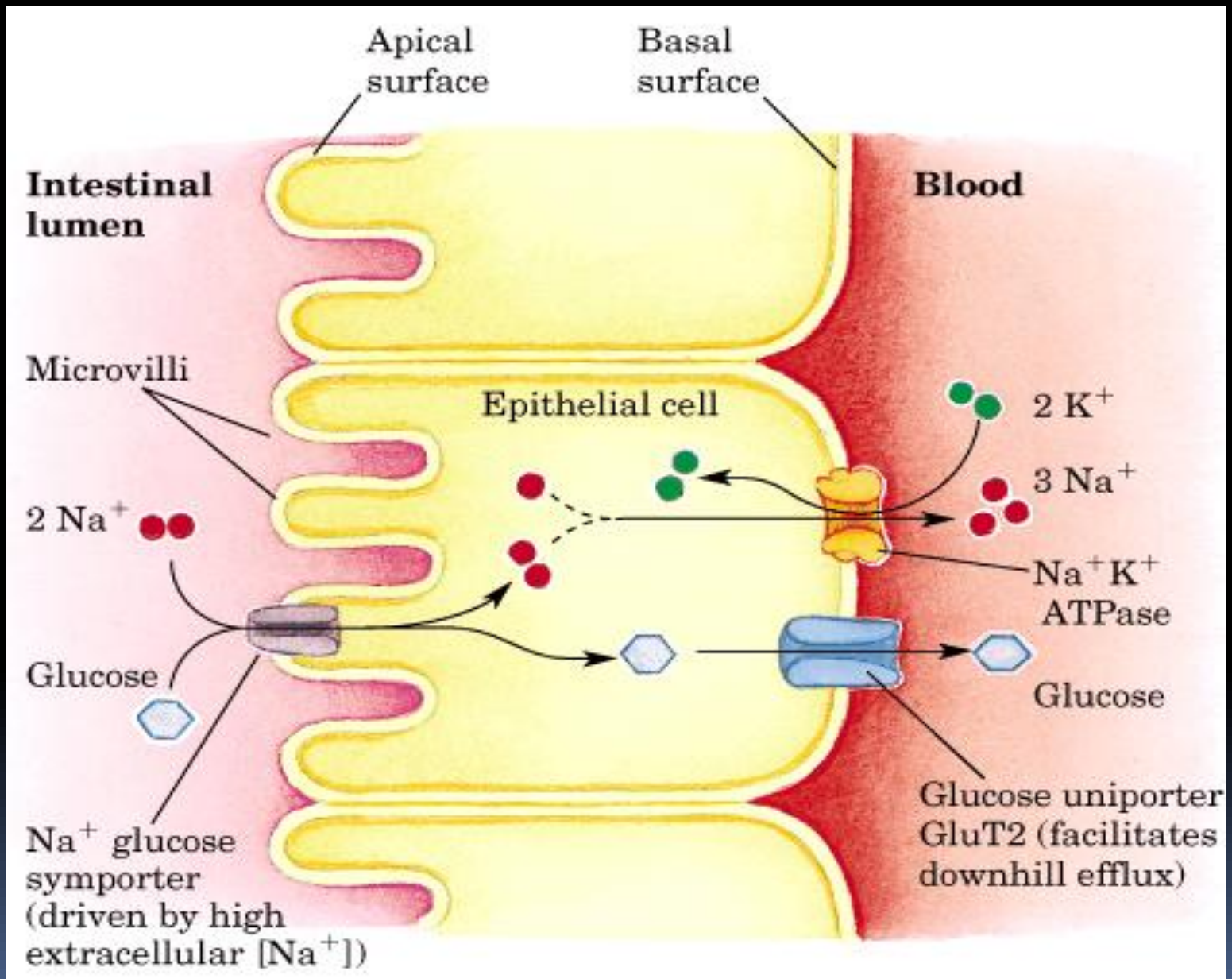
**Eritrosidlerde
klorid bikarbonat
taşınımı**

İkincil Aktif Taşınım-1

- Sürüklenme şeklinde diğer moleküllerin taşınmasına 2.cil aktif taşınım denir.
- İyon gradientinde depo edilen enerji kullanılır.
- Na⁺ hücre içine girerken beraberinde şeker ve amino asitleri de sürükler.

İkincil Aktif Taşınım-2

- Na^+ gradienti ne kadar yüksek ise hücre içine girecek solvent molekülleri de o kadar yüksek oranda h.içine sokar.
- Na^+ / K^+ ATPazı bu symport taşınım için dolaylı olarak enerji sağlar.



İkincil Aktif Taşınım-3

- Eritrosit zarı yer alan permeaz Cl^- ve HCO_3^- antiport taşıır
- Band 3 proteinleri
 - Normal h.zarı Cl^- karşı K^+ ve Na^+ göre 1/10 oranında geçirgendir. Eritrositlerin zarında anyonları taşımalarını sağlar

Carbon dioxide produced by catabolism enters erythrocyte

Bicarbonate dissolves in blood plasma

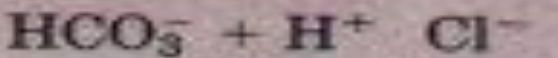
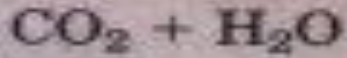
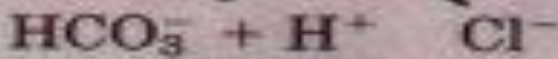
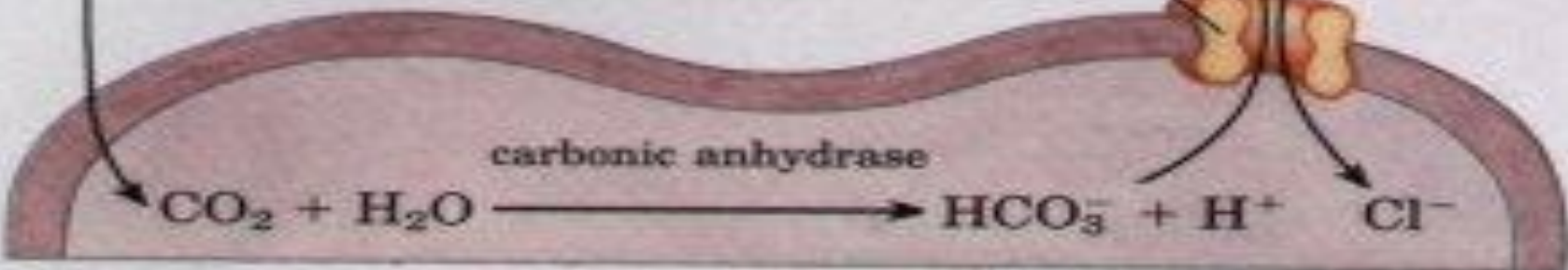
CO_2

Chloride–bicarbonate exchange protein

HCO_3^-

Cl^-

At respiring tissues



At lungs



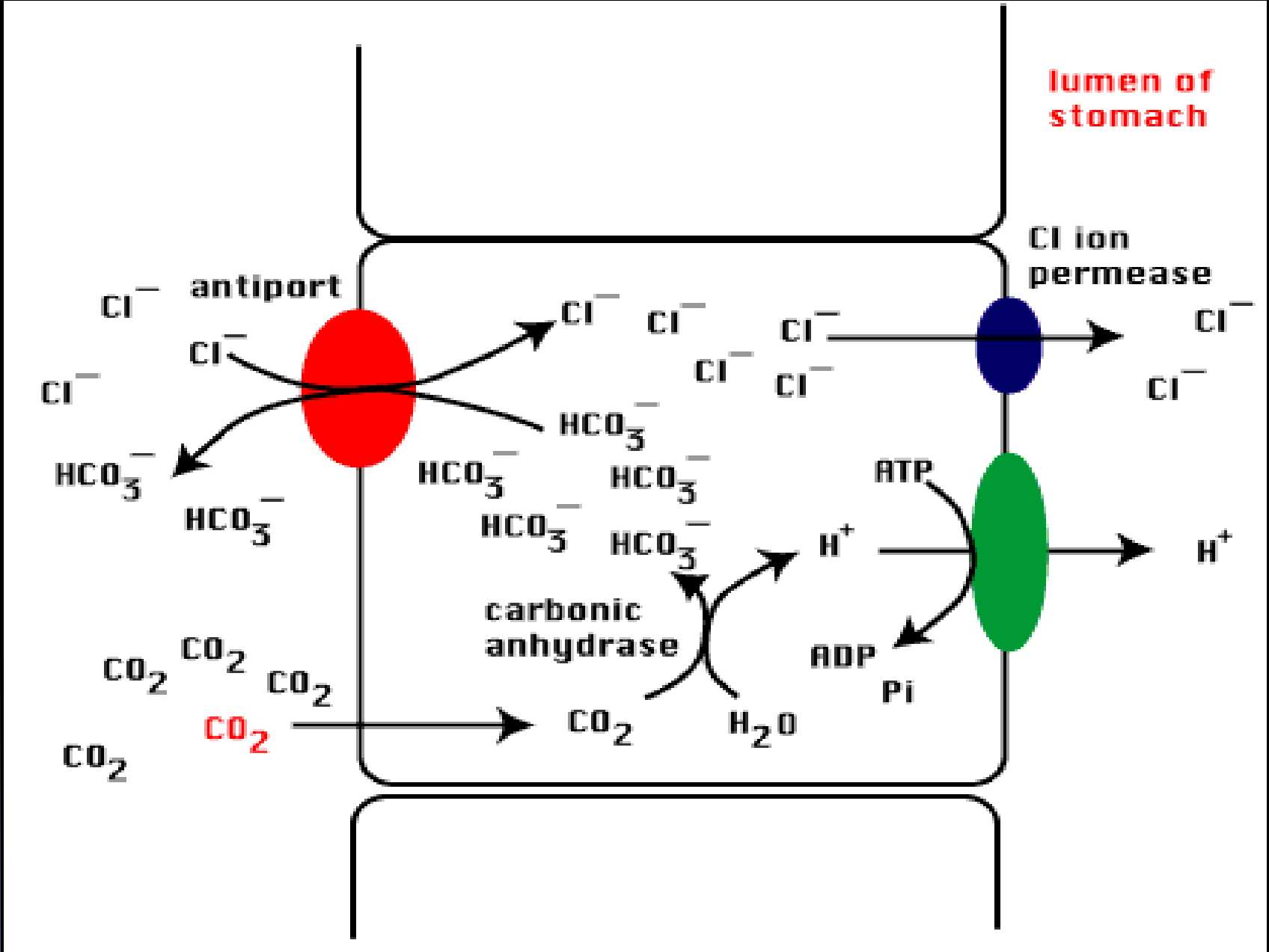
CO_2

HCO_3^-

Cl^-

Carbon dioxide leaves erythrocyte and is exhaled

Bicarbonate enters erythrocyte from blood plasma



ATPaz Pompa Tipleri

*P Sınıfı
Pompalar*

*ABC Süper
Ailesi
Pompalar*

*V Sınıfı
Pompalar*

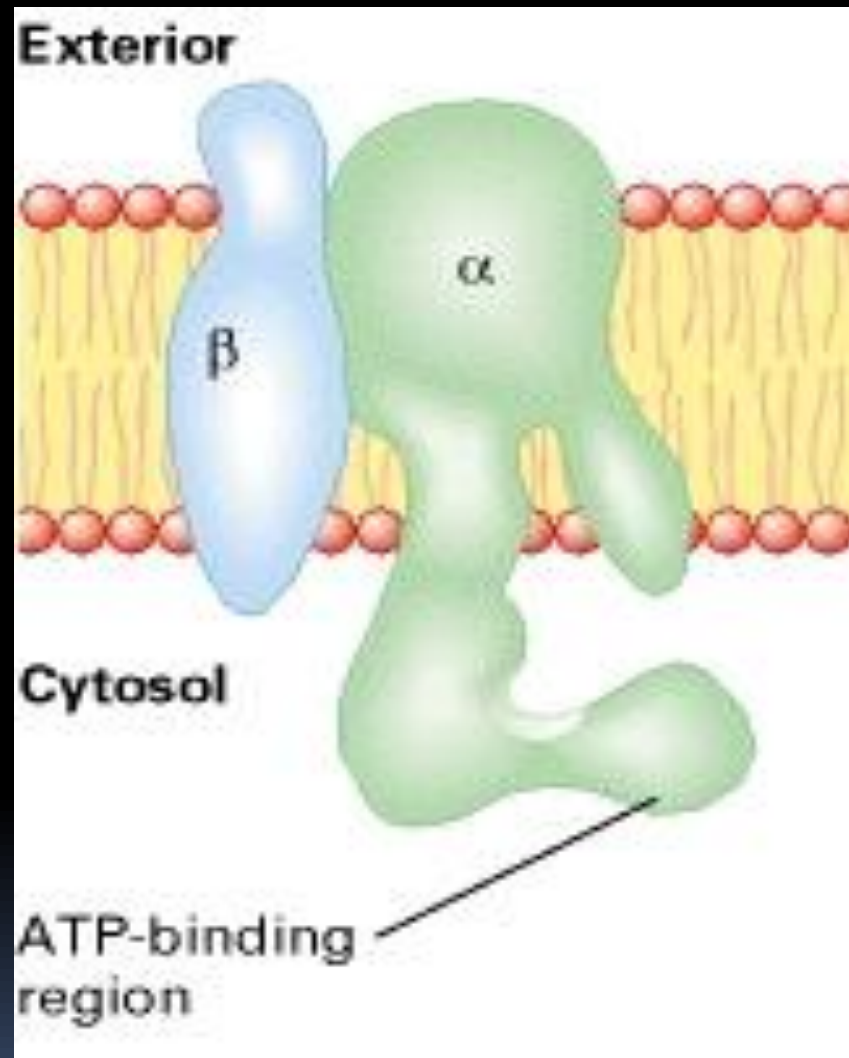
*F Sınıfı
Pompalar*

P Sınıfı ATPaz Pompaları

- Membranı kat eden α -alt birimi
 - *Na⁺ / K⁺ ATPaz*
 - *Ca⁺² ATPaz*
 - *H⁺ proton*

P Class

H^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{2+}





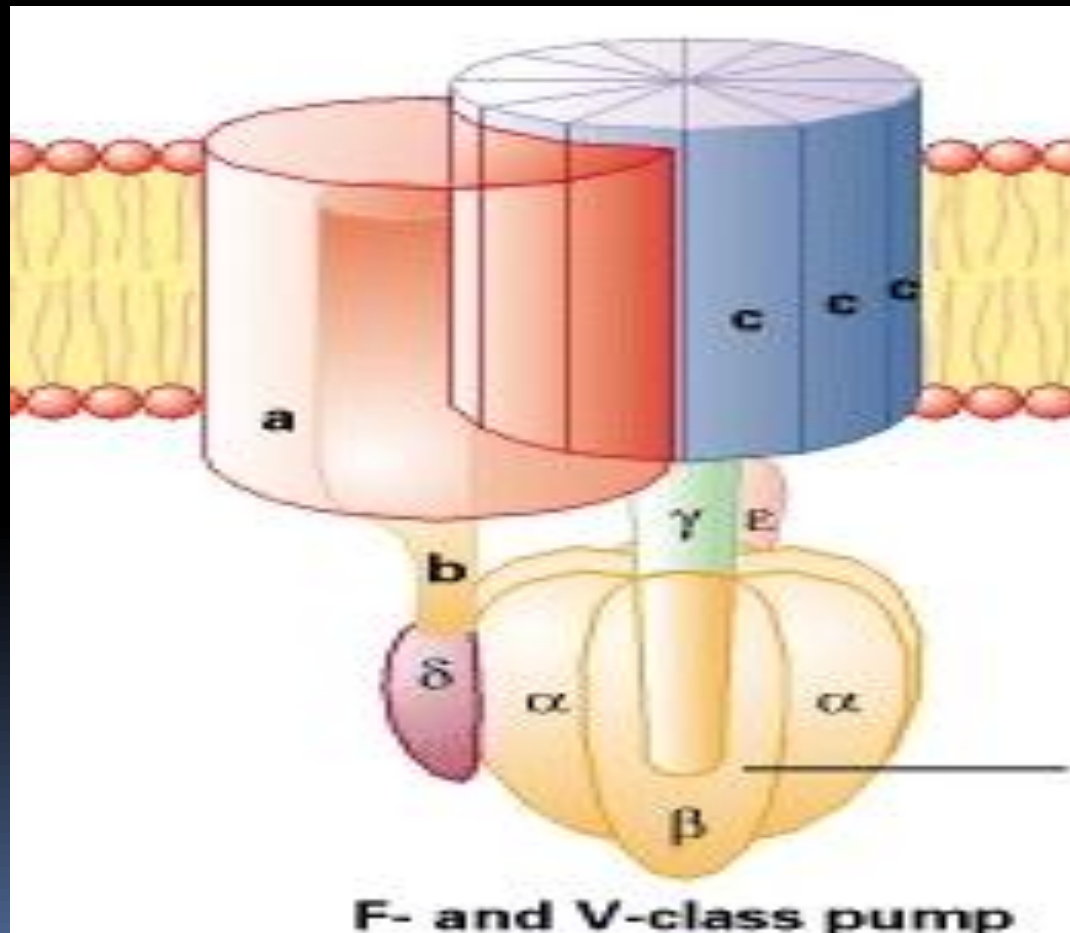
F Sınıfı ATPazlar

- H.dışından içine proton transferi ve ATP sentezini sağlar
- Fo ve F₁ alt birimleri

V Sınıfı ATPazlar

- H⁺ iyonunu taşırlar
- 2 domainden oluşur.
 - Sitoplazmik domain hidrofilik
 - TM domain

F Class	V Class
Substances Transported	
H ⁺ only	H ⁺ only



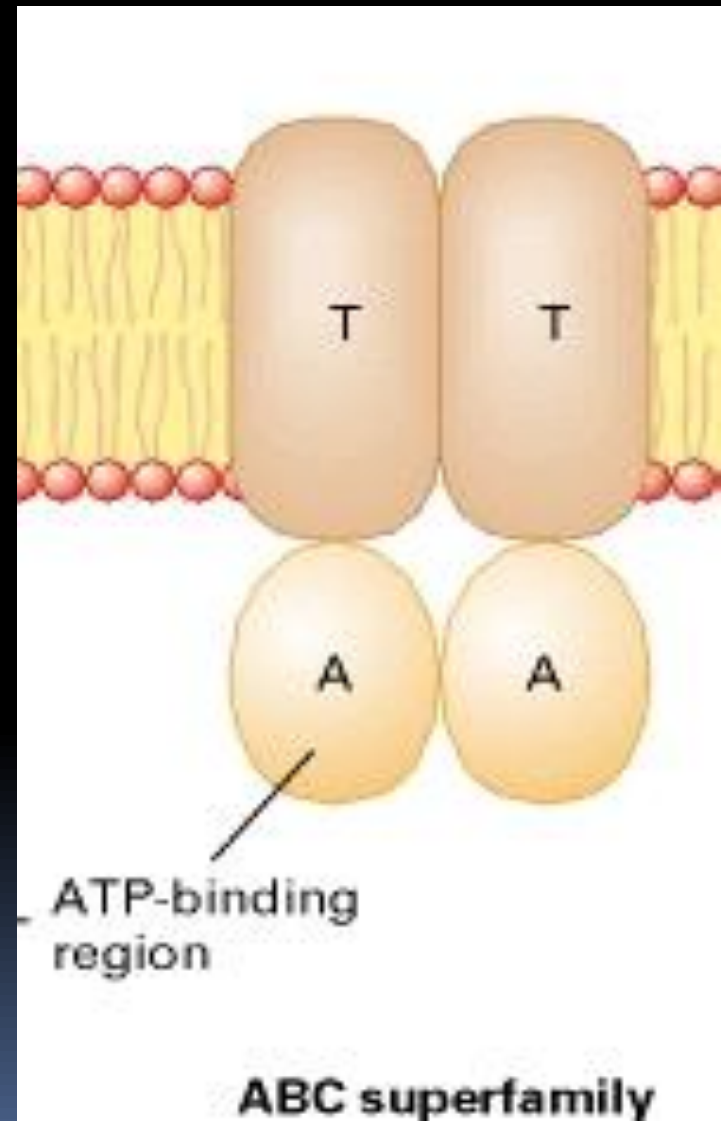
ATP-binding region

ABC Sınıfı ATPaz Pompaları

- Yüzden fazla çeşidi
- 4 farklı polipeptid zincirinden ve 4 domainden
 - 2 ATP bağlama
 - 2 TM

ABC Class

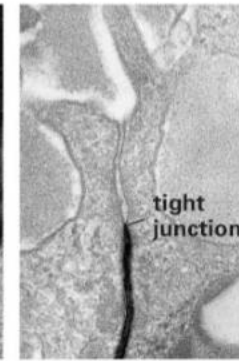
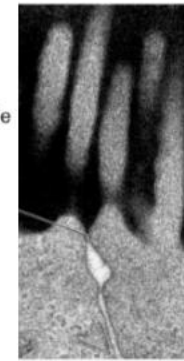
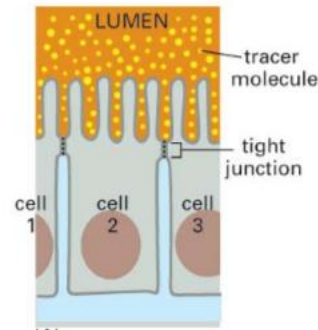
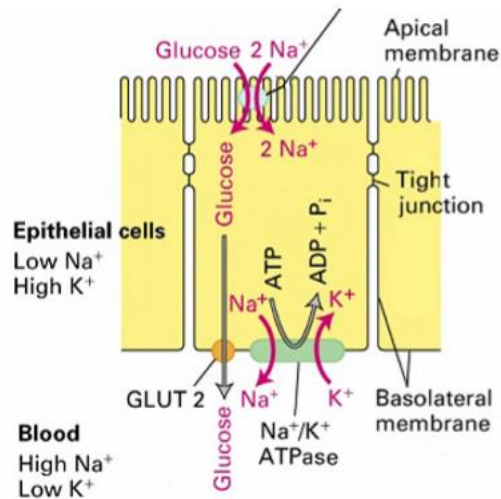
Ions and various small molecules



Occluding Junctions Tight Junction

Separates two environments

External body <incl. Intestine lumen, urinary-tract lumen>
vs
Extracellular fluid (body fluid) <incl. Blood, lymph>



Grup Translokasyonu

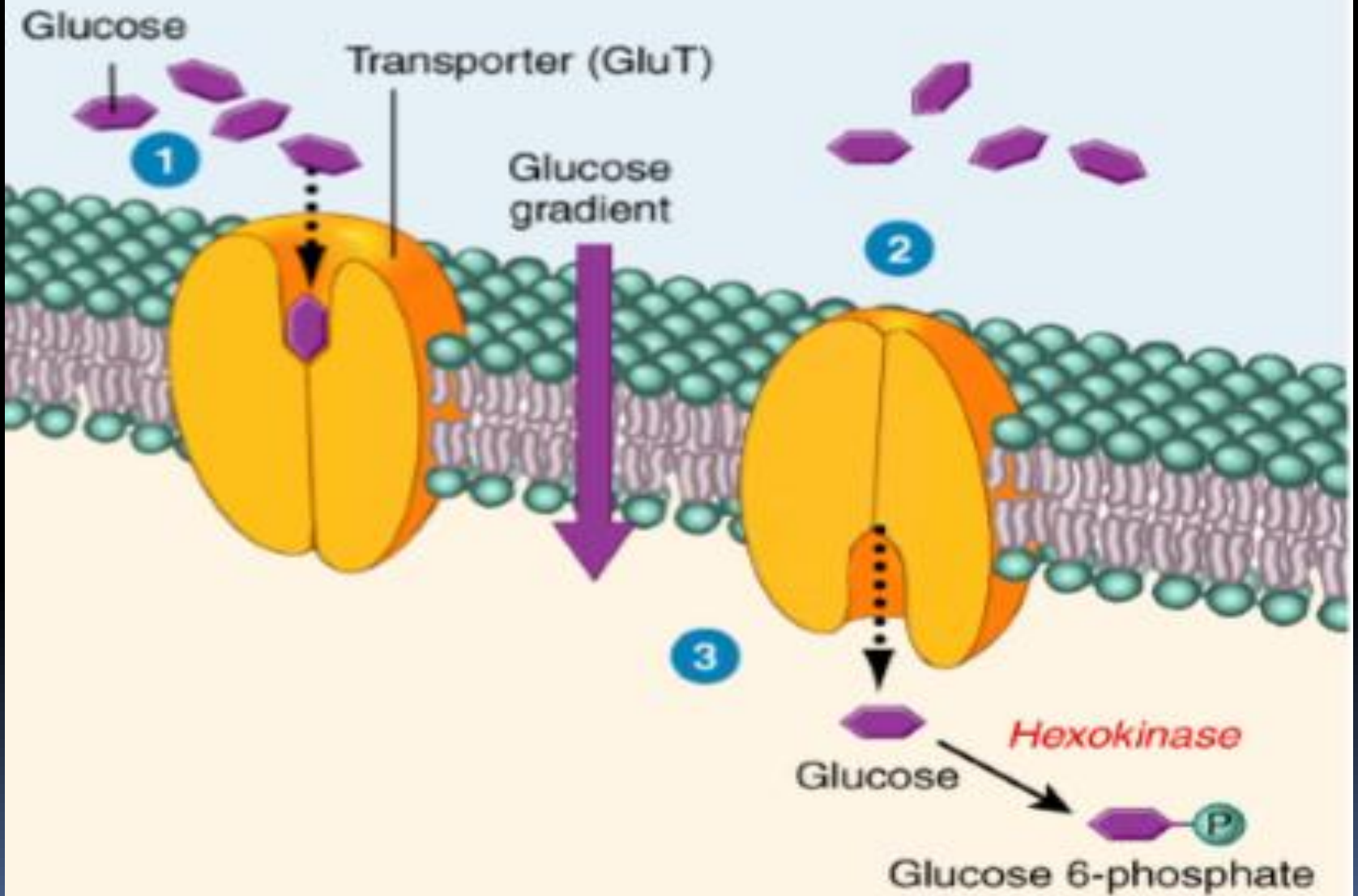
Bazı zarlarda taşınan maddeyi zorunlu kimyasal değişikliğe uğratan bir başka taşınım sistemi

Örneğin, bakteri hücrelerinde Glukoz glikoz-6-P olarak taşınması

Extracellular fluid

Plasma membrane

Cytosol

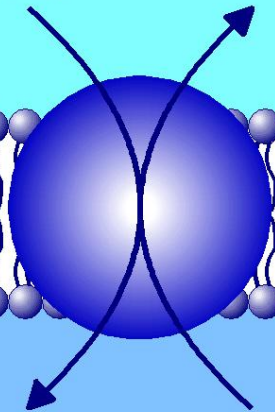


Extracellular space

$\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$
exchanger

NCX

3 Na^+

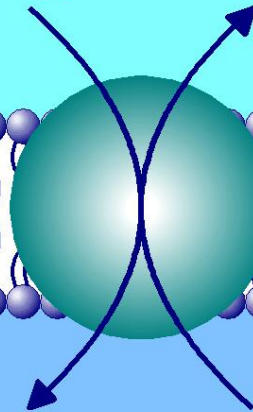


1 Ca^{2+}

Na^+/H^+
exchanger

NHE

1 Na^+

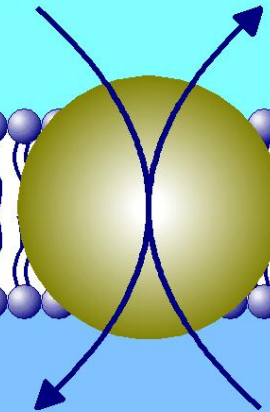


1 H^+

$\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$
exchanger

AE

1 Cl^-



1 HCO_3^-