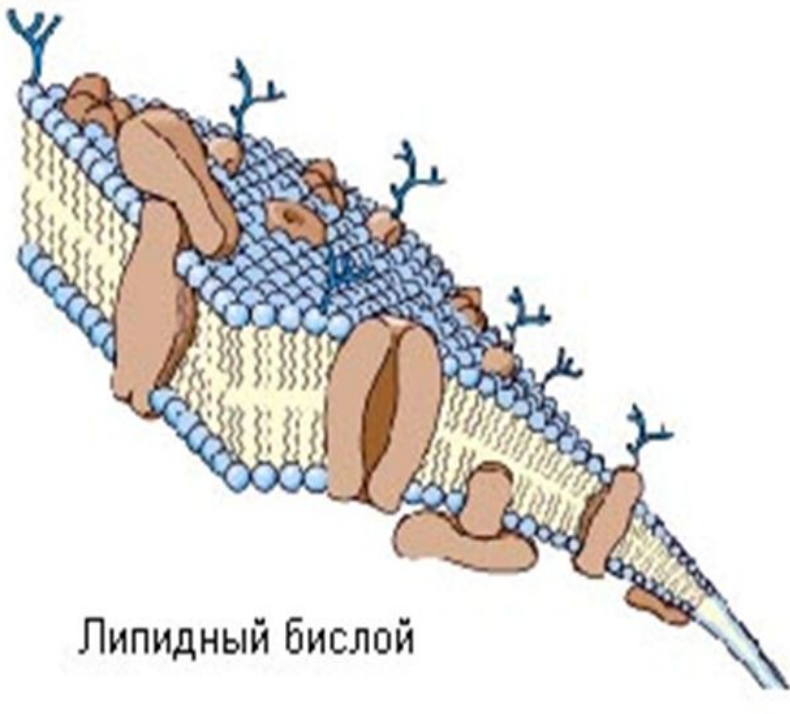


*Структура и
функции
биологических
мембран*

План:

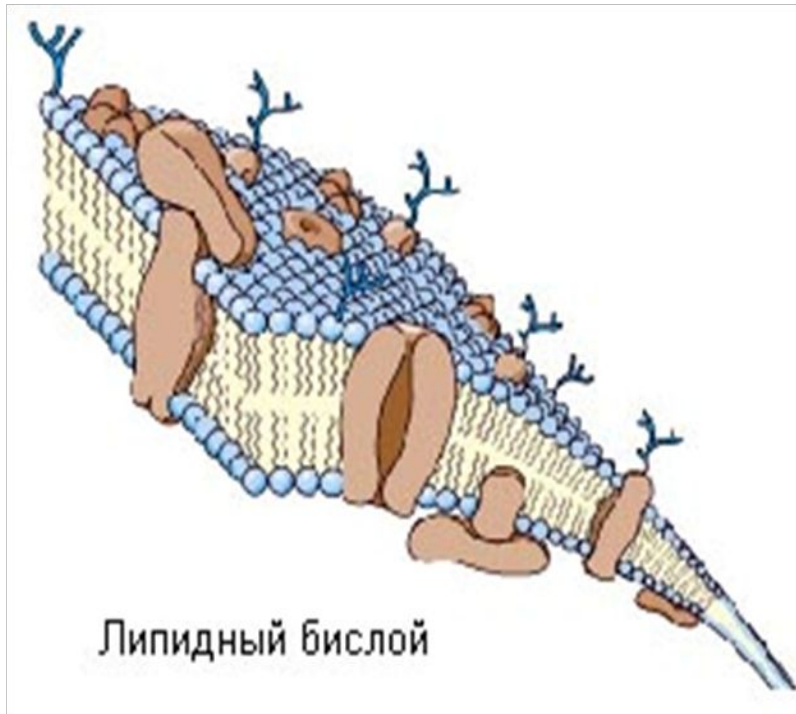
1. Химический состав и строение мембраны
2. Общие свойства мембран
3. Функции мембраны
4. Виды транспорта веществ через мембрану
5. Пассивный транспорт: диффузия, осмос. Осмотические явления в клетке.
6. Активный транспорт. Ионные насосы и их значение.

Жидкостно-мозаичная модель строения мембраны



- Структурную основу мембраны составляет бимолекулярный слой липидов
- В липидном «озере» как бы плавают молекулы белков
- Предложена Сингером и Николсоном в 1972г.

Химический состав мембраны

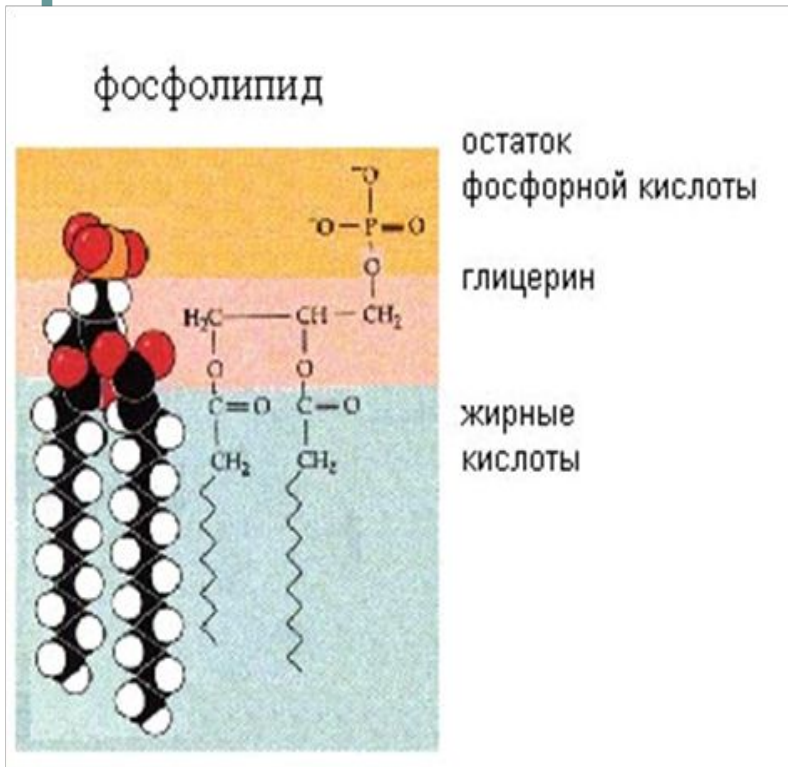


- Липиды 25-60 %
- Белки 40-75%
- Углеводы 2-10%

Липиды

- Фосфолипиды
- Сфинголипиды
- Стериды

Фосфолипиды



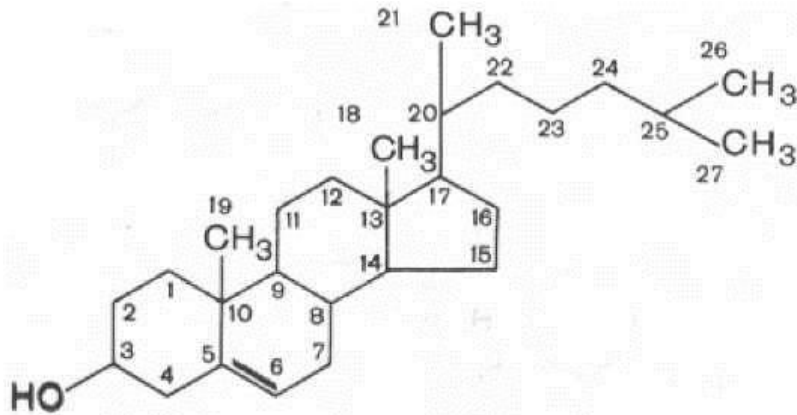
- Это сложные эфиры глицерина с двумя жирными кислотами и H_3PO_4
- Фосфорная кислота может быть связана с различными химическими группами (холин, серин, инозит, этаноламин) Например: лецитин (в состав входит холин)
- Молекула фосфолипида состоит из **гидрофильной головки** и **2х гидрофобных хвостов**.
- Образуют бимолекулярный слой. Подвижны.
- Функция: барьерная (создают поверхности раздела фаз)

Сфинголипиды



- Глицерин замещен на аминспирт **сфингозин**
- Много в мембранах нервных клеток
- Например: **сфингомиелин, цереброзид**
- Молекула Молекула сфингомиелина содержит как бы полярную «головку», которая несет одновременно и положительный (остаток холина Молекула сфингомиелина содержит как бы полярную «головку», которая несет одновременно и положительный (остаток холина), и отрицательный (остаток фосфорной

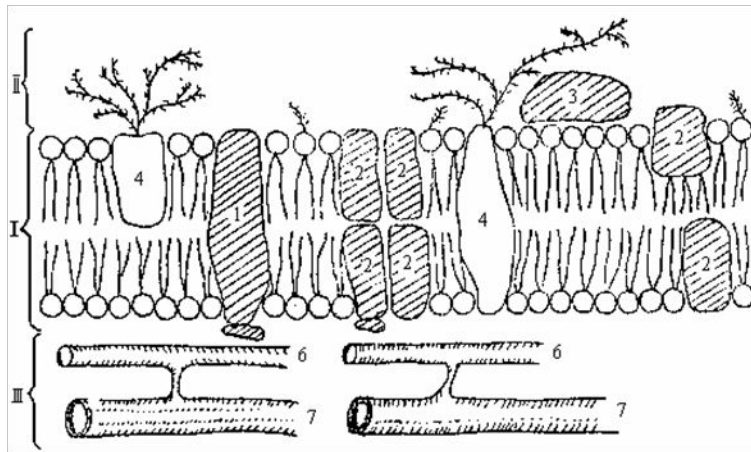
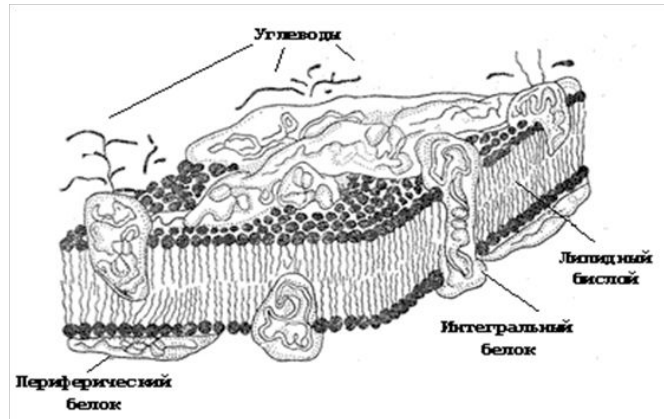
Стериды



Холестерин (холестерол)

- Сложные эфиры циклических спиртов и карбоновых кислот
- Например:
холестерин
- Придает мембране жесткость, уменьшает проницаемость
- В растительных клетках холестерин отсутствует, его функцию выполняют фитостерины

Белки



По расположению в мембране:

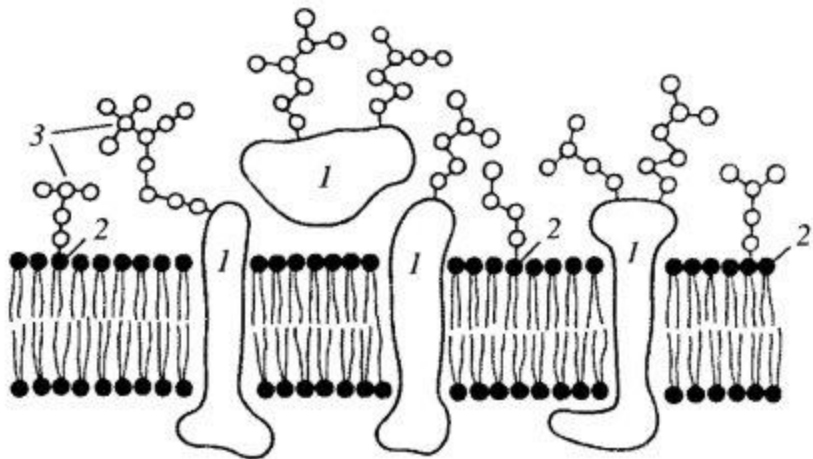
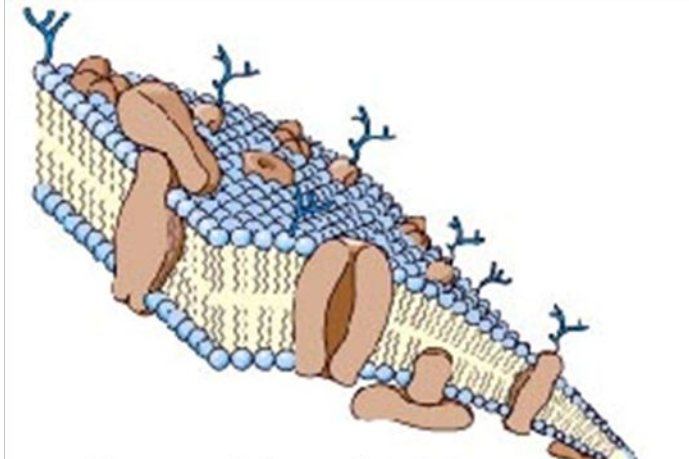
- **Поверхностные** (периферические)
- **Интегральные** (погруженные и сквозные)

По функции:

- **Структурные**
- **Ферменты**
- **Переносчики**
- **Рецепторы**

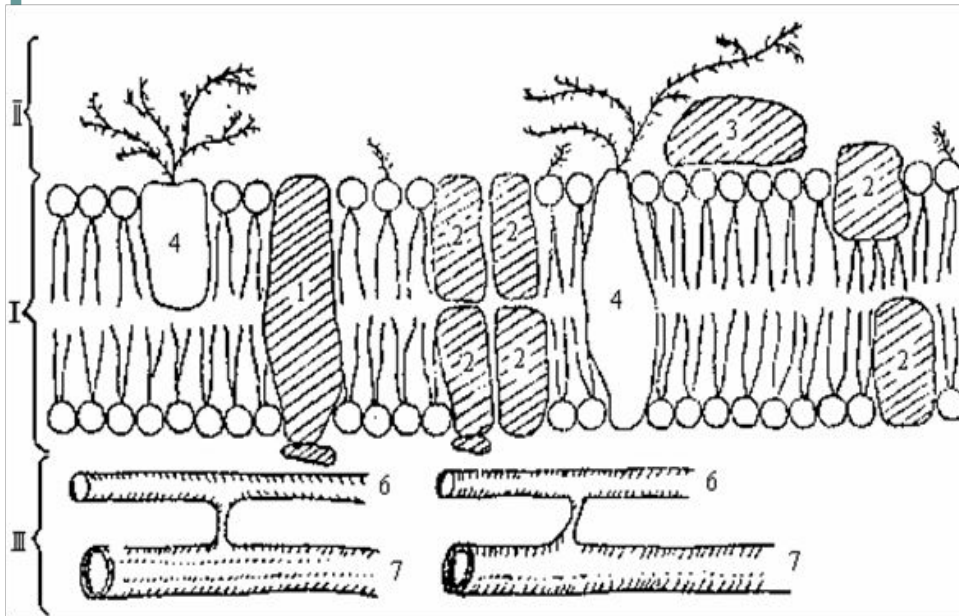
Также как и липиды
ПОДВИЖНЫ.

Углеводы



- Образуют длинные ветвящиеся цепочки.
- Химически связаны либо с белками (гликопротеиды), либо с липидами (гликолипиды).
- Образуют надмембранный слой.
- Углеводный слой мембраны называется **гликокаликс**.
- **Функция:** рецепторная (узнавание клеток, гормонов, вирусов и т. д.)

Подмембранный слой



- Образован элементами цитоскелета.

Функция:

Придает мембране прочность

Обеспечивает подвижность

Общие свойства мембран

- Подвижность
- Ассиметричность
- Замкнутость
- Избирательная проницаемость
- Изменение фазового состояния (вязкости)

Функции мембраны

1. Барьерная (отграничивает клетку от окружающей среды)
2. Транспортная (обмен веществ между клеткой и окружающей средой)
3. Рецепторная (воспринимает информацию из окружающей среды)
4. Ферментативная (осуществляет биохимические реакции)
5. Участвует в образовании межклеточных контактов
6. Участвует в реакциях иммунитета (фагоцитоз, синтез антител)
7. Участвует в образовании мембранного потенциала
8. Участвует в образовании специальных органоидов (микроворсинки, реснички, жгутики).

Транспорт веществ

Пассивный

- Идет без затрат энергии по градиенту концентрации (из большей в меньшую – по закону диффузии).

Относится:

- -простая диффузия (вода, кислород, углекислый газ, липофильные вещества)
- -облегченная диффузия с помощью белков-переносчиков (глюкоза, аминокислоты)
- -осмос (вода)
- -фильтрация (ионы)

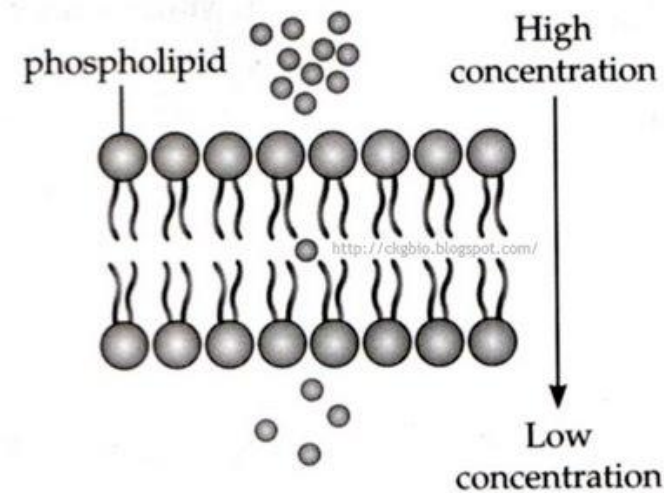
Активный

- Идет с затратой энергии против градиента концентрации (из меньшей в большую)

Относится:

- -транспорт низкомолекулярных веществ с помощью белков-переносчиков (ионные насосы)
- -везикулярный транспорт высокомолекулярных веществ (эндоцитоз, экзоцитоз)

Диффузия



Молекулы растворяются в мембране а затем во внутриклеточной жидкости

Зависит от:

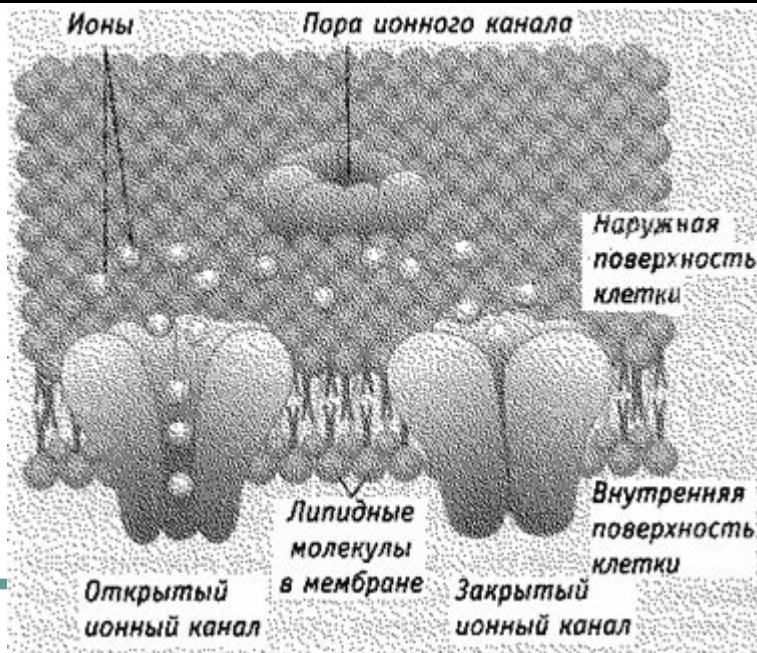
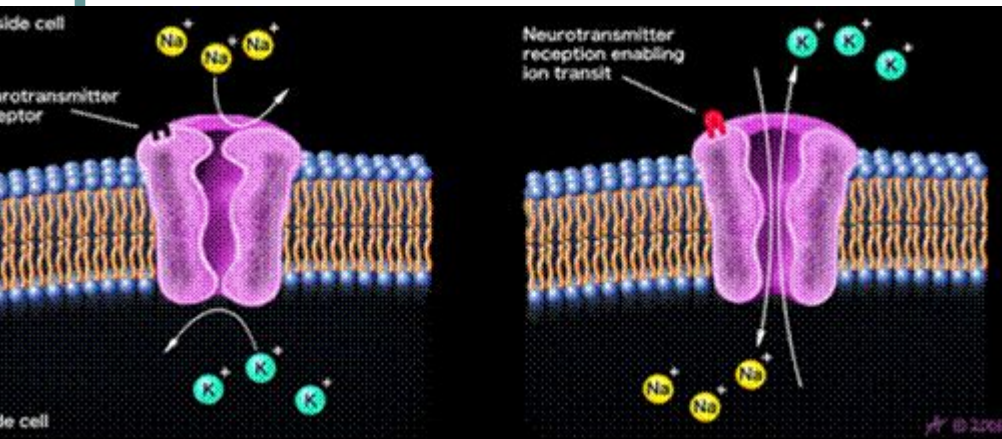
1. Размеров молекул
2. Разности концентраций по обе стороны мембраны
3. способности в-ва растворяться в липидах (липофильности)

Путем диффузии проникают:

1. Мелкие незаряженные молекулы (O_2 , CO_2 , H_2O)
2. Липофильные молекулы (спирты, эфиры, жирные кислоты, стероиды)



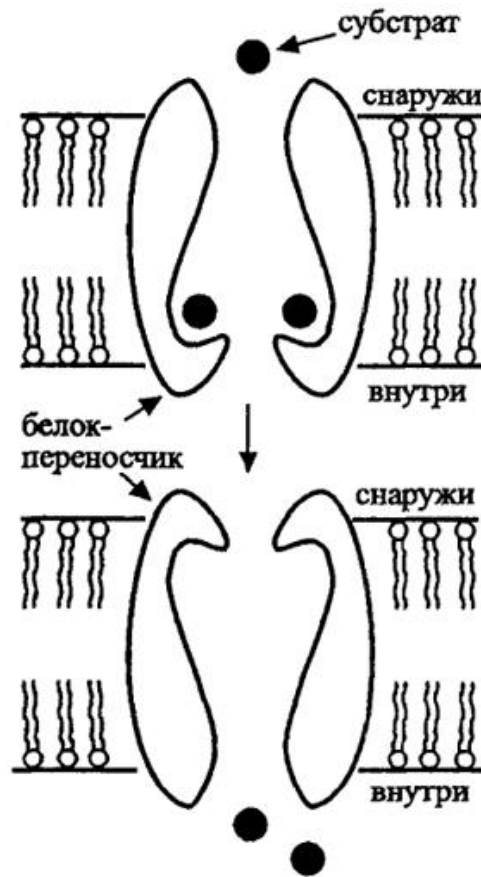
Фильтрация



Транспорт простых ионов через специальные ионные каналы, образованные интегральными белками

- Важное значение ионные каналы имеют для нервных и мышечных клеток (натриевые, калиевые, кальциевые каналы)

Облегченная диффузия

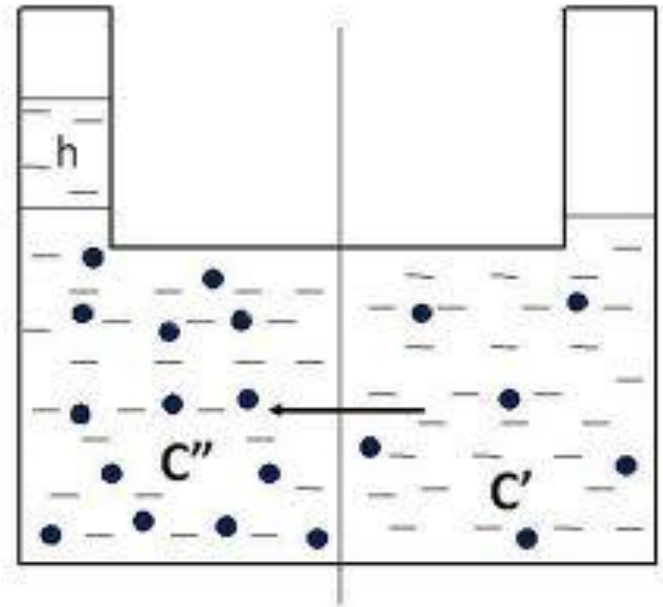


- Перенос веществ через мембрану по градиенту концентрации с помощью белков-переносчиков (**пермеазы**)
- Переносятся небольшие гидрофильные молекулы (моносахариды, АМК, органические кислоты, нуклеотиды), а также анионы (PO_4 , CO_3 , SO_4)
- Избирательна!!!

ОСМОС

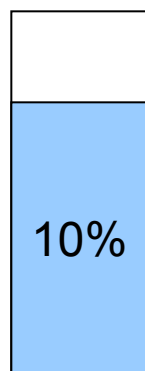
- **Осмоз** – это односторонняя диффузия молекул растворителя через полупроницаемую мембрану
- **Осмотическое давление** – давление, которое нужно приложить к полупроницаемой мембране, чтобы прекратить осмос

$$P=cRT$$



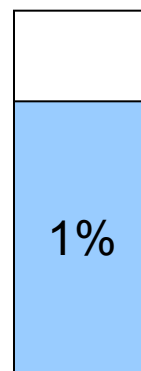
Растворы

- Растворы, имеющие одинаковое осмотическое давление называются **изотоническими**
- Если **р-р А** имеет осмотическое давление больше, чем **р-р В**, то он называется **гипертоническим**.
- Раствор **В** по отношению к р-ру **А** является **гипотоническим**



Раствор А
гипертонический

>

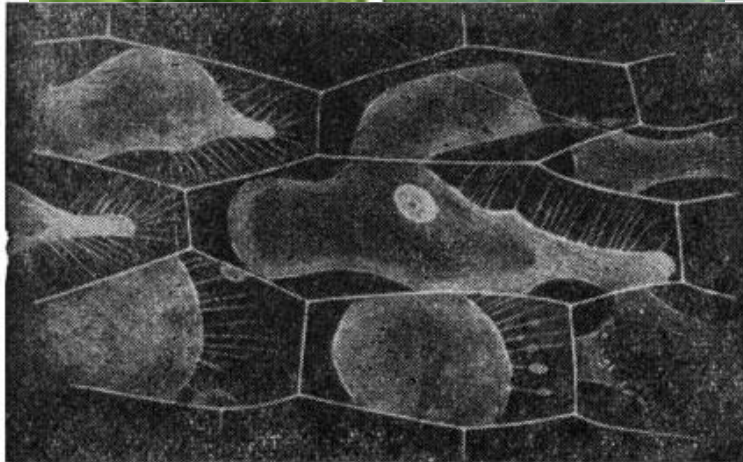


Раствор В
гипотонический

Осмотические явления



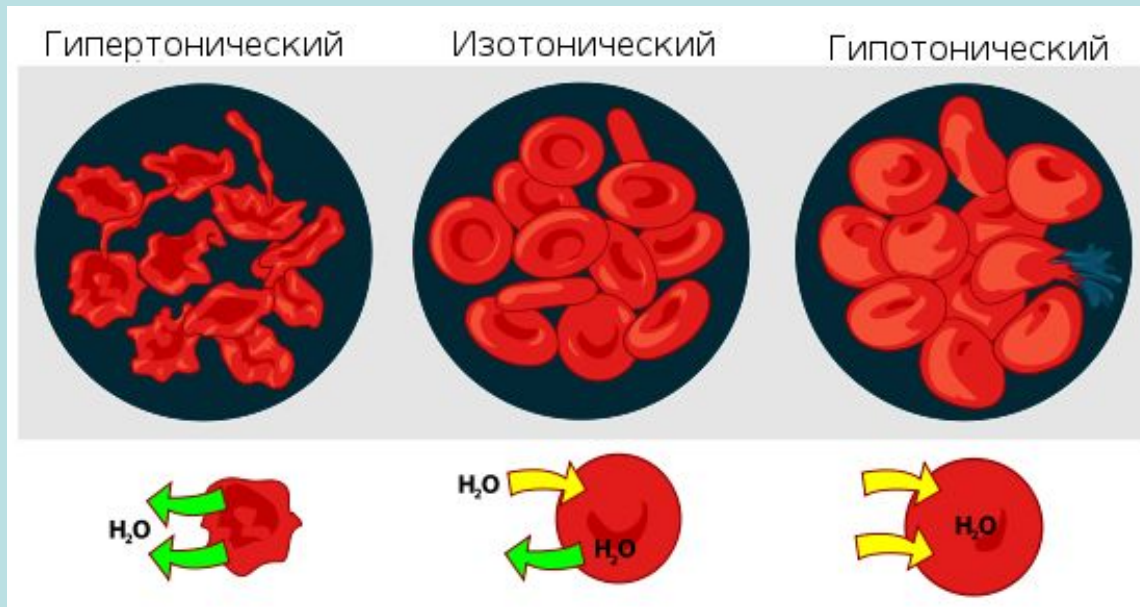
- При помещении клетки в **гипертонический р-р** вода по градиенту концентрации выходит из клетки. Клетка сморщивается. Это явление называется **плазмолиз**.



- При помещении клетки в изотонический раствор она восстанавливает свой объем, происходит **деплазмолиз**

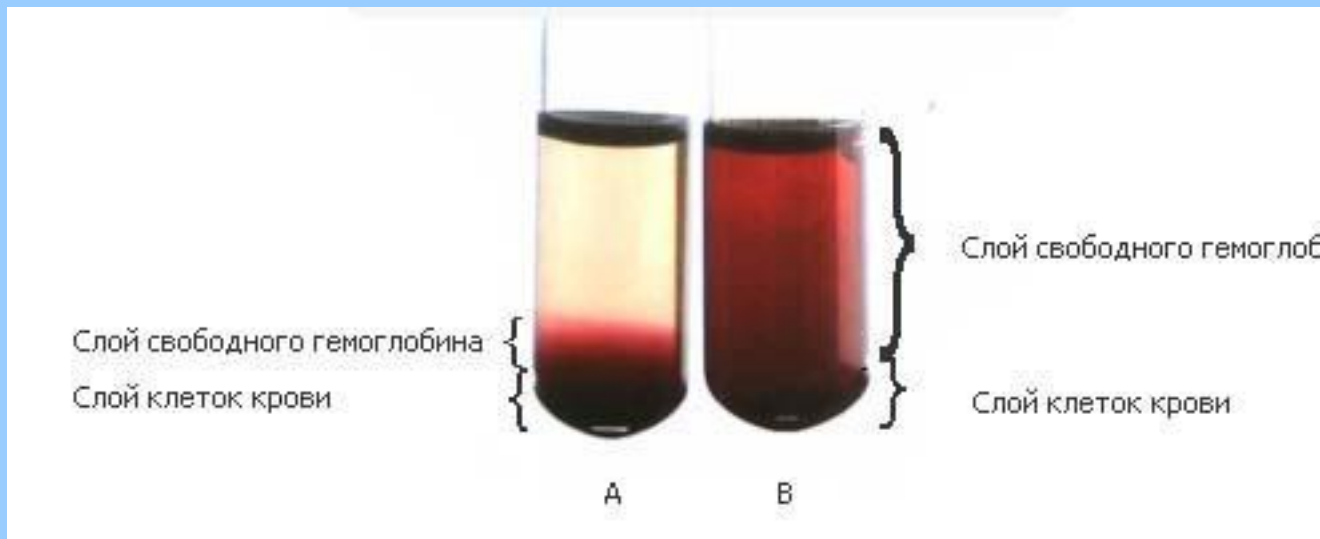
Осмотические явления

- При помещении клетки в гипотонический р-р вода по градиенту концентрации поступает в клетку. Это приводит к набуханию клетки и разрыву мембраны. Явление называется **цитолизом** или **гипотоническим шоком**



Осмотические явления

- Разрушение клеток крови в гипотоническом р-ре называется **гемолизом**.
- У растительной клетки разрыву мембраны препятствует клеточная стенка

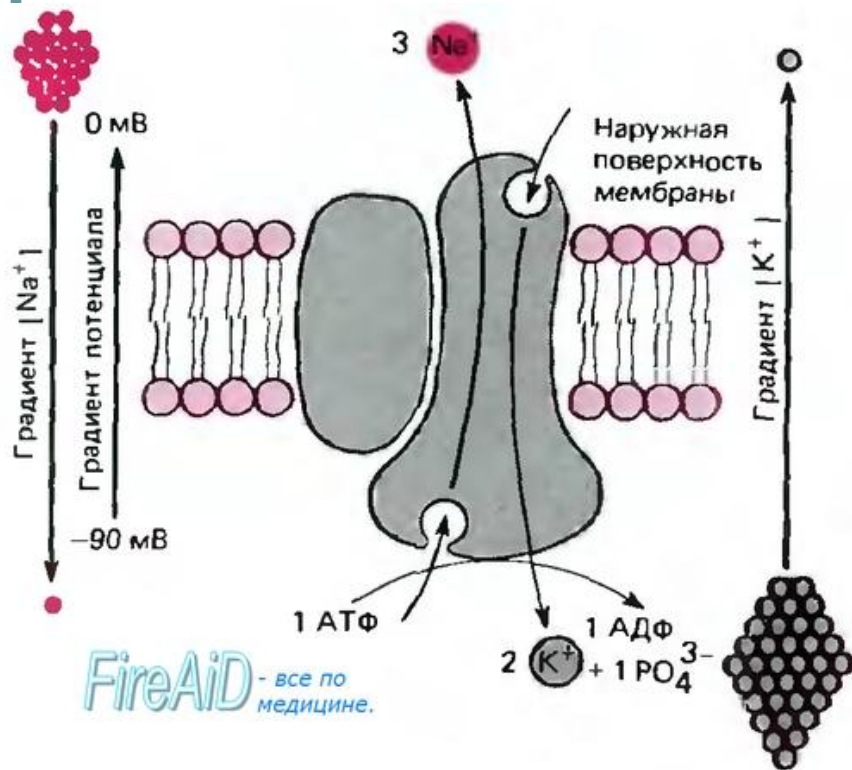


Активный транспорт

- Перенос низкомолекулярных веществ против градиента концентрации с помощью белков-переносчиков. Относятся ионные насосы

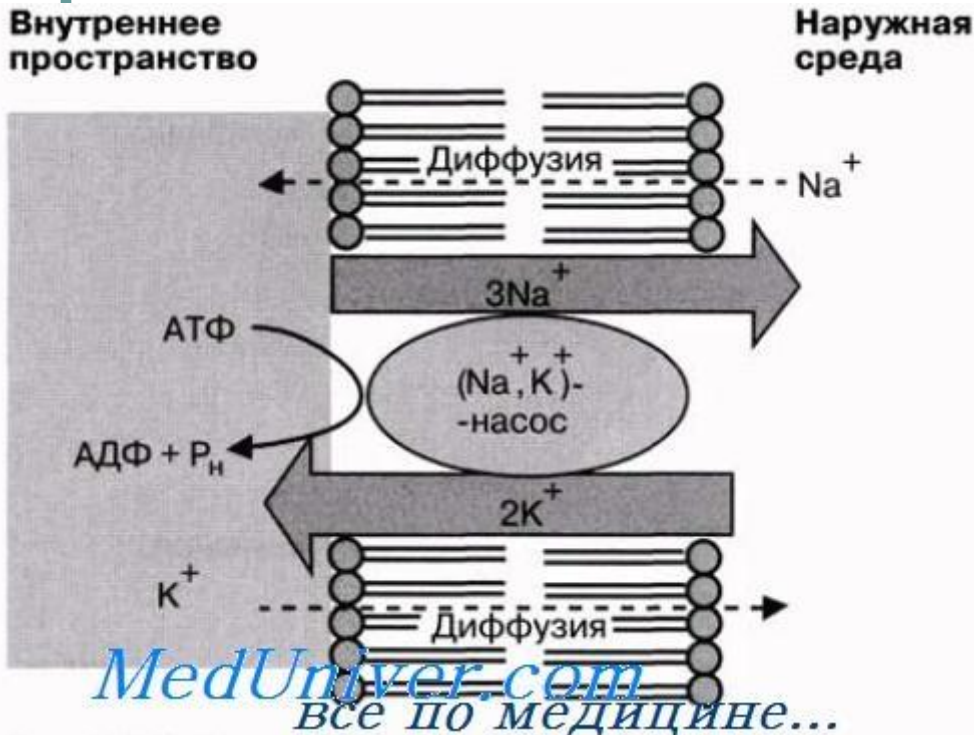
- Перенос высокомолекулярных веществ с помощью эндо- и экзоцитоза (везикулярный транспорт)

Натрий-калиевый насос

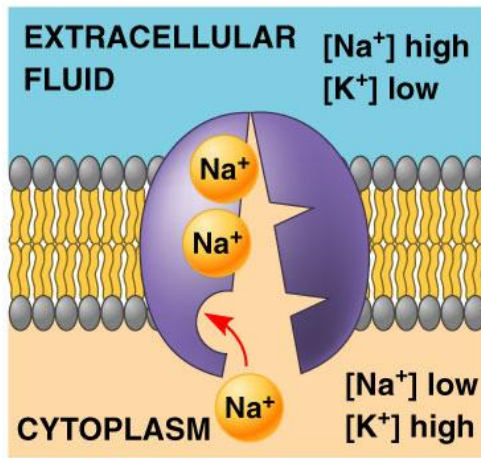


- Есть во всех животных клетках
- На его работу тратится 1/3 энергии АТФ Потребляемой в состоянии покоя
- В клетке всегда больше K⁺ и меньше Na⁺, чем во внеклеточной среде
- Насос – белковый комплекс, состоит из двух субъединиц (большой α и меньшей β

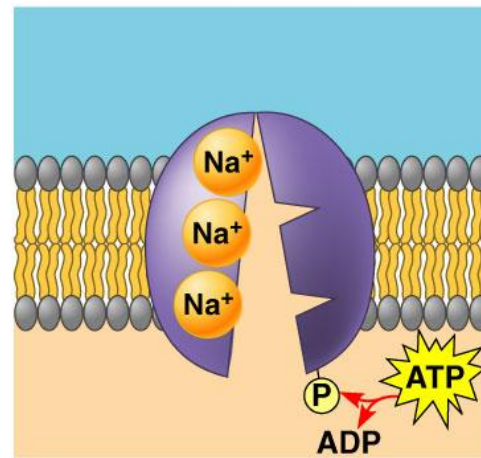
Натрий-калиевый насос



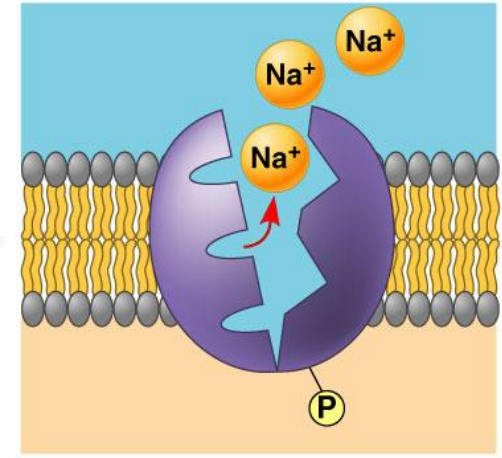
- При гидролизе 1 молекулы АТФ из клетки выносятся 3 иона **Na⁺** и закачивается 2 иона **K⁺**.
- В результате работы насоса наружная поверхность мембраны заряжается «+», а внутренняя «-». Возникает мембранный потенциал.
- Электрохимический градиент, возникающий в результате работы насоса используется клеткой для вторично активного транспорта (глюкоза)



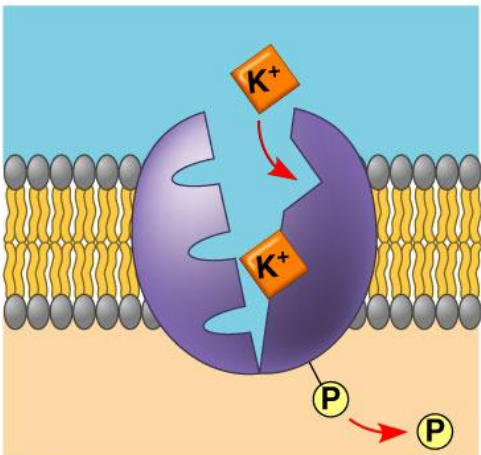
1 Cytoplasmic Na⁺ binds to the sodium-potassium pump.



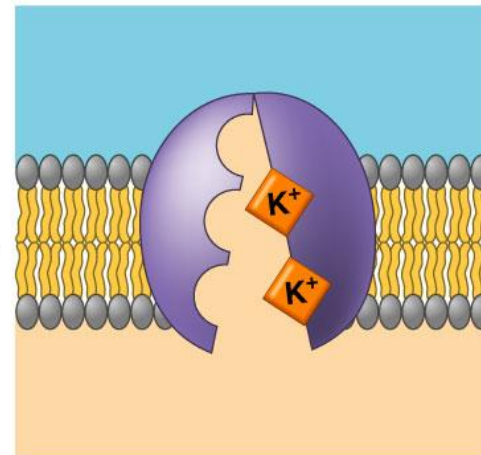
2 Na⁺ binding stimulates phosphorylation by ATP.



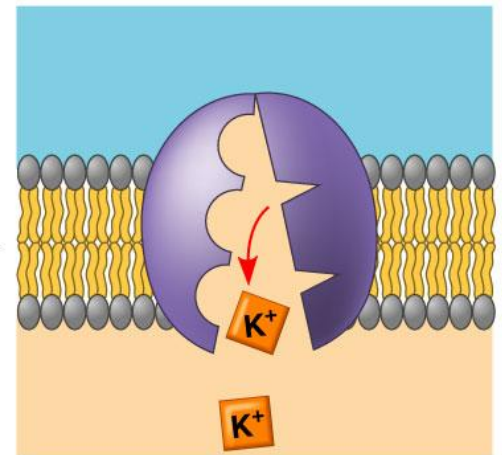
3 Phosphorylation causes the protein to change its conformation, expelling Na⁺ to the outside.



4 Extracellular K⁺ binds to the protein, triggering release of the phosphate group.



5 Loss of the phosphate restores the protein's original conformation.

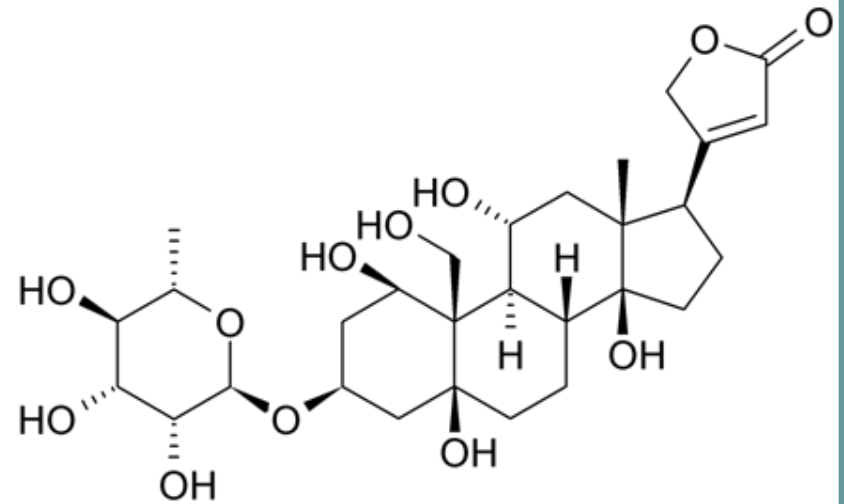


6 K⁺ is released and Na⁺ sites are receptive again; the cycle repeats.

Ингибирование работы насоса

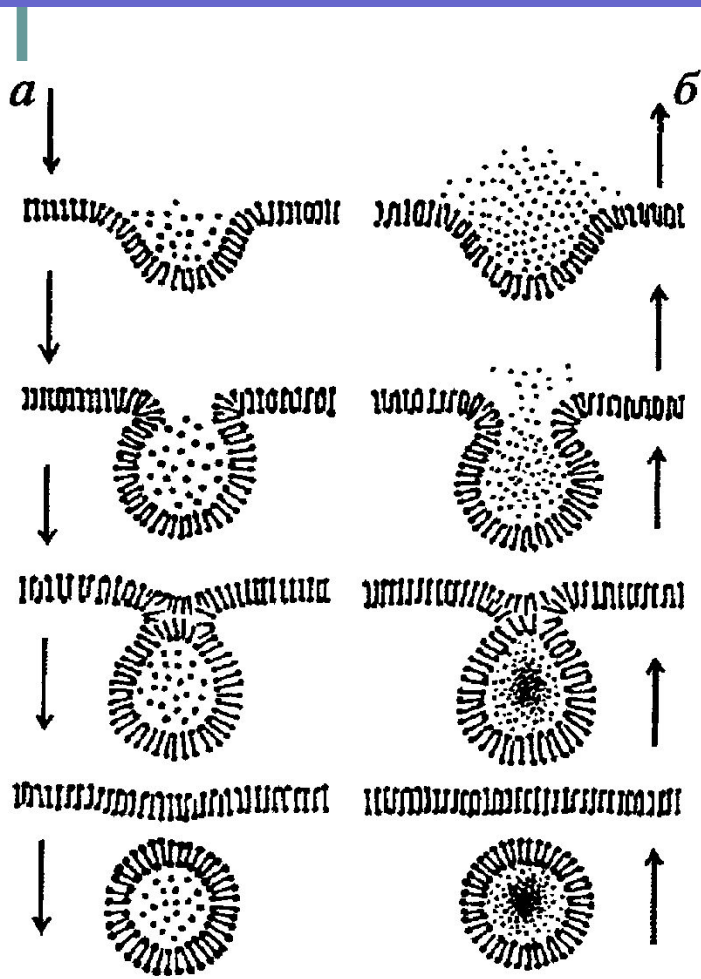
- Сердечные гликозиды (строфантин) вызывает ингибирование работы $\text{Na}^+ \text{K}^+$ насоса
- В клетках миокарда увеличивается концентрация Na^+
- В мембране кардиомиоцитов имеется белок переносчик, который обменивает внутриклеточный Na^+ на Ca^{2+}
- Ca^{2+} стимулирует сокращение кардиомиоцитов

Убаин (строфантин)



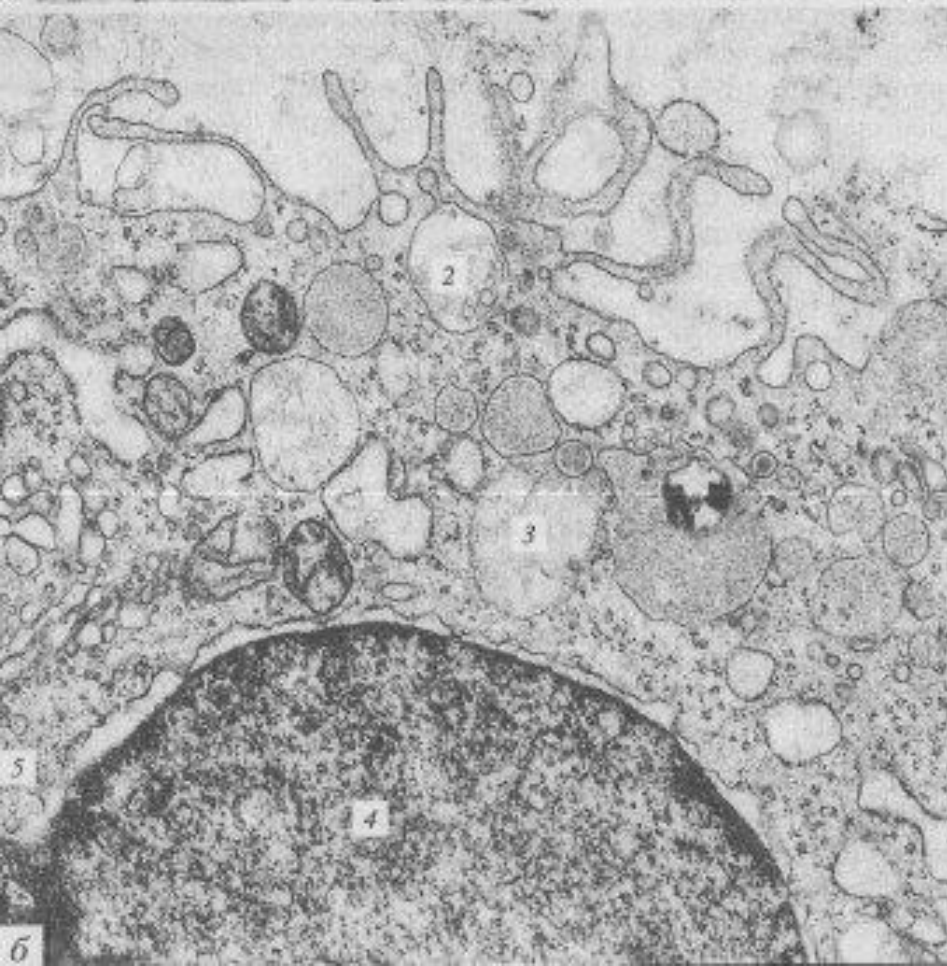
Strophanthus

Везикулярный транспорт



- Транспортируются высокомолекулярные вещества (белки), частицы, клетки (бактерии)
- **Экзоцитоз** – из клетки
- **Эндоцитоз** – в клетку

Эндоцитоз



- *а* — пиноцитозная ямка и вакуоли;
- *б* — пиноцитоз на поверхности макрофага, видны выросты цитоплазмы, образующие складки («рафлы»).
- *1* — пиноцитозная ямка; *2* — пиноцитозные вакуоли; *3* — эндосомы; *4* — ядро; *5* — аппарат Гольджи