

**Физиология возбудимых  
тканей: общие вопросы.**  
**Физиология  
биологических мембран.**

Лекция 2 (вторая часть)

## *Вопрос 1*

# **Раздражение и возбуждение как основные типы реакции тканей на раздражение**

Подробнее –  
Учебник том I, С.27  
(осторожно).

# Раздражение

- неспецифический ответ ткани на действие раздражителя (изменение метаболизма, гиперплазия, гипертрофия ...)

# Возбуждение

- специфический электрический ответ ткани на действие раздражителя (генерация потенциала действия, рецепторного потенциала, постсинаптического потенциала ...)

# Примеры

Ткань изменила метаболизм под действием электрического тока. Это раздражение !!!

При растяжении в ткани возник и распространяется потенциал действия. Это возбуждение.

*Вопрос 2*

**Понятия «ткани»,  
«возбуждимые  
ткани»**

Подробнее –  
Учебник том I, С.27.

# Типы тканей

(Р.А.Кёлликер, Ф.Лейдиг)

1. Нервная
2. Эпителиальная
3. Мышечная
4. Соединительная  
(внутренней среды)

# Определение понятия «ткань»

- совокупность гистологических элементов (клеточных и неклеточных), имеющих общность происхождения, строения и функции



# Клеточные гистологические элементы

- Клетка
- Симпласт
- Синцитий

# Типы возбудимых тканей

1. Нервная
2. Железистый эпителий
3. Мышечная

# При действии раздражителя

В невозбудимой  
ткани может  
возникнуть  
раздражение

В возбудимой  
ткани может  
возникнуть  
раздражение  
или  
возбуждение

## **NB! В физиологии возбудимых тканей**

- Нет понятия  
«возбудитель»
- Есть понятие  
«раздражитель»  
(синоним «стимул»)

*Вопрос 3*

# **Свойства возбудимых тканей**

Подробнее –  
Учебник том I, С.27.

# Свойства возбудимых тканей

1. Возбудимость
2. Проводимость
3. Автоматизм
4. Специфический ответ  
(сократимость, секреция)

Лабильность –  
характеристика, а не  
свойство возбудимой  
ткани.

*Вопрос 4*

# **Понятие «биологическая мембрана»**

Подробнее –  
Учебник том I, С.28-34.



*Понятие «элементарная  
биологическая мембрана»*

- было введено Дж.  
Робертсоном — в 1963 г

# *Понятие «элементарная биологическая мембрана»*

**Принцип построения всех биологических мембран одинаков, независимо от того, какой клетки (растительной или животной) или клеточной органелле она принадлежит.**

# Биологическая мембрана

- Структура, имеющая общий план строения – бислой фосфолипидов и включённые в него белки
- Структура, отделяющая клетку от внешней среды и формирующая внутриклеточные органеллы (мембранные).
- Структура обеспечивающая взаимодействие клетки и органелл с окружающей их средой.

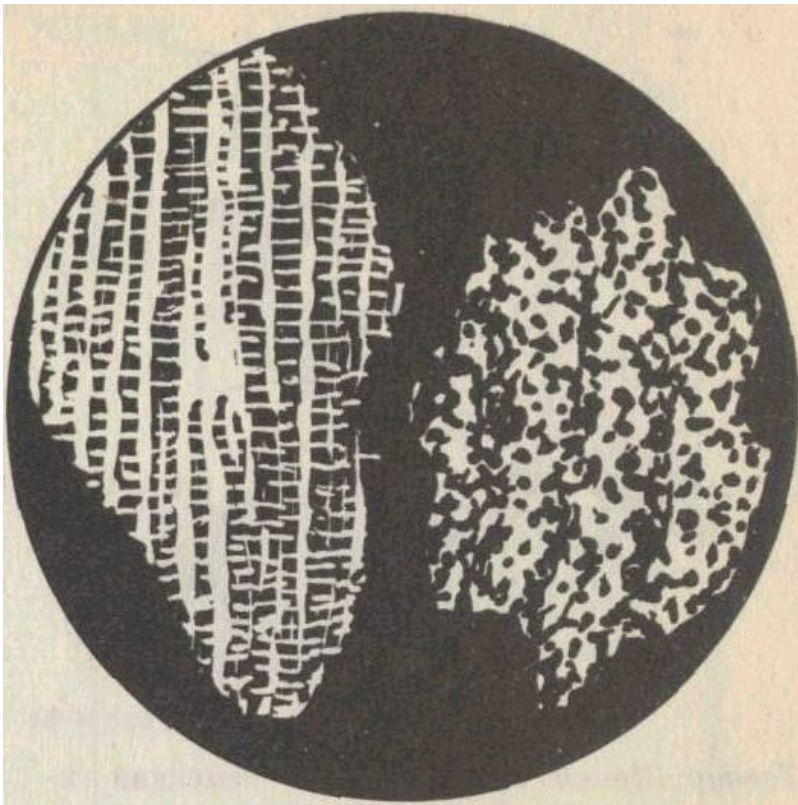
## *Понятие «элементарная биологическая мембрана»*

- Как отметил Д.Бернал, «только после образования мембраны вокруг всей клетки мы действительно имеем то, что с полным правом может быть названо организмом».



Как увидели биологическую  
мембрану ?

# ***История изучения биологической мембраны***

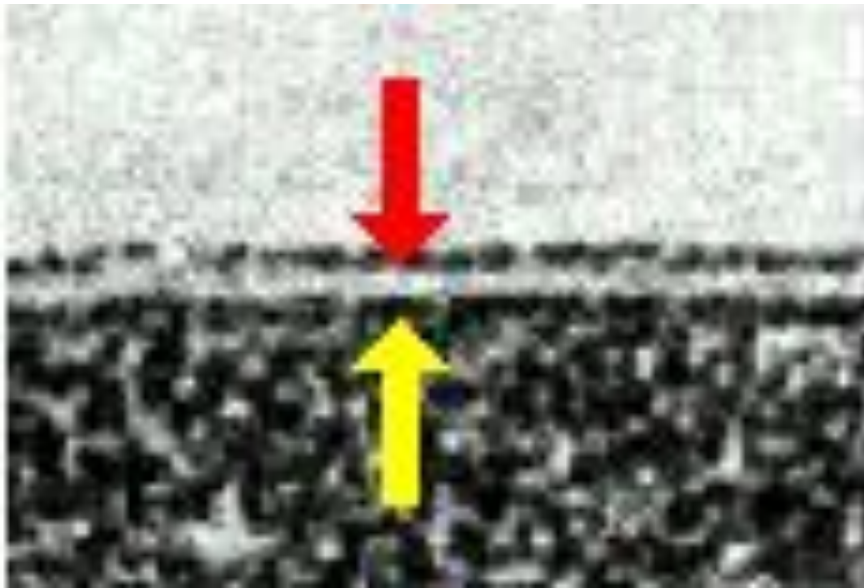


Известный рисунок

**Р. Гука:**

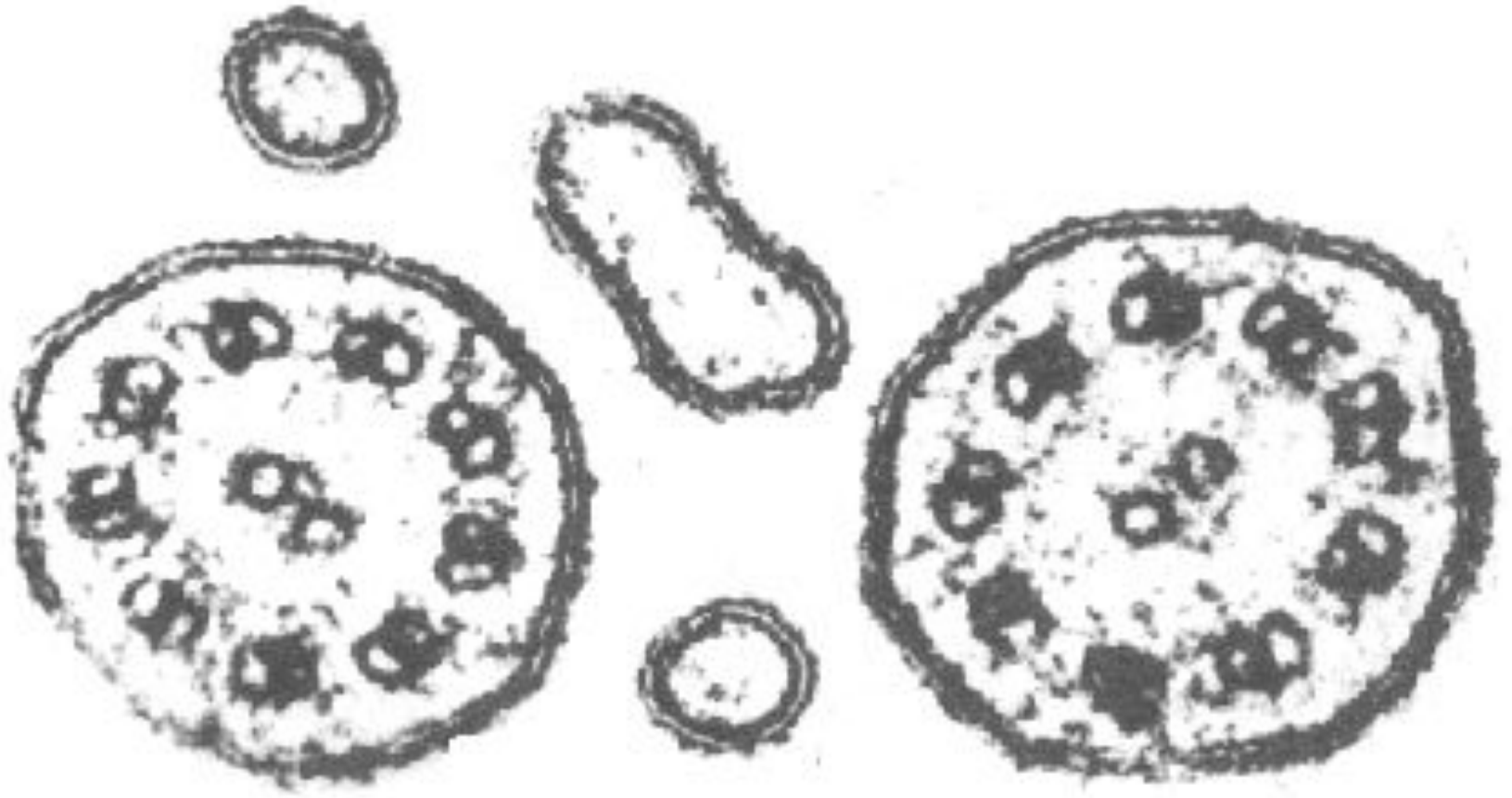
микроскопическая  
структура тонкого  
среза пробковой  
ткани.

## *История изучения биологической мембраны*



Даже с помощью  
электронного  
микроскопа  
разглядеть  
биомембрану  
сложно

# *История изучения биологической мембраны*

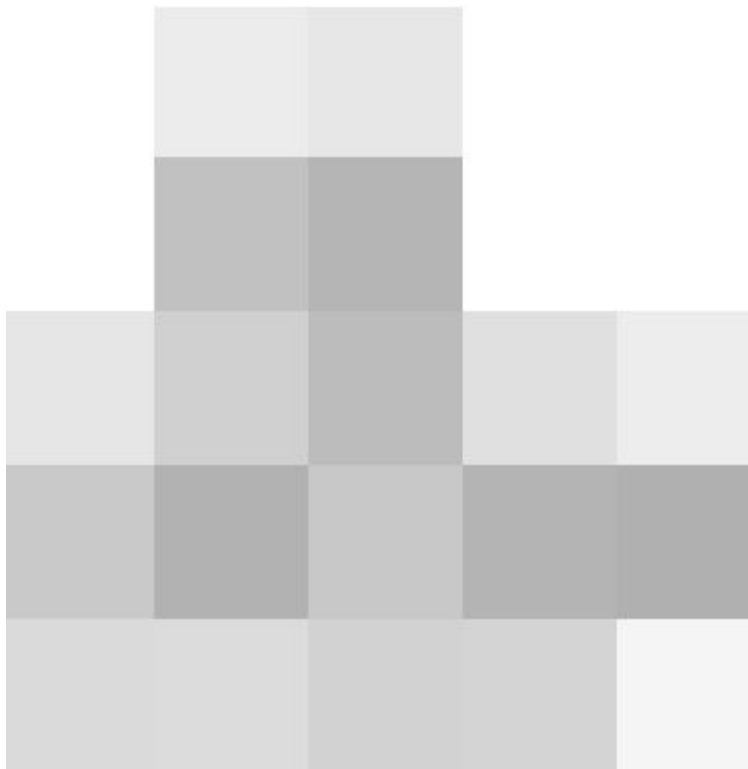




# *История изучения биологической мембраны*



## *История изучения биологической мембраны*



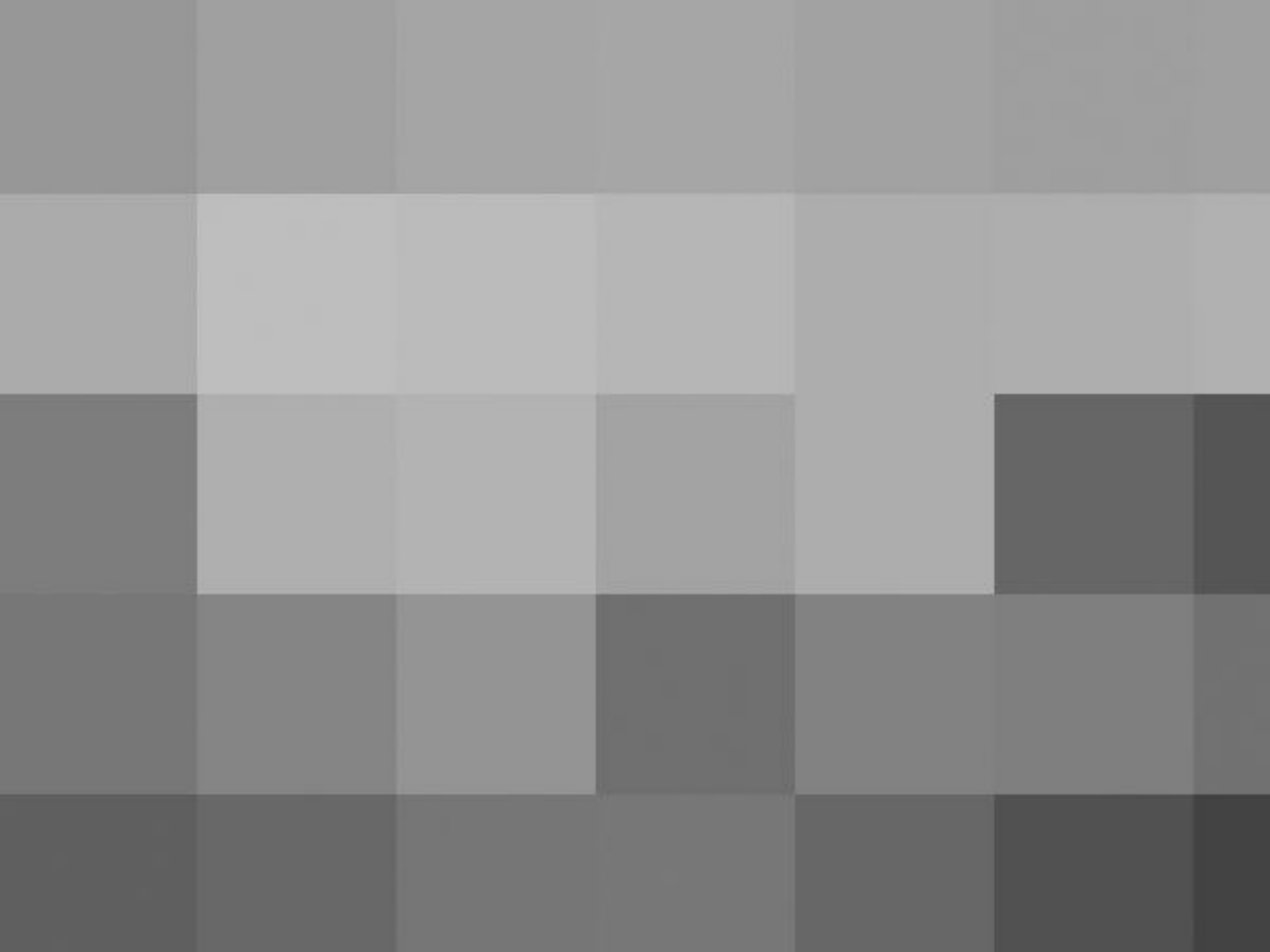
Это все равно, что узнать  
на фотографии  
человека, если матрица  
изображения  $5 \times 5$

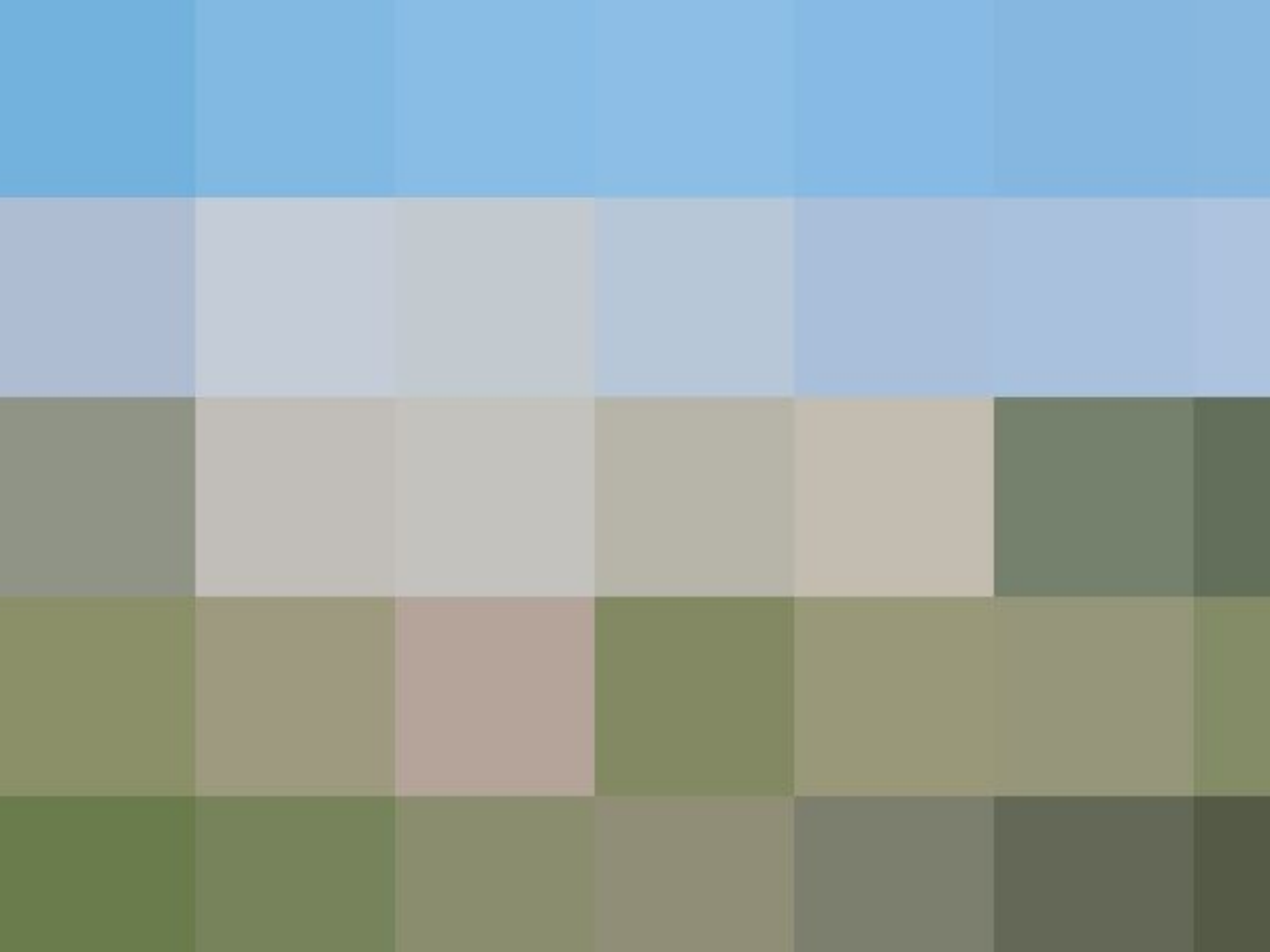
# *История изучения биологической мембраны*



А вот изображение с  
матрицей  $1024 \times 1024$   
того же человека





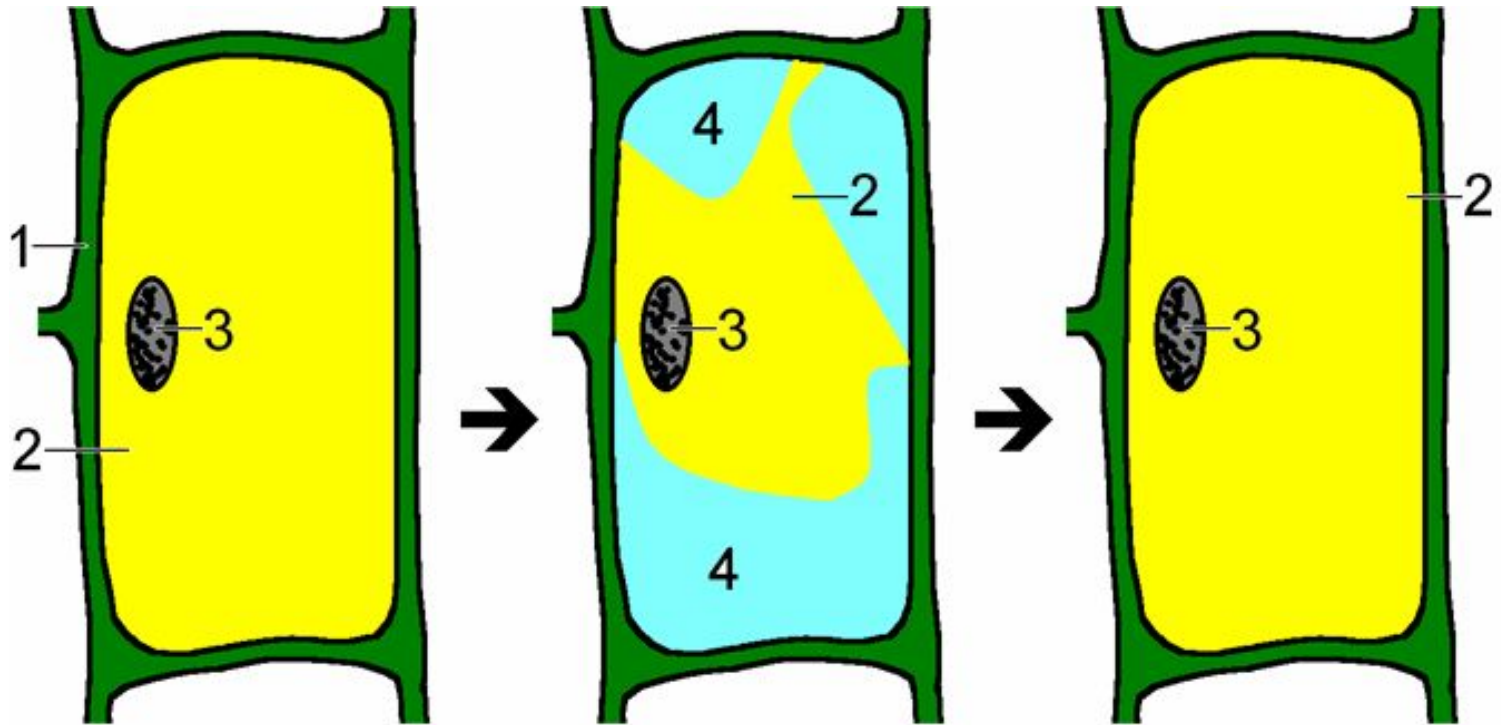




Биологическую мембрану  
вычислили



# 1890 г. В.Пфеффер



- Влияние гипертонического и изотонического растворов на клетку пленки лука:

Red blood cell



H<sub>2</sub>O



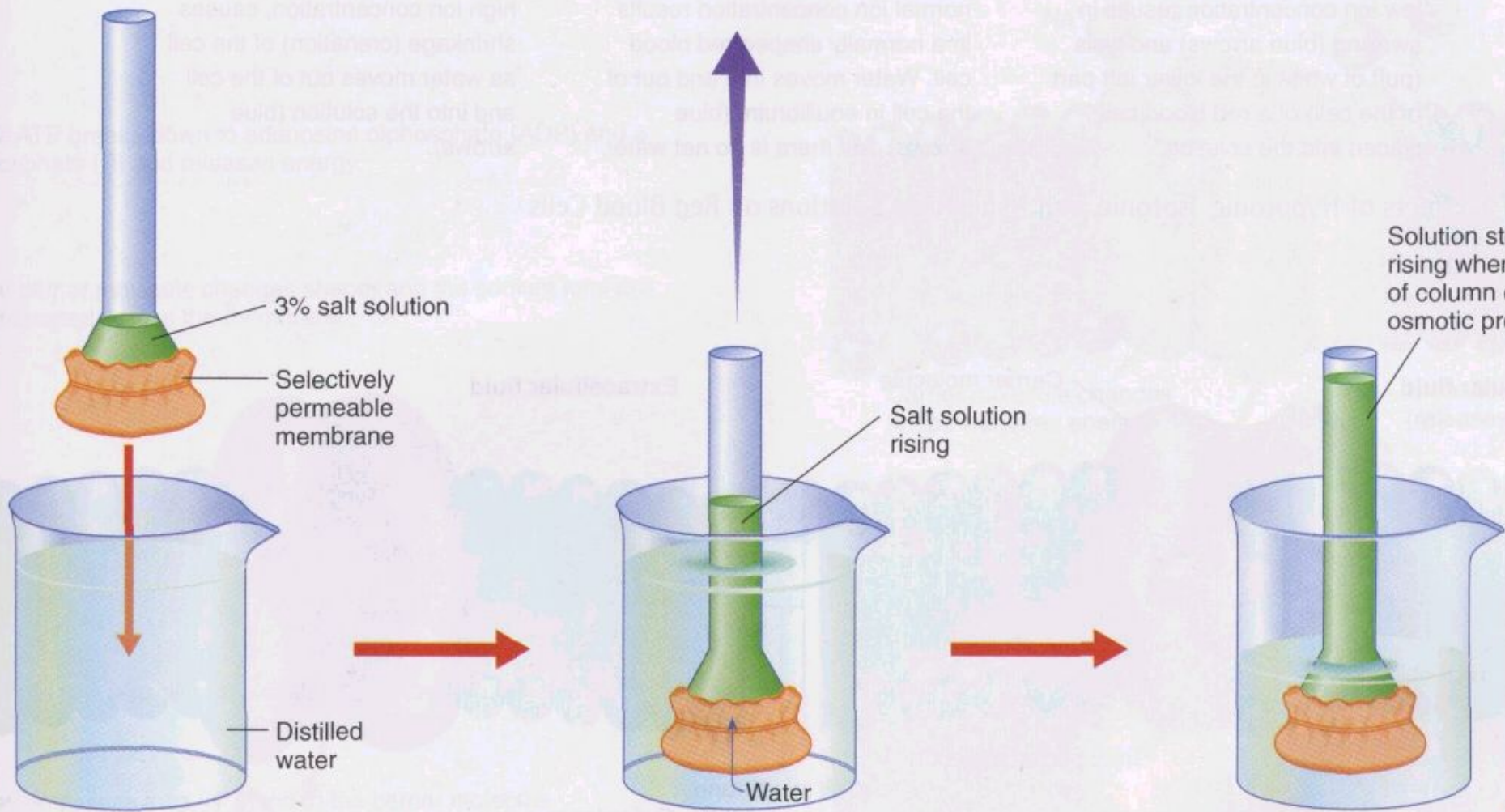
Hypotonic solution

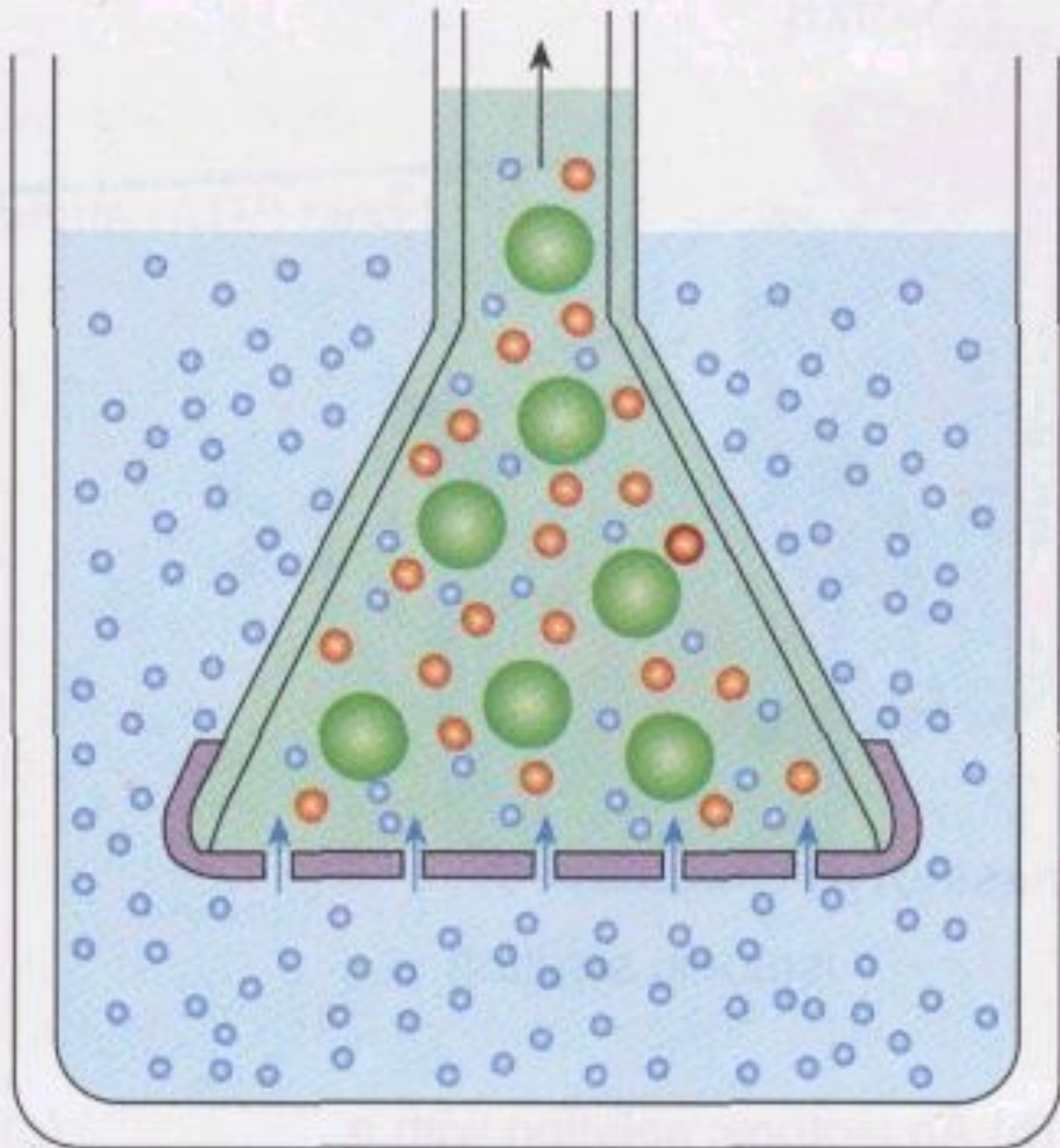


Isotonic solution

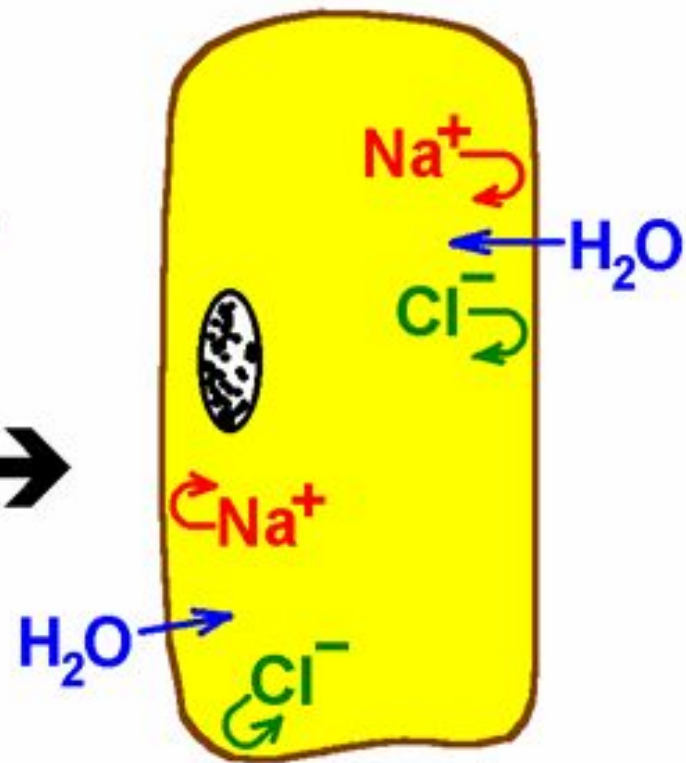
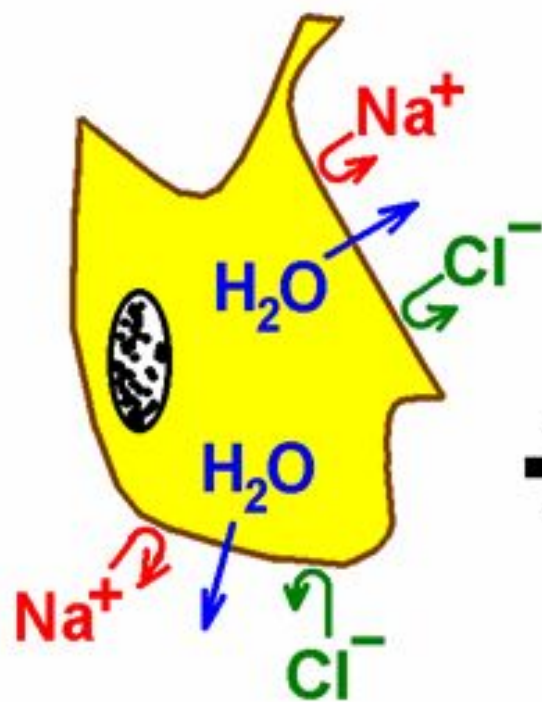
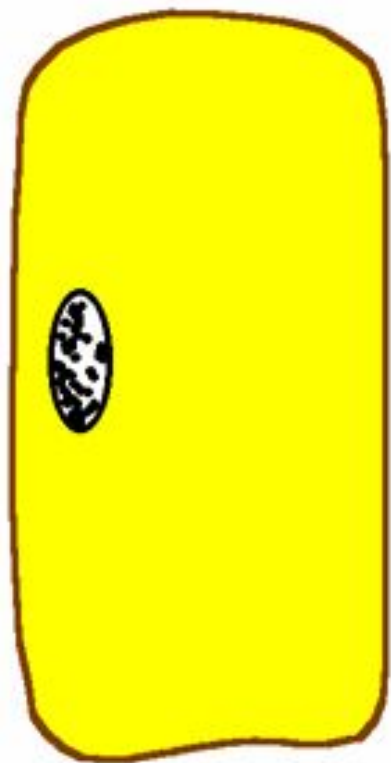


Hypertonic solution









# ***История изучения биологической мембраны***

Дальше только вехи истории:

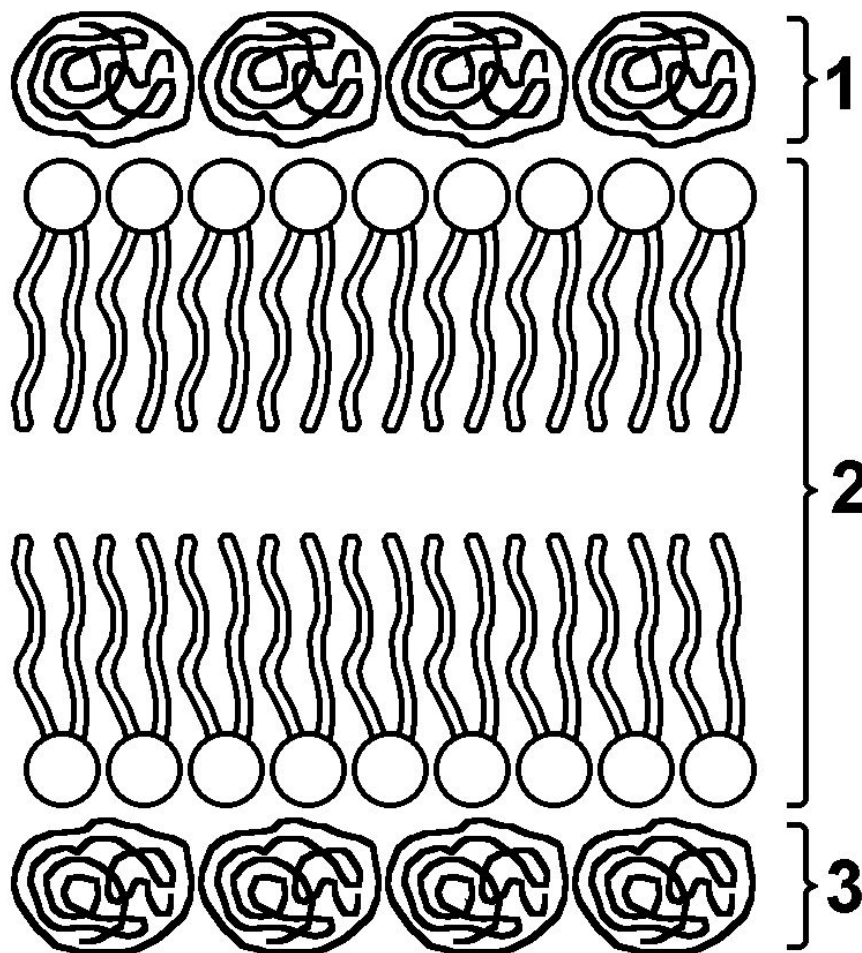
- 1902 г. — Овертон нашел липиды в составе плазматической мембраны и описал явление почти беспрепятственного прохождения через мембраны растворимых в липидах веществ
- 1925 г. — Гorter и Грендел показывают, что мембрана эритроцитов имеет двойной слой липидов.
- 1935 г. — Даниэлли и Давсон создают «бутербродную» модель биомембраны
- 1962 г. — Мюллер создаёт плоскую модель искусственной мембраны. Её мы рассмотрим ниже.
- 1957-63 гг. — Робертсон формулирует понятие элементарная биологическая мембрана. Об этом мы говорили выше.
- 1972 г. — Сингер и Николсон создают жидкостно-мозаичную модель биомембраны. Эта модель является сегодня общепризнанной.

*Вопрос 5*

**Общий план строения  
биологической мембраны.  
Жидкостно-мозаичная  
модель биологической  
мембраны (Сингера-  
Николсона, 1972)**

Подробнее –  
Учебник том I, С.28-34.

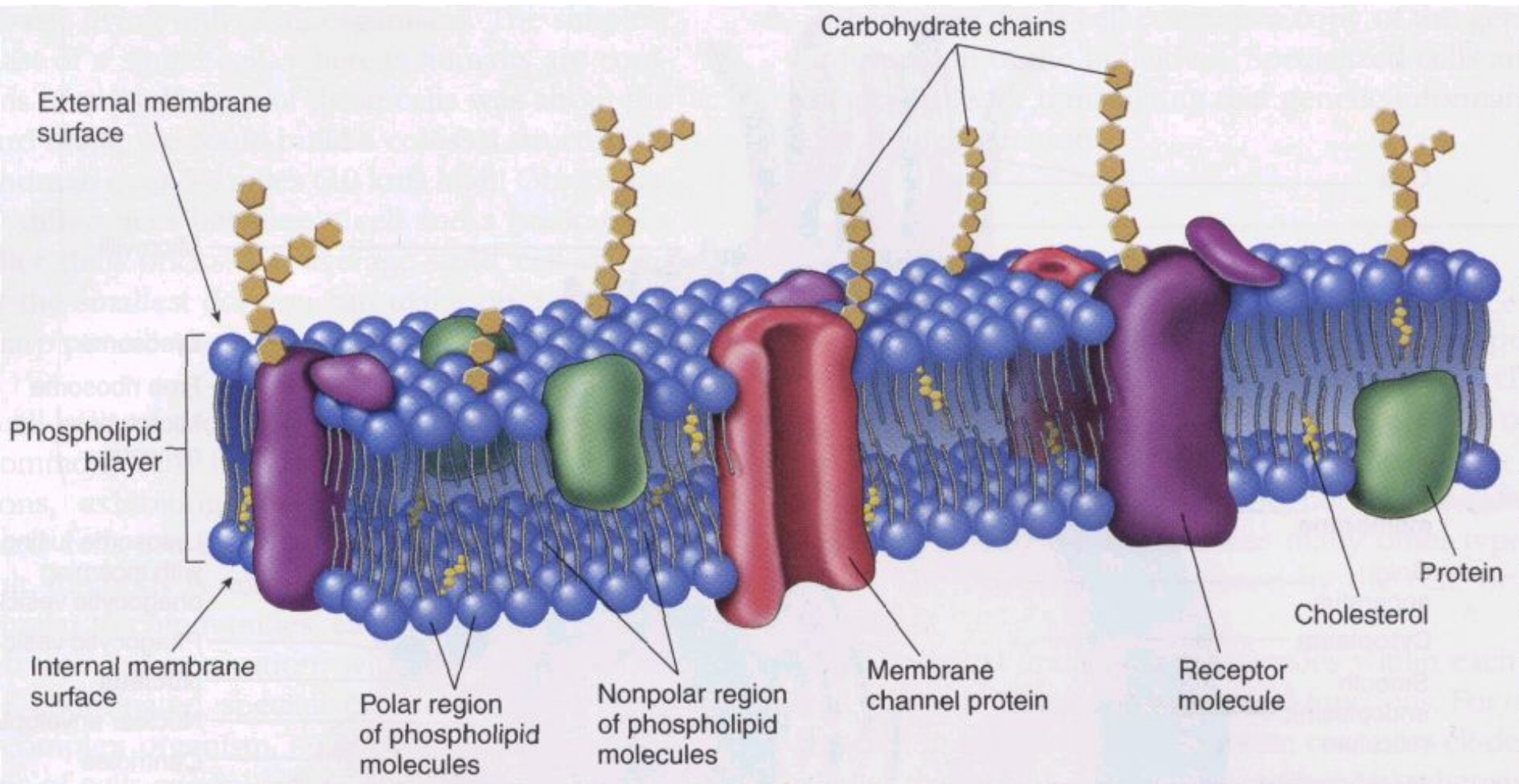
# «Бутербродная» модель биомембраны





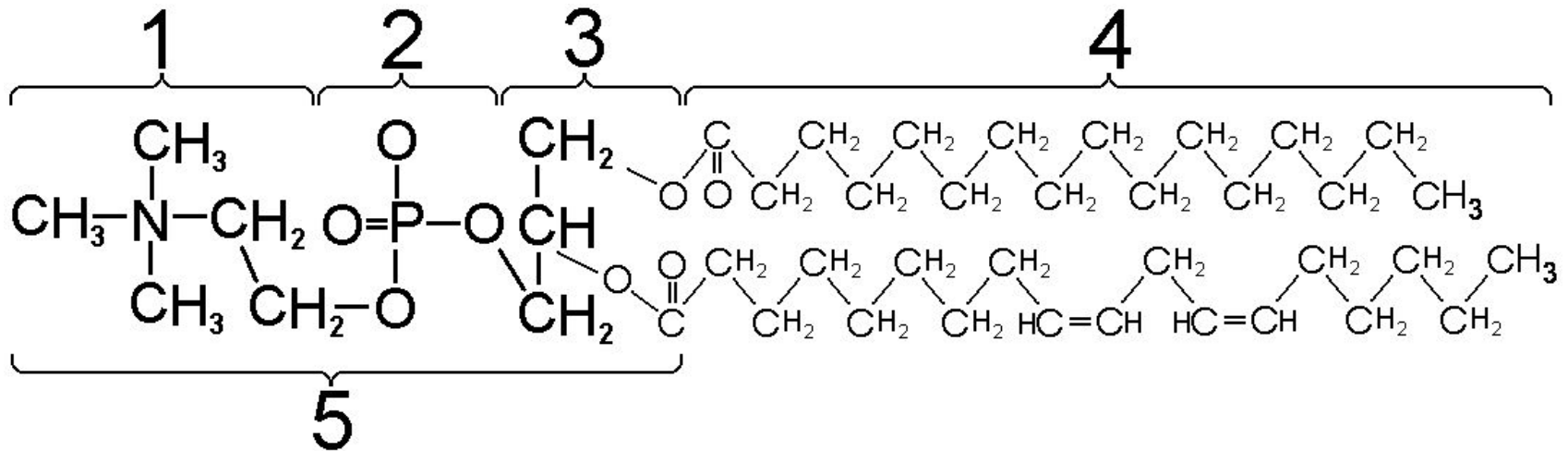
# *Структура биологической мембраны*

- *современная концептуальная  
модель биомембраны  
Сингера-Николсона,  
1972 г.*

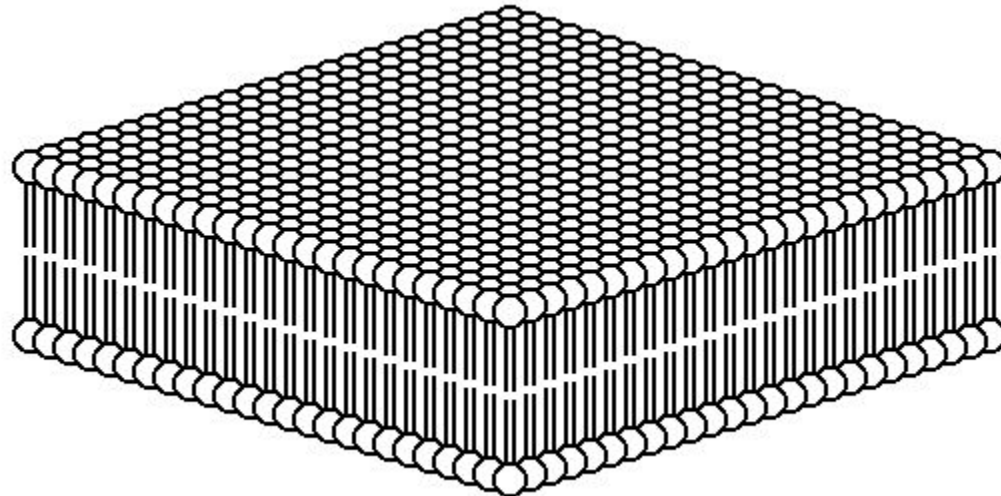


- ***Основой всех биомембран является двойной слой липидов (фосфолипидов и гликолипидов).***

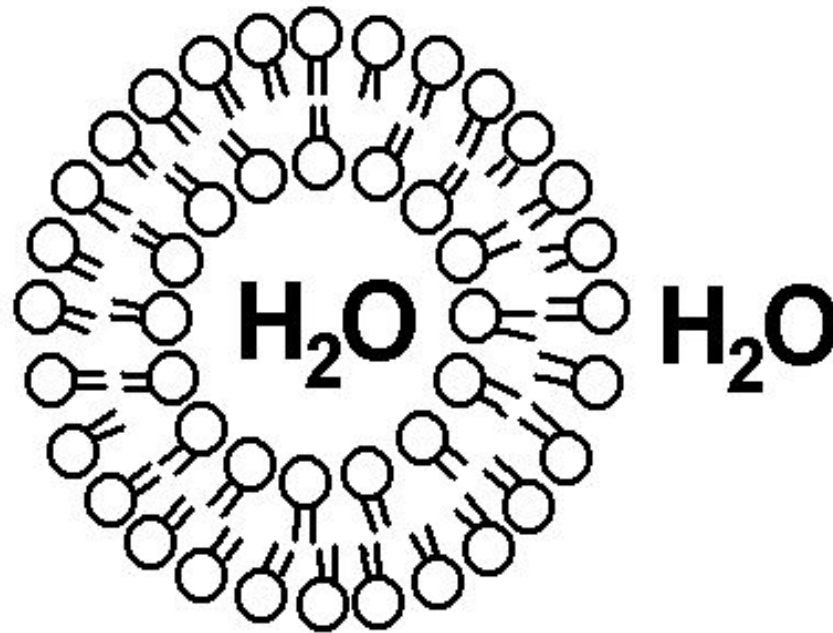
**Эти липиды амфифильны, т. е. имеют гидрофильную (полярную) и гидрофобную (неполярную) части**



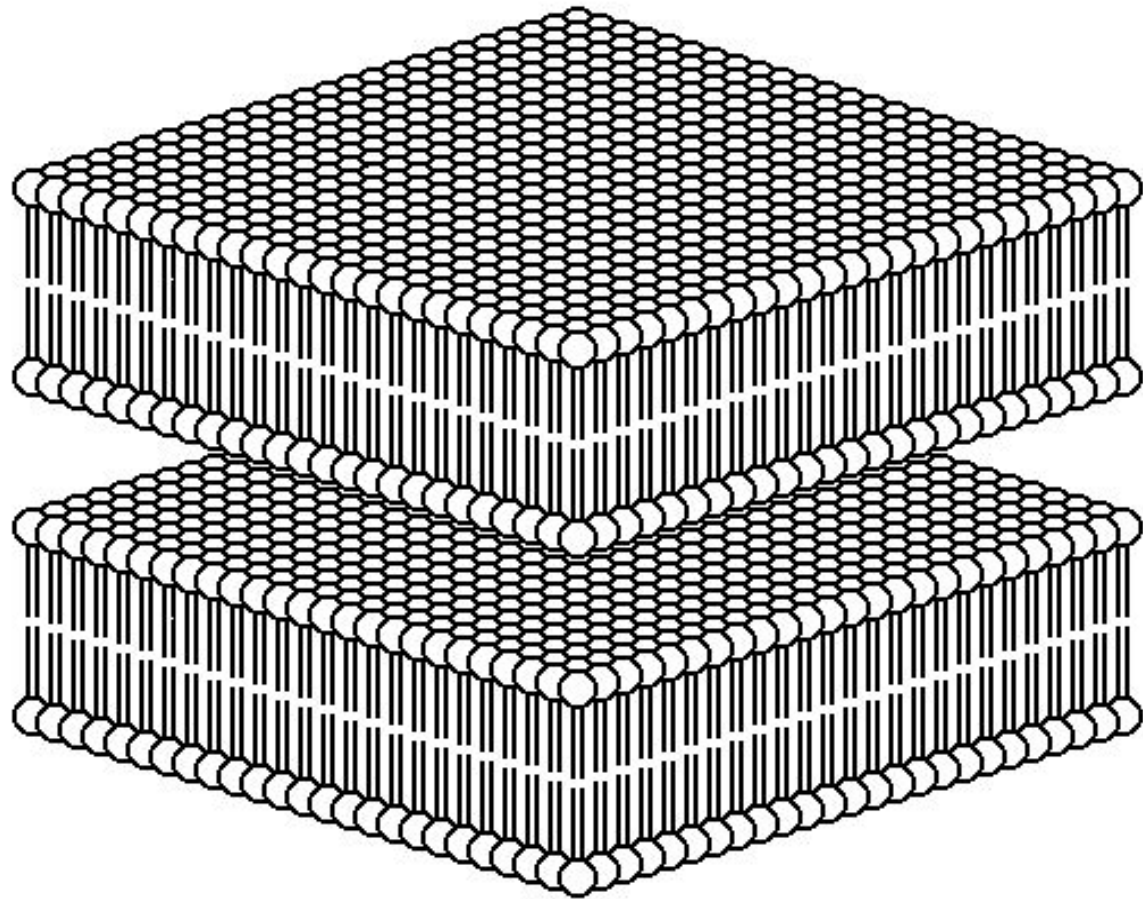
Гидрофобные хвосты  
поворачиваются друг к другу, а  
гидрофильные головки  
соприкасаются с водными фазами



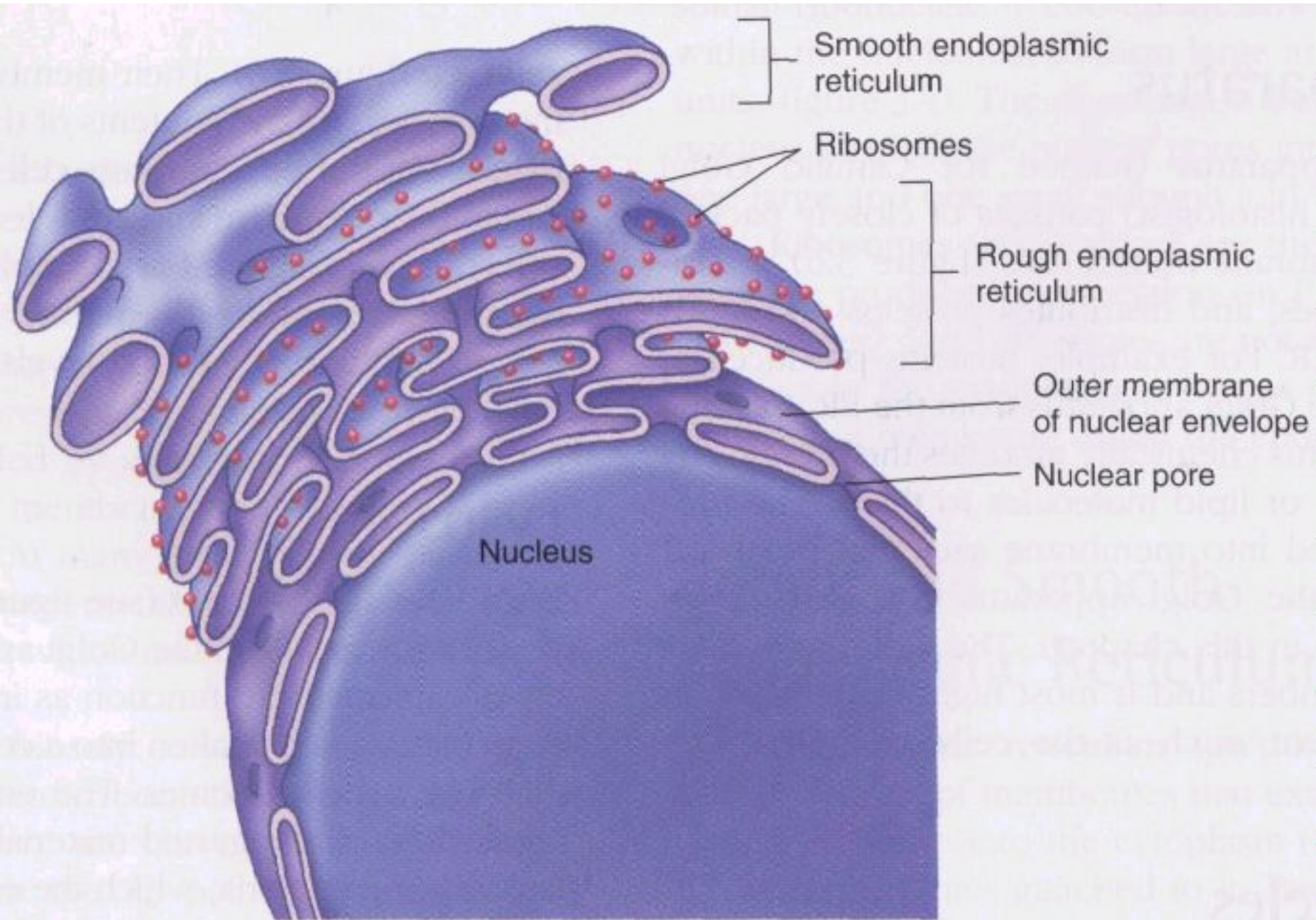
Причём образуются замкнутые структуры клетки, другими словами они ограничивают некоторый объём (полость мембраны) от внешней среды или других частей клетки



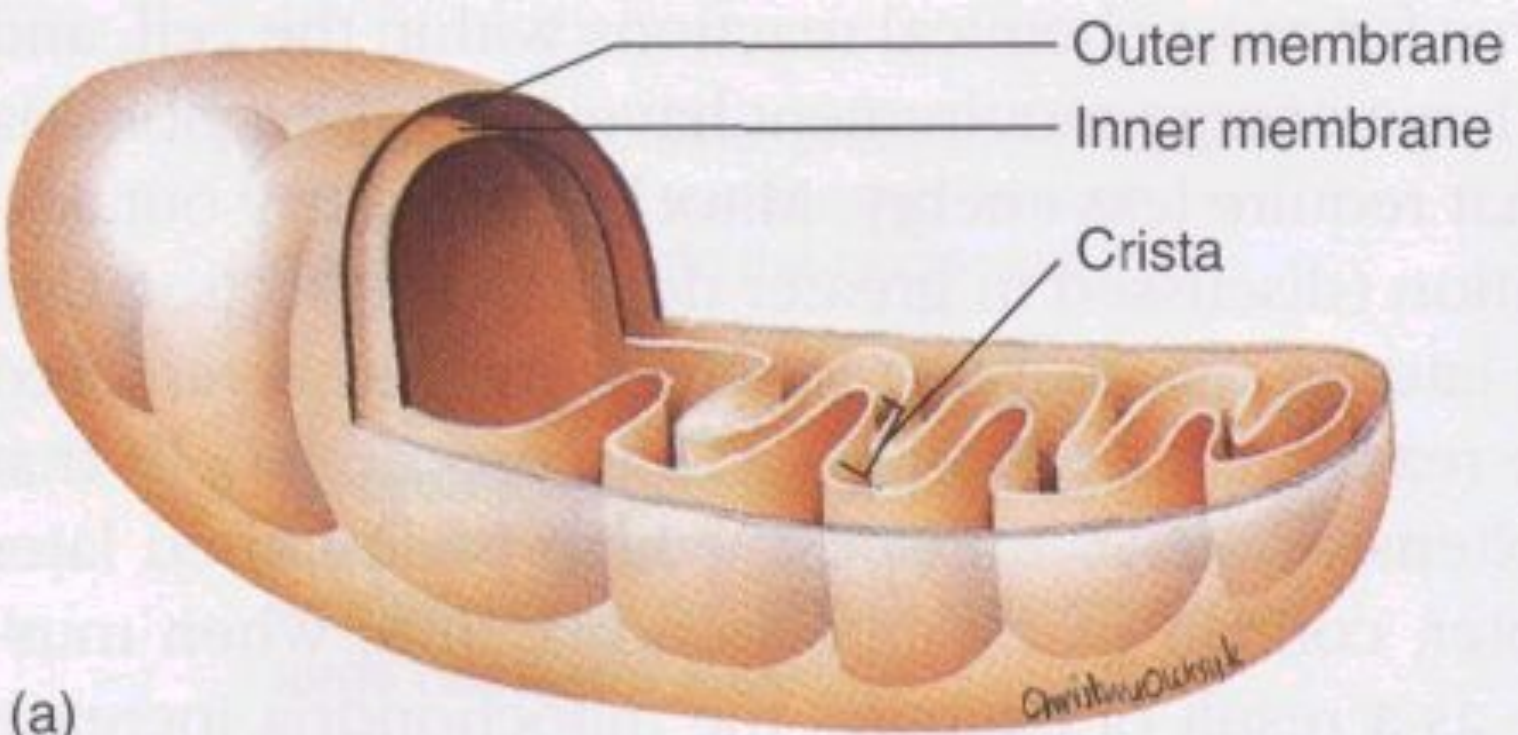
Ядро и митохондрии имеют двойную мембрану, т.е. двойной бислой фосфолипидов











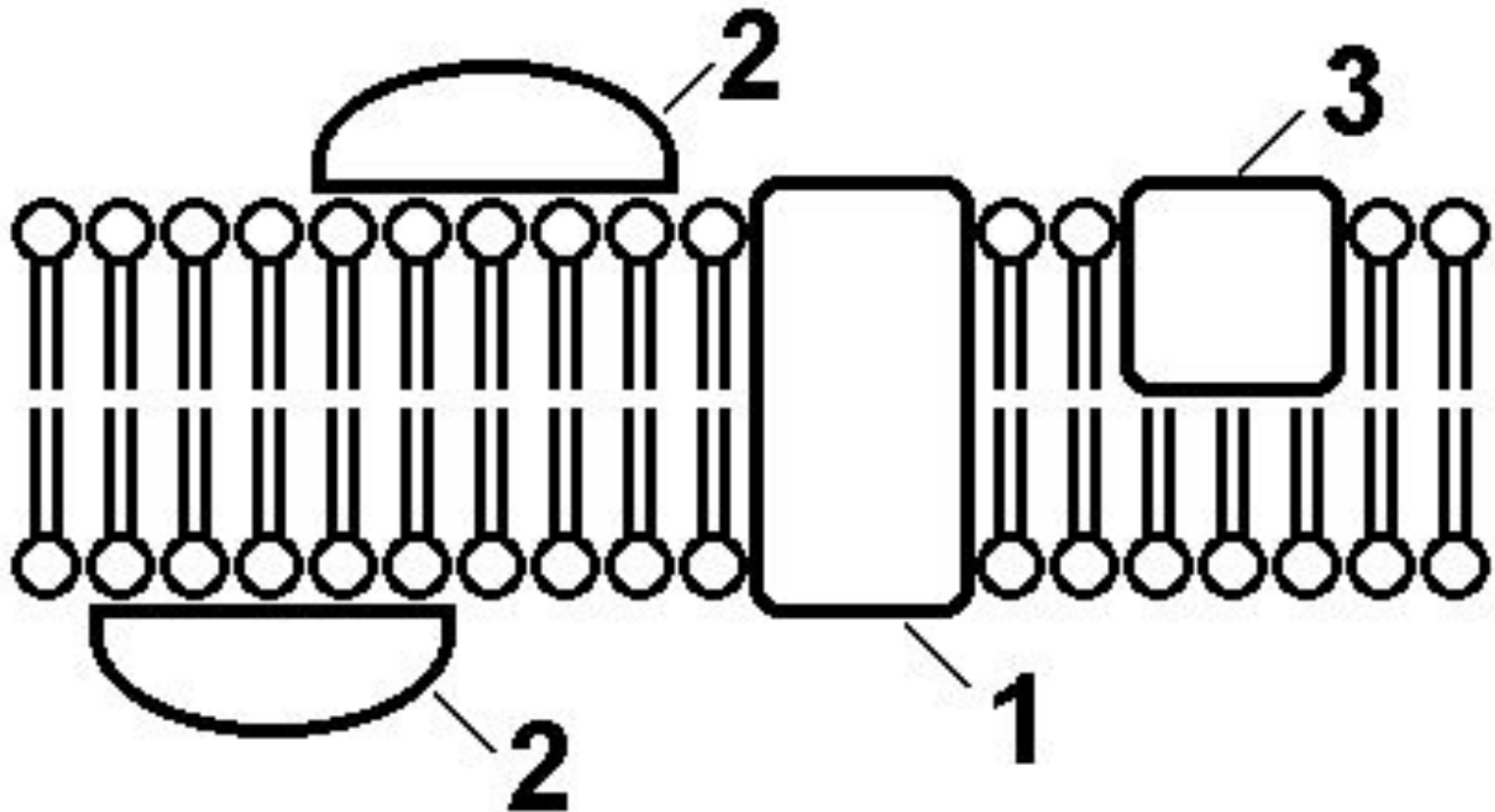


Cross section

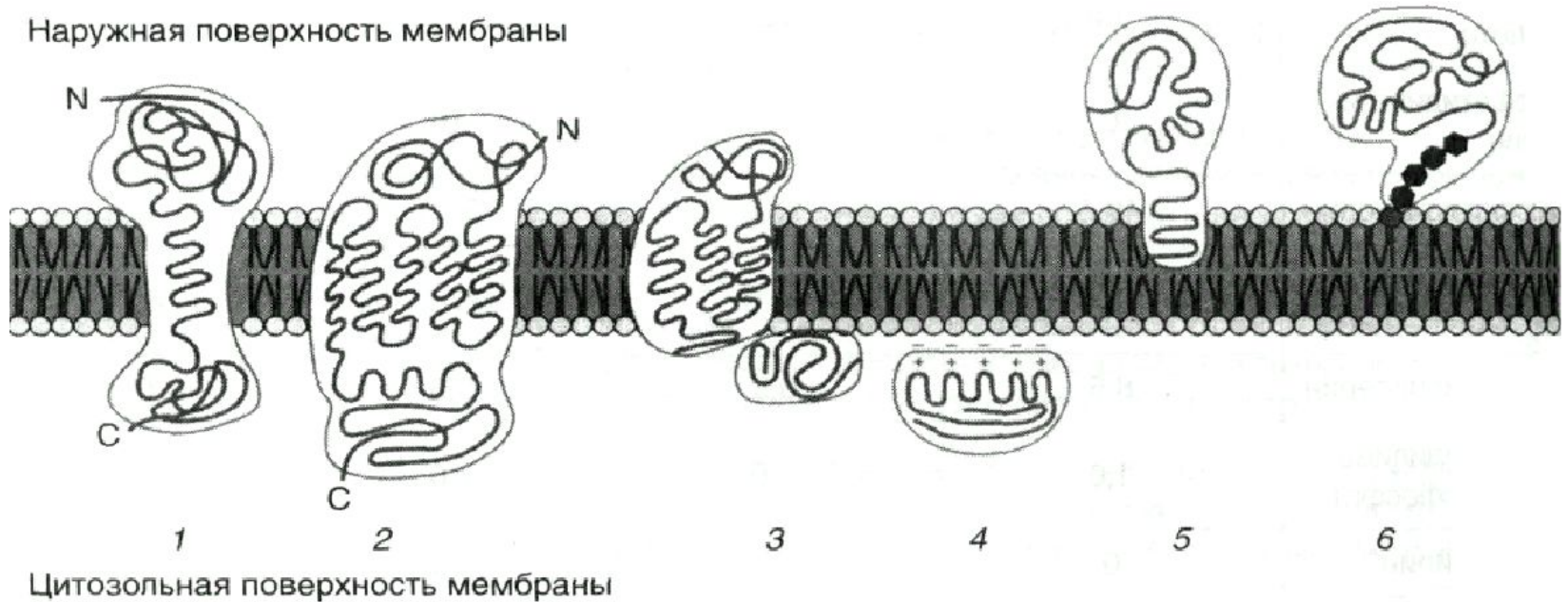
Longitudinal section

(b)

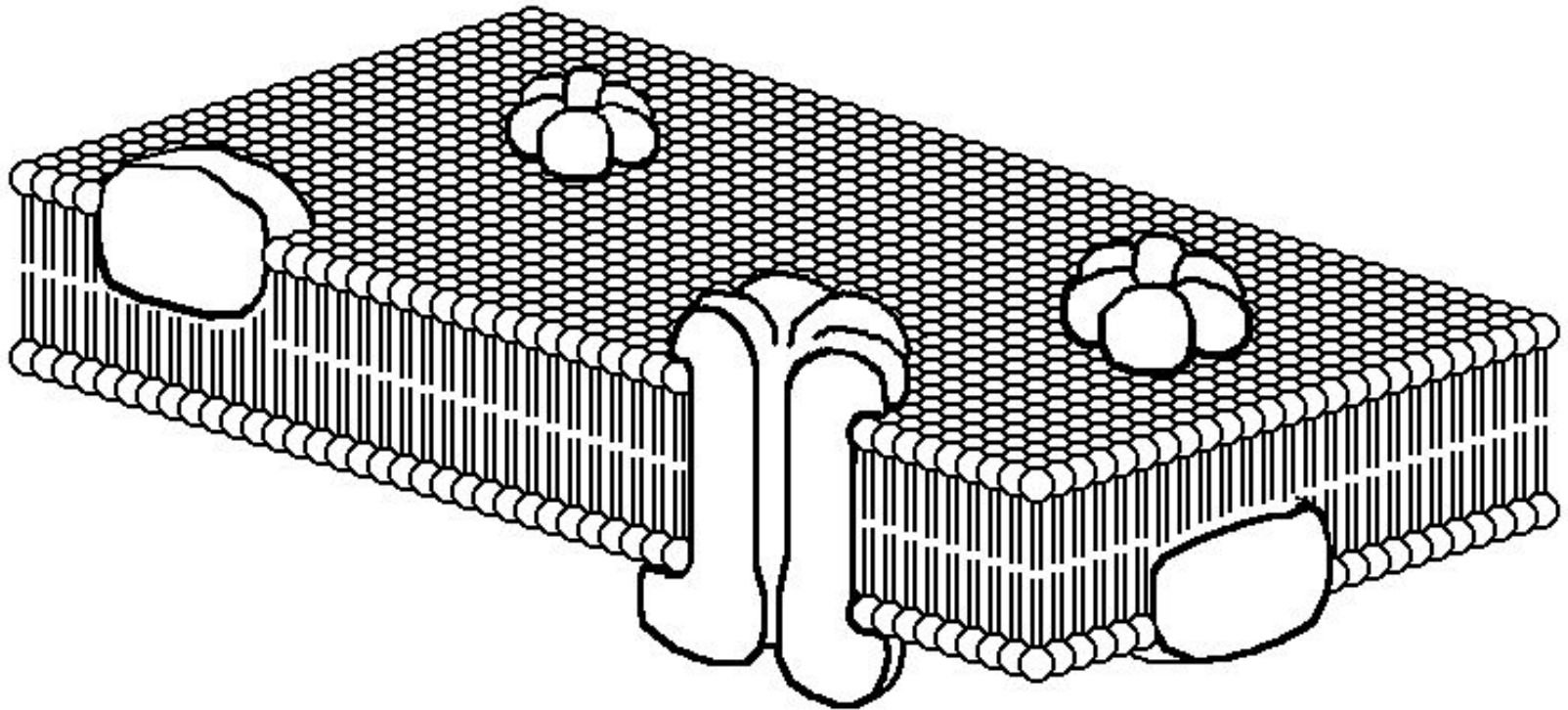
Белки биомембраны: 1 –  
интегральный, 2 – периферические,  
3 – полуинтегральный.



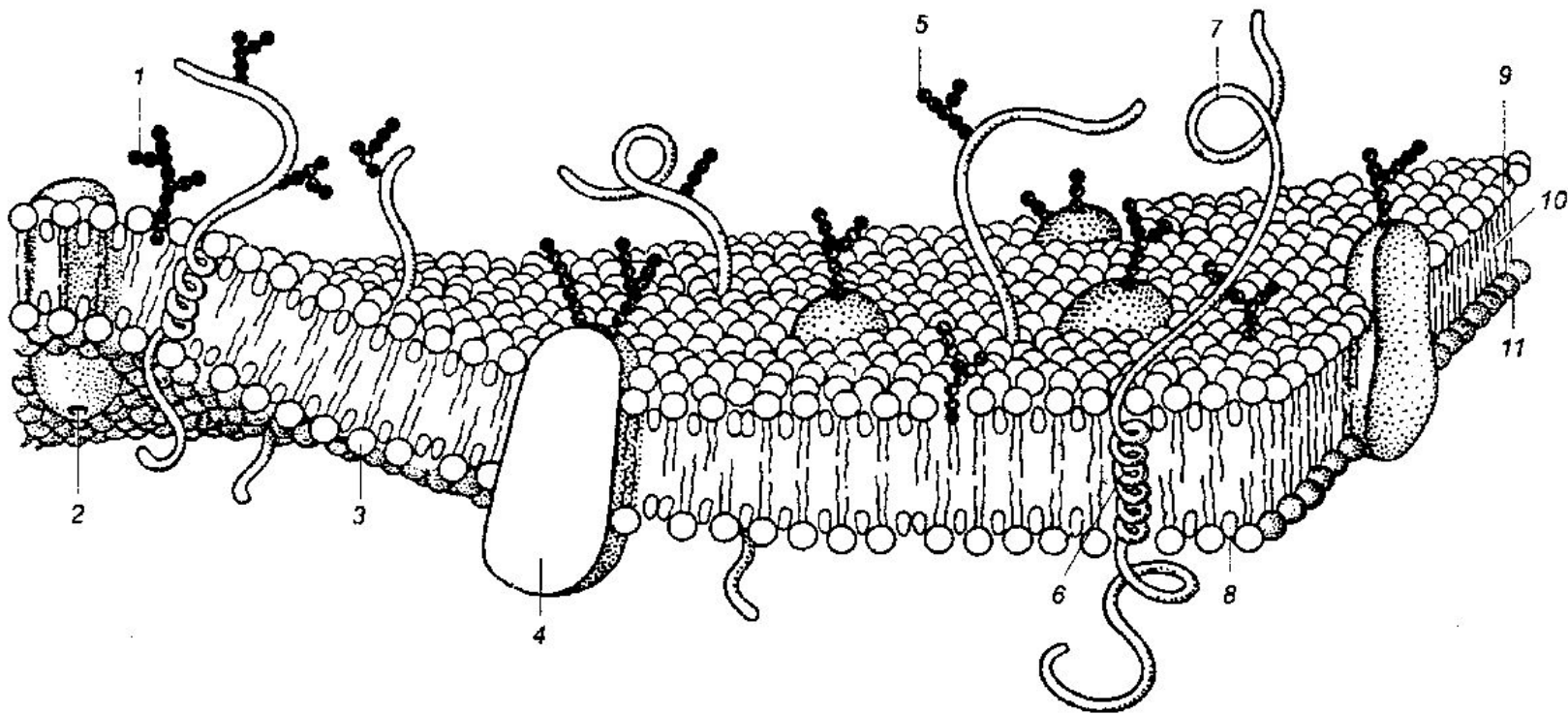
# Локализация белков в мембранах



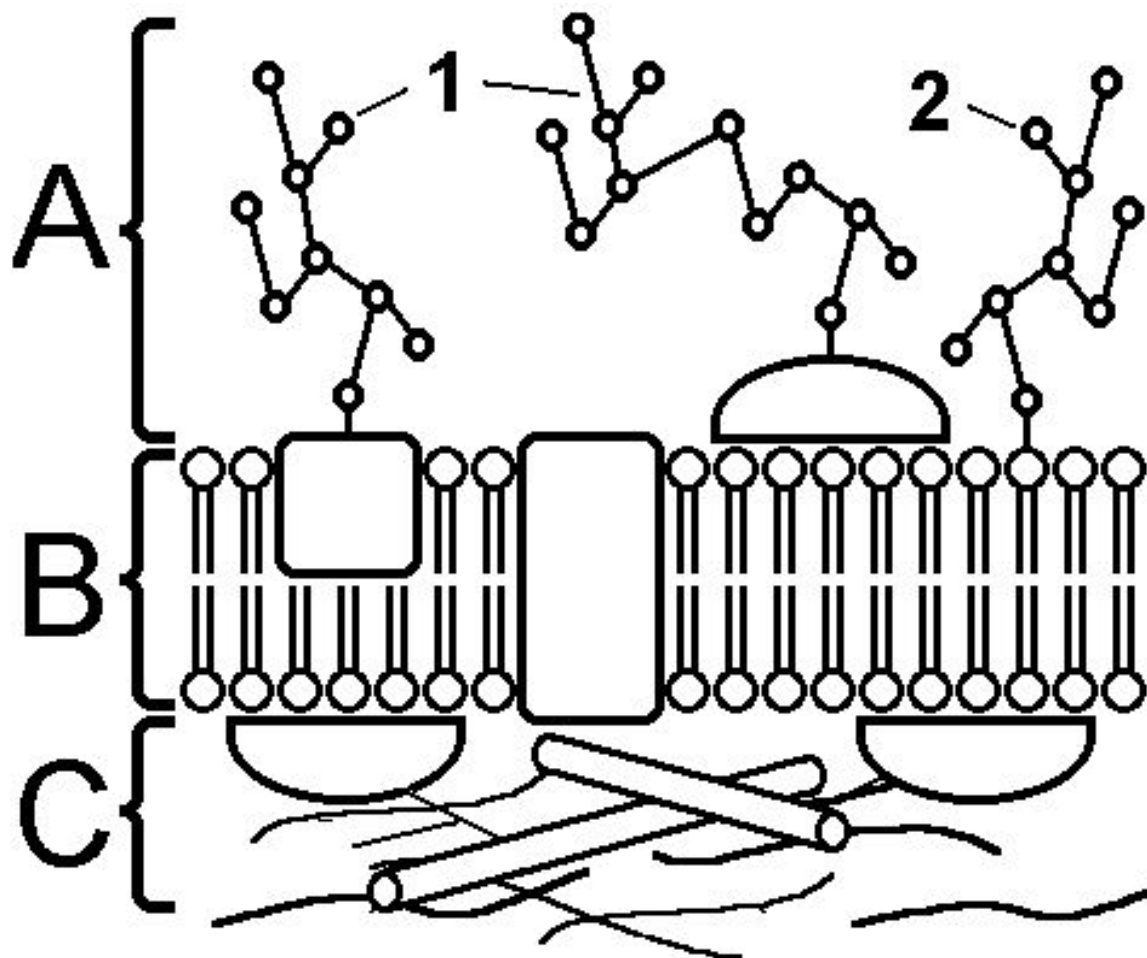
Интегральные белки образуют  
гидрофильные каналы



# Трехмерная схема жидкостно-мозаичной модели мембраны



# Схема оболочки клетки



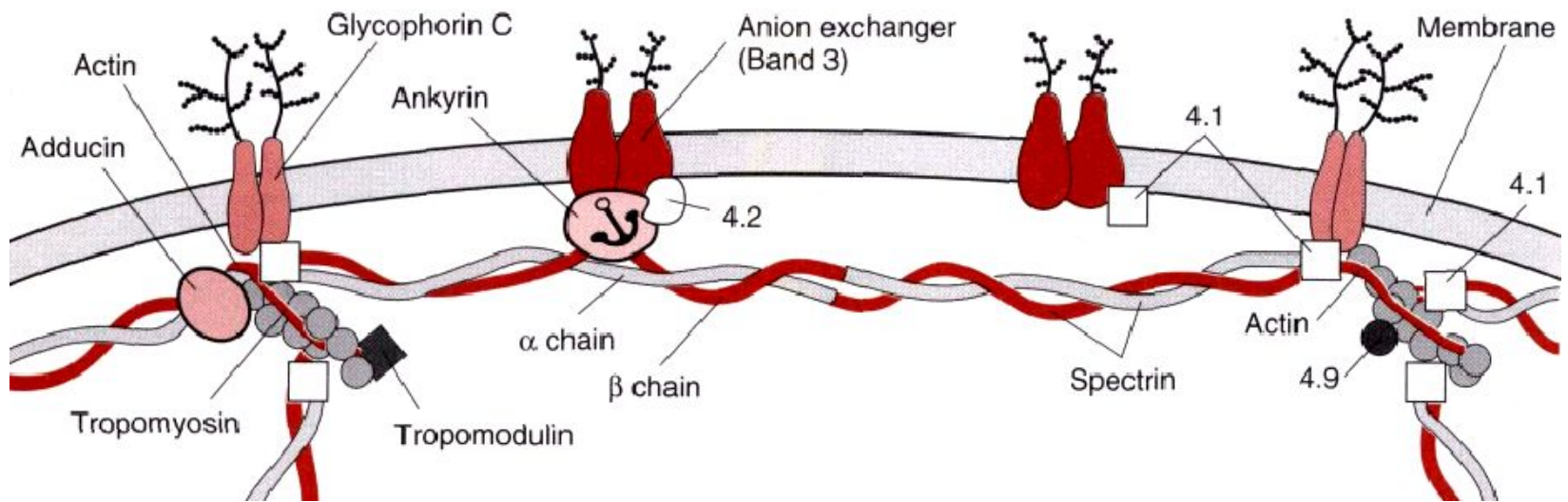


**NB!!!**

- Не путайте понятия оболочка клетки и биологическая мембрана!



# Схематическое изображение клеточной мембраны с элементами цитоскелета



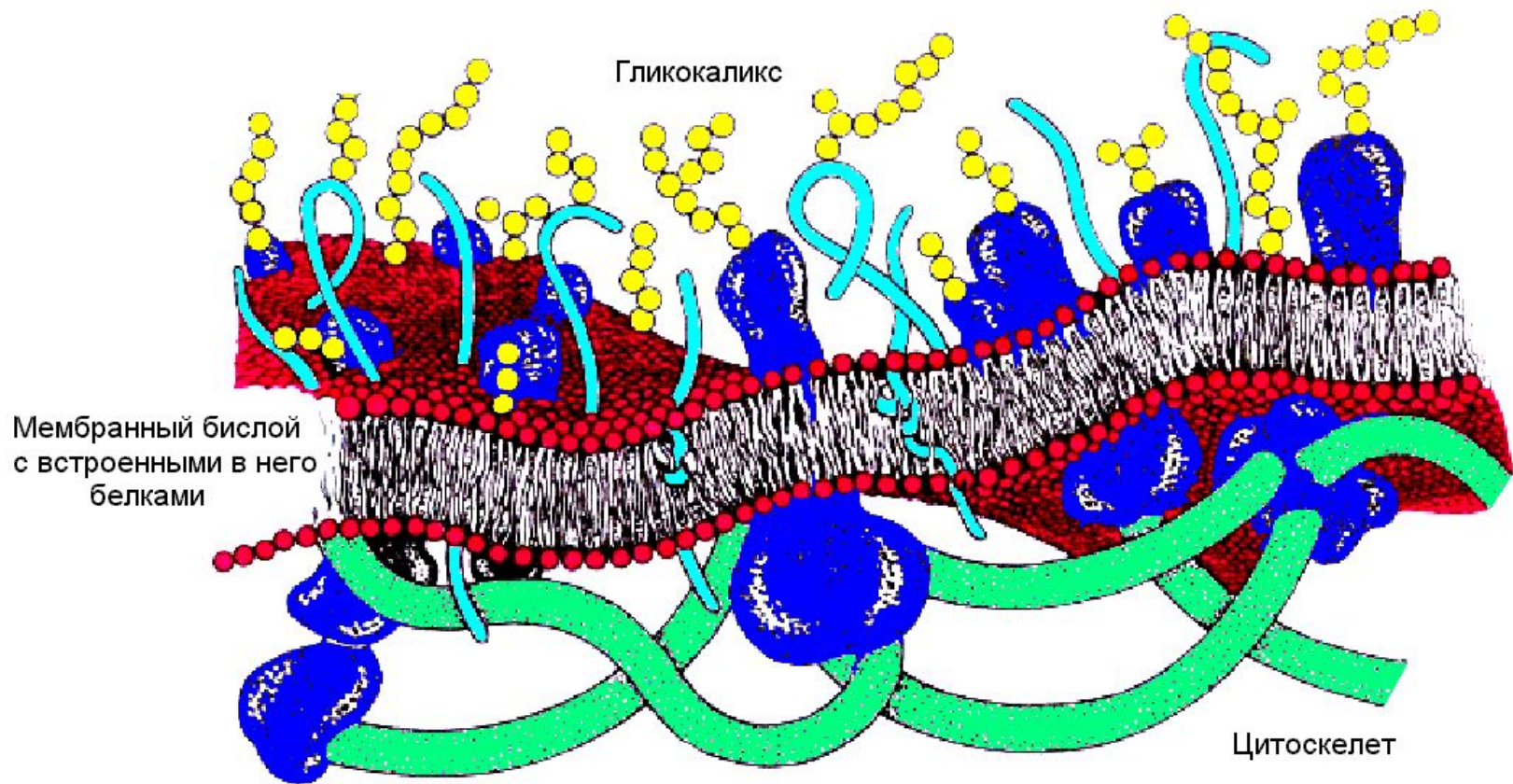
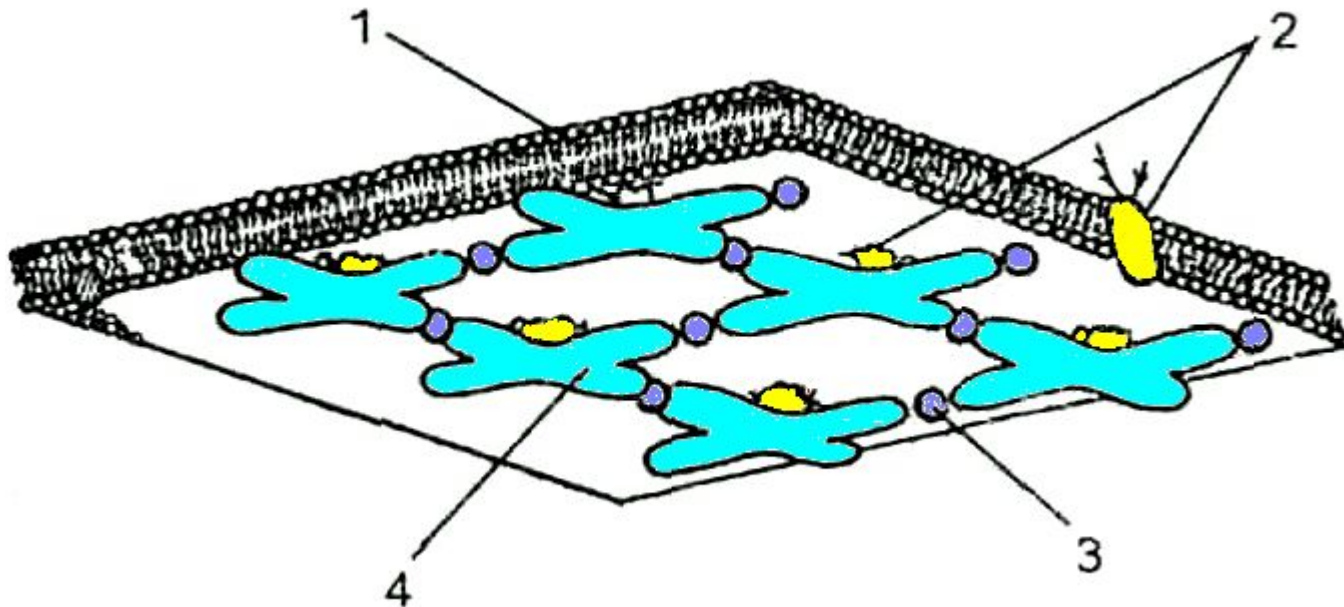


Схема организации спектрин-актиновой сети: 1 — липидный бислой; 2 — интегральные белки; 3 — актин; 4 — тетрамер спектрина



*Вопрос 6*

**Предметные модели  
биологических  
мембран**

Подробнее –  
Учебник том I, С.28-34.

# Предметные модели биологических мембран

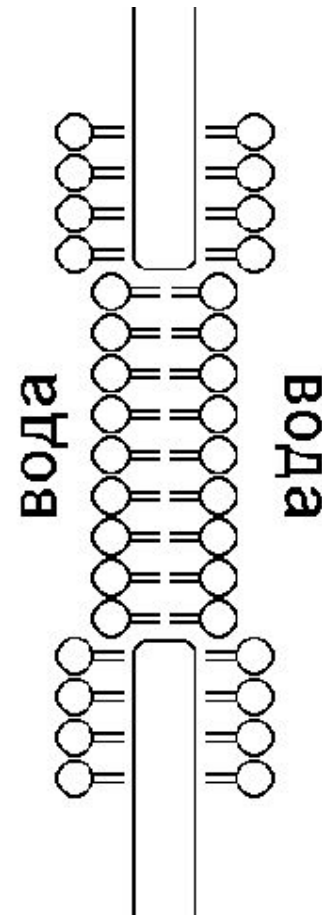
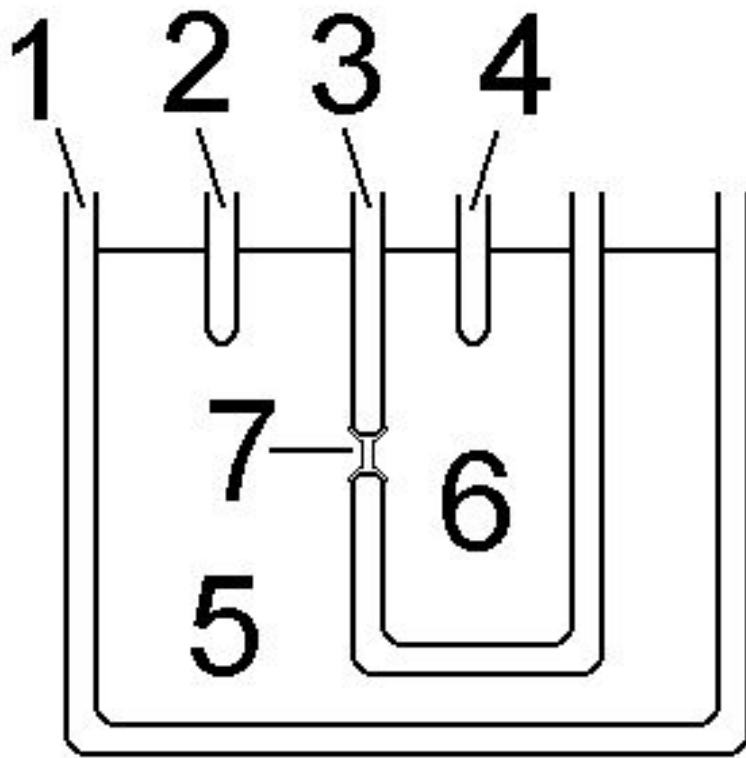
## Физические

- Плоские
- Сферические (липосомы)

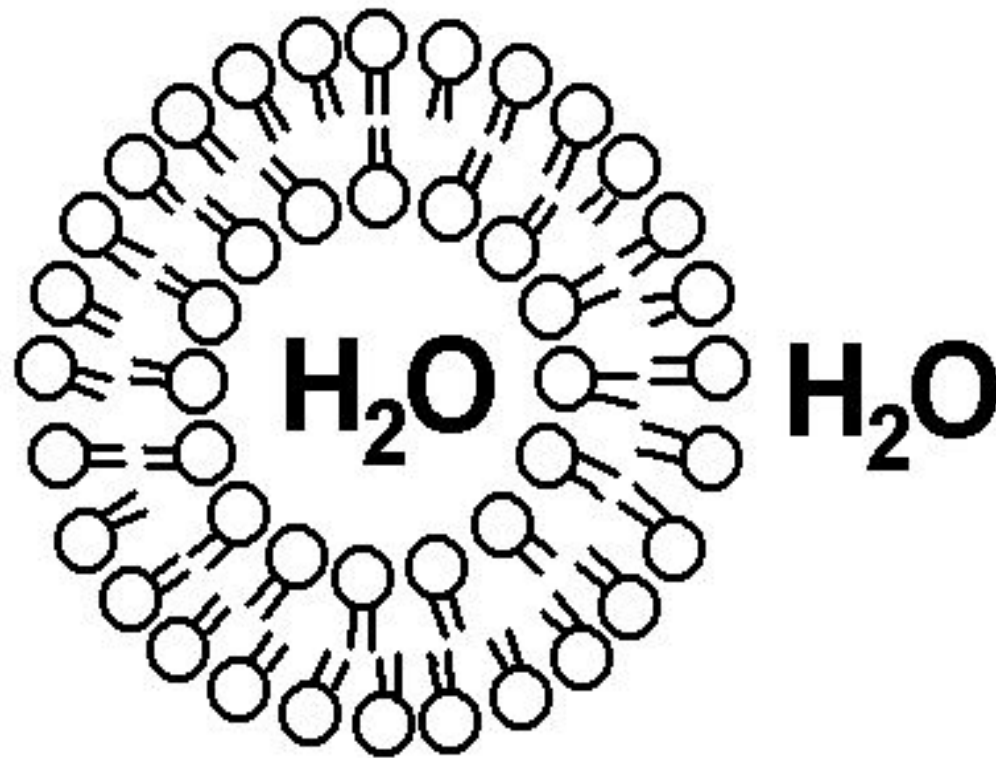
## Биологические

- «тени» эритроцитов
- Гигантский аксон кальмара

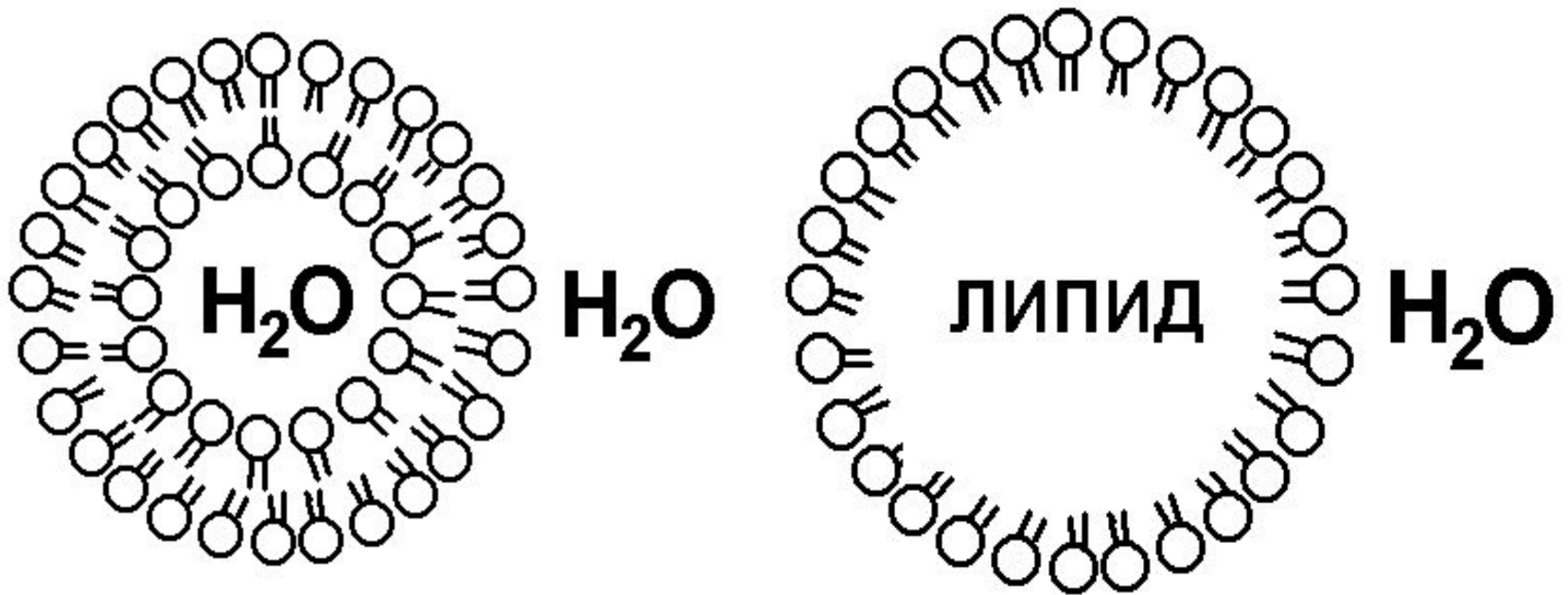
*Плоскую бислойную липидную мембрану* предложил в 1962 г.  
Мюллер.



# Липосома



Не путайте липосому с  
мицеллой!!!





## *Основные функции биологической мембраны*

- Барьерно-транспортная
- Матричная
- Механическая

*Вопрос 7*

***ТРАНСПОРТ  
ВЕЩЕСТВ ЧЕРЕЗ  
БИОЛОГИЧЕСКИЕ  
МЕМБРАНЫ***

Характеризуя тот или иной вид транспорта мы должны выяснить три основных момента:

- меняется ли архитектура мембраны?
- происходит ли непосредственно при этом процессе гидролиз АТФ?
- сопряжён ли транспорт вещества с транспортом других веществ?

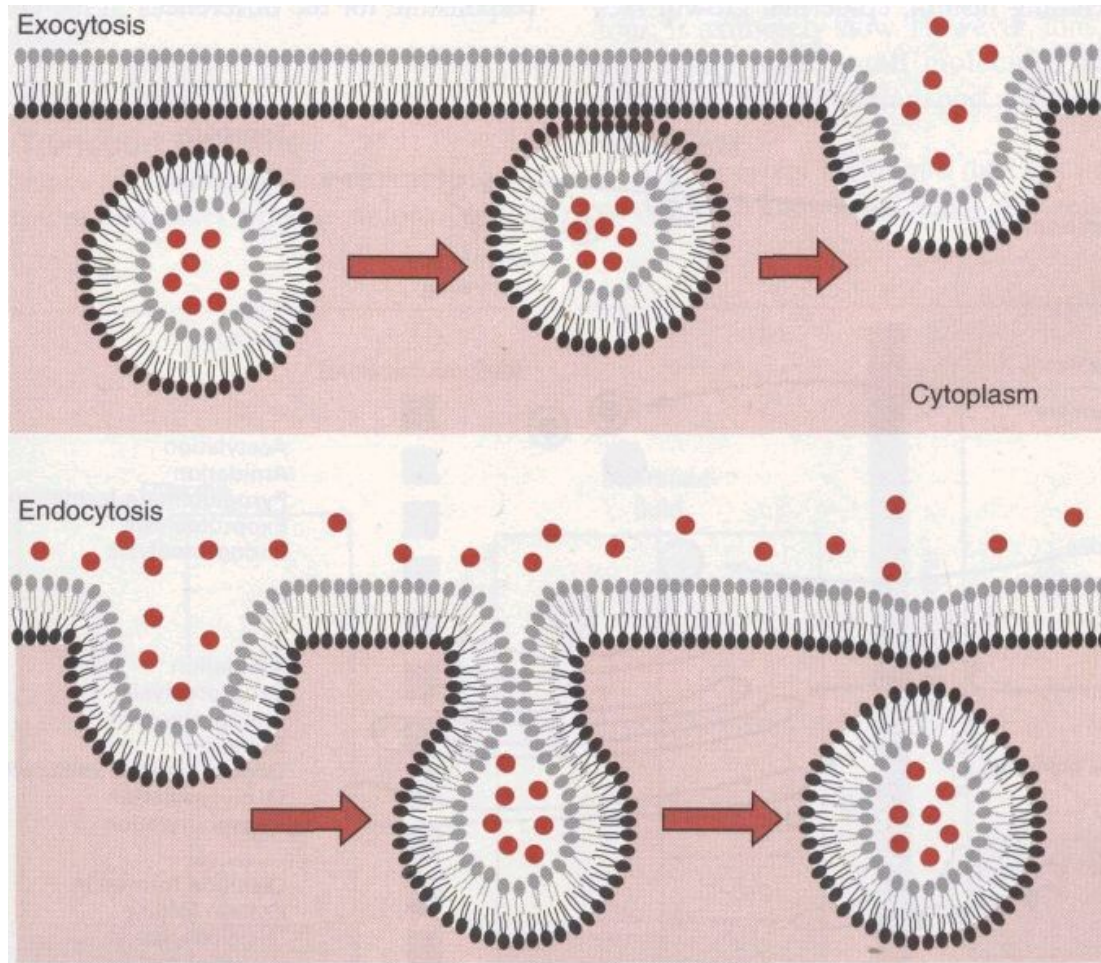
В зависимости от характера  
ответов выделяют следующие  
виды транспорта:

- с изменением архитектоники мембраны и без изменения архитектоники мембраны.
- активный и пассивный
- унипорт и котранспорт

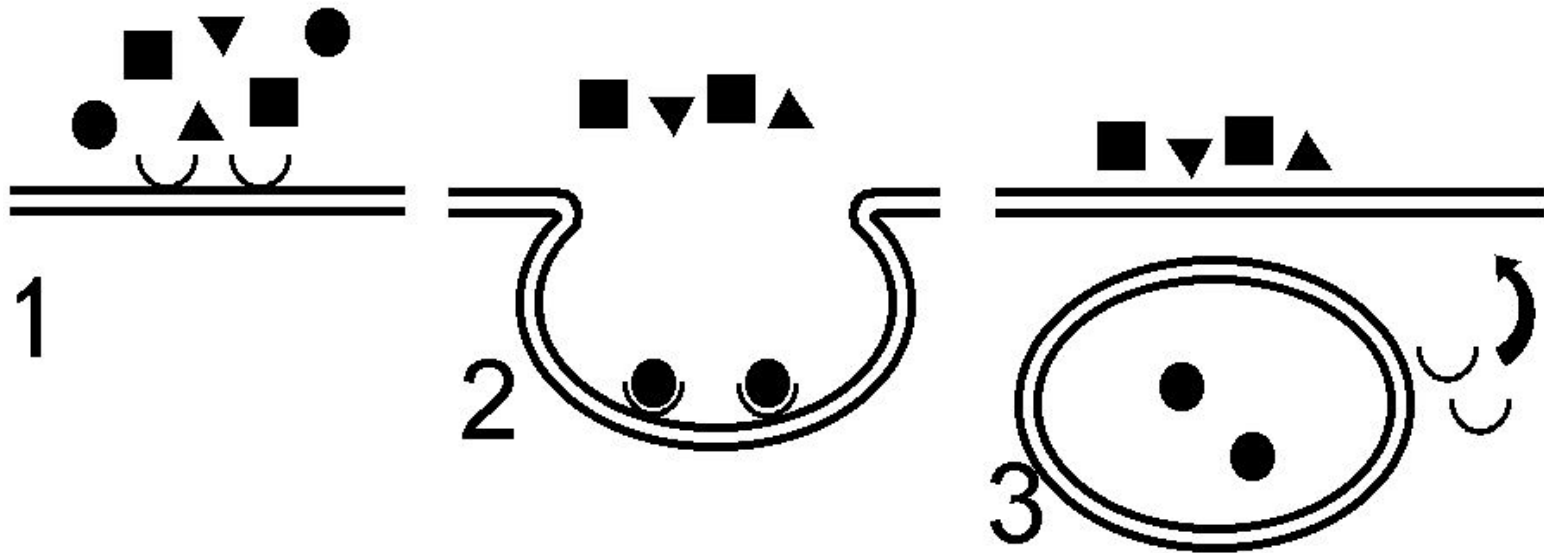
*Вопрос 8*

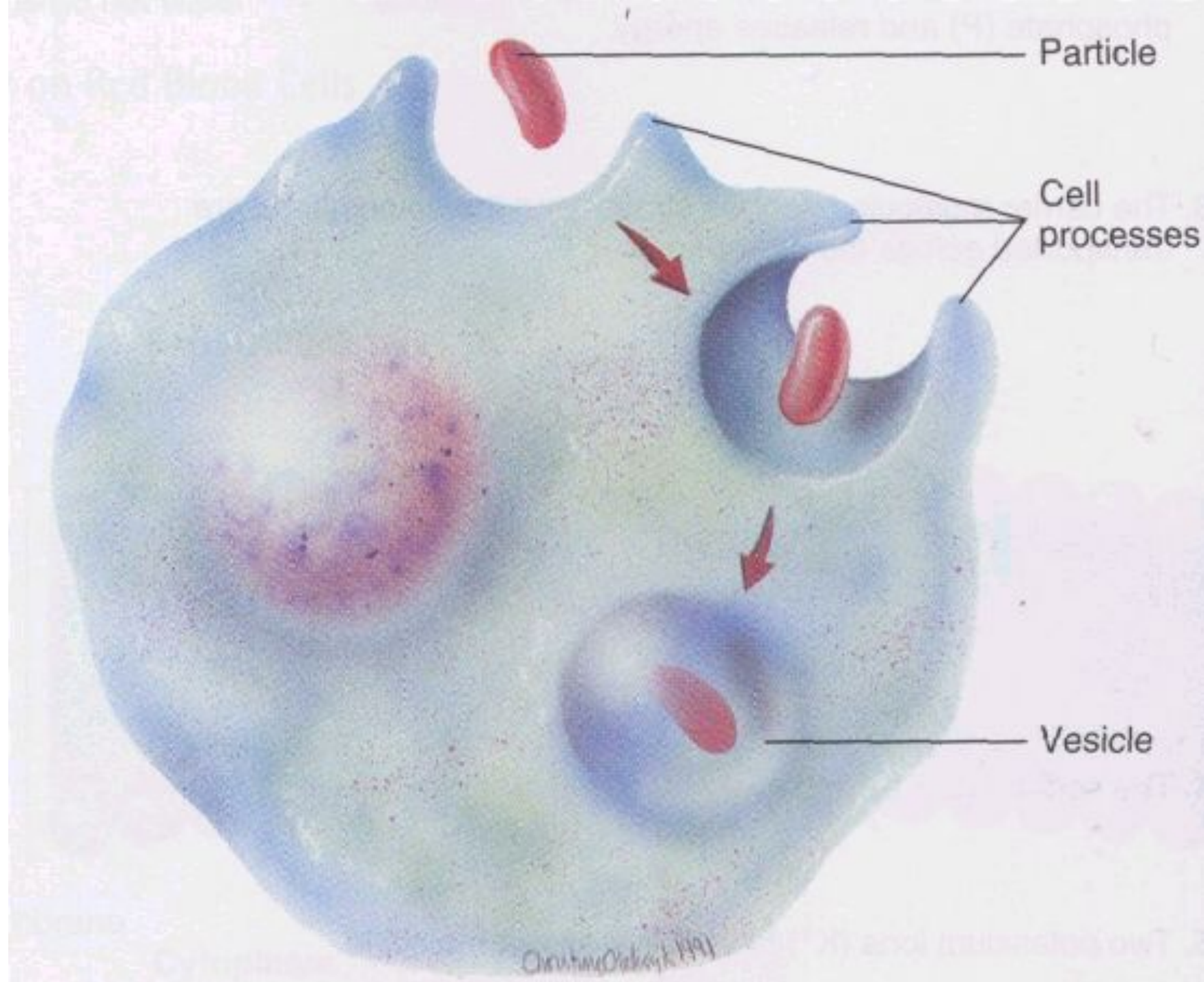
**Транспорт веществ с  
изменением  
архитектоники  
мембраны**

# Транспорт веществ с изменением архитектуры мембраны



# Транспорт веществ с изменением архитектуры мембраны





Particle

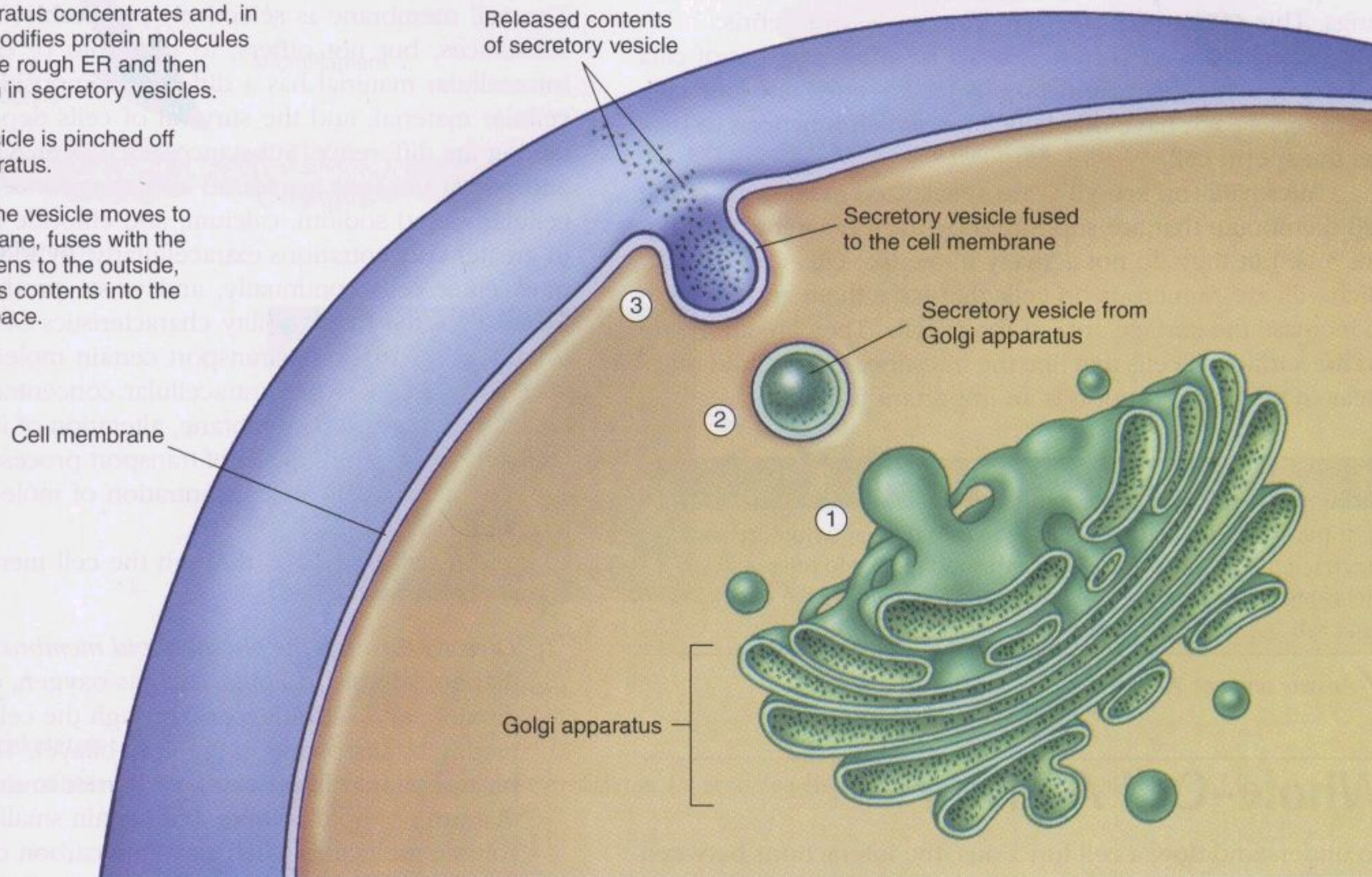
Cell processes

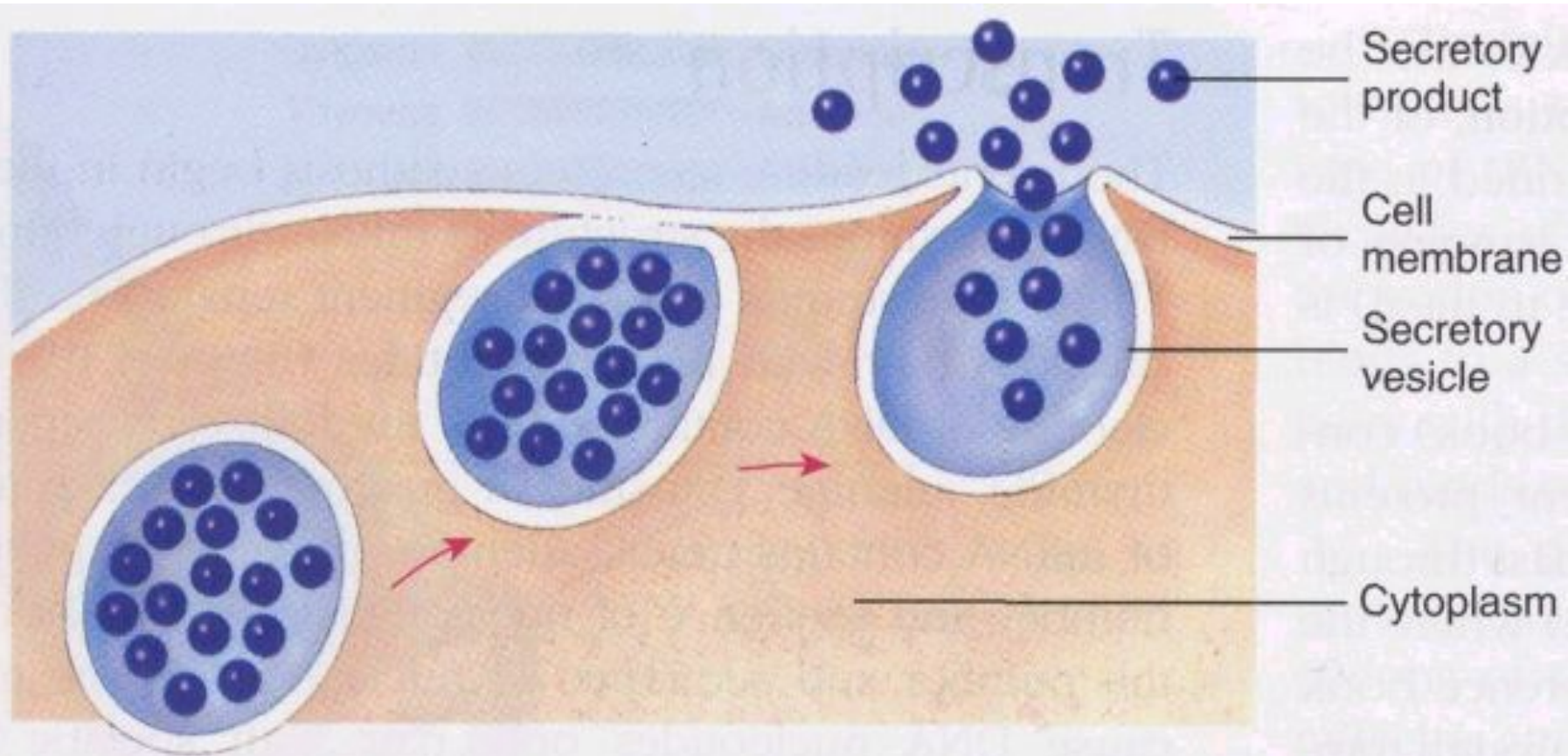
Vesicle

Christine Oakley 1991



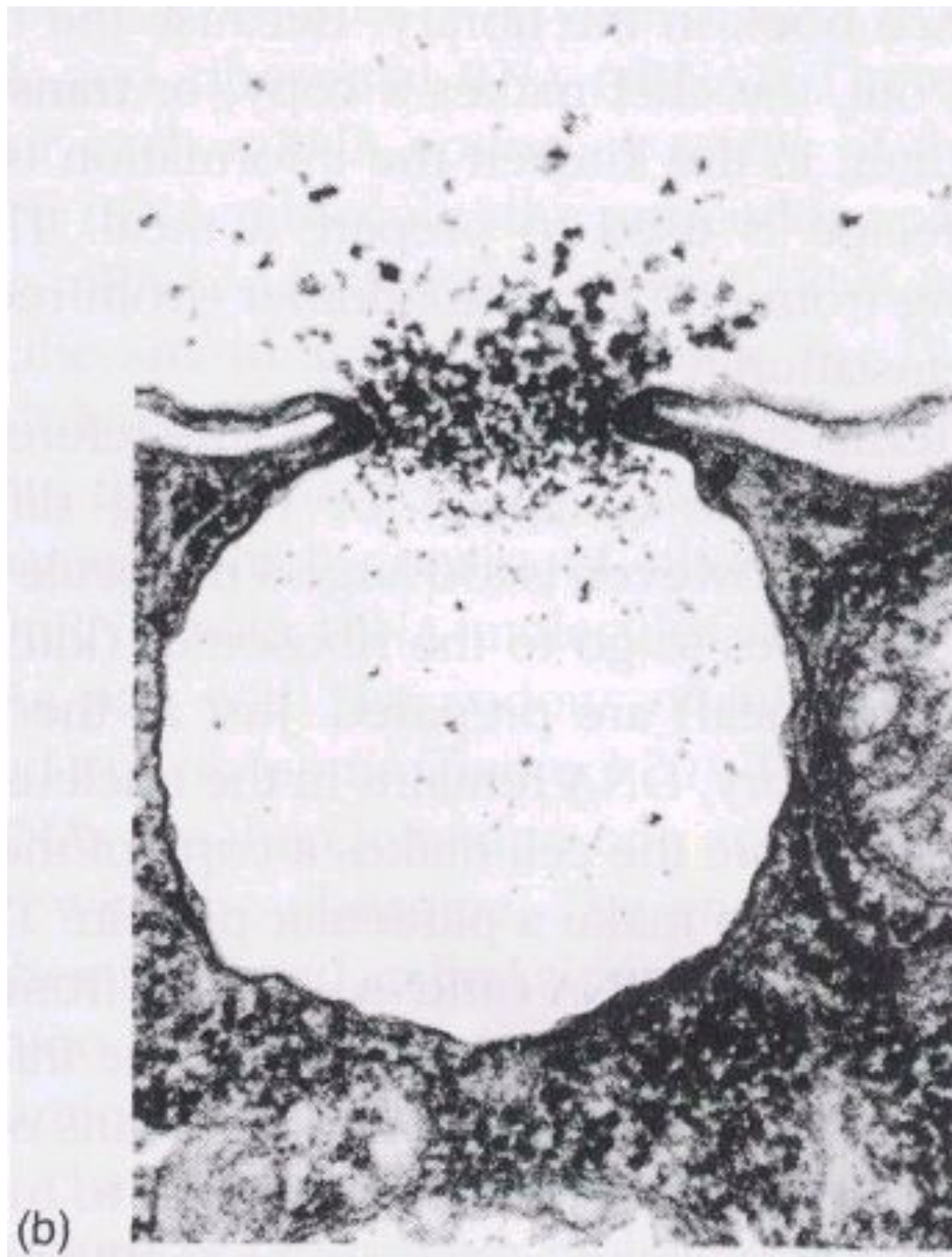
1. The Golgi apparatus concentrates and, in some cases, modifies protein molecules produced by the rough ER and then packages them in secretory vesicles.
2. A secretory vesicle is pinched off the Golgi apparatus.
3. In exocytosis, the vesicle moves to the cell membrane, fuses with the membrane, opens to the outside, and releases its contents into the extracellular space.





(a)





*Вопрос 9*

**Пассивный транспорт  
веществ через  
мембрану**

# *Пассивный транспорт веществ через мембрану*

- Осуществляется по градиенту концентрации без затраты энергии АТФ.
- Различают простую и облегчённую диффузию.

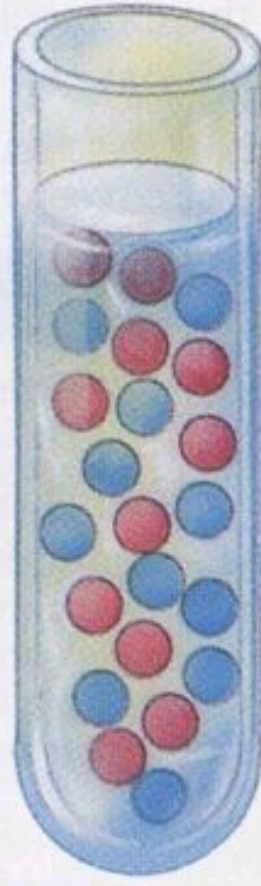
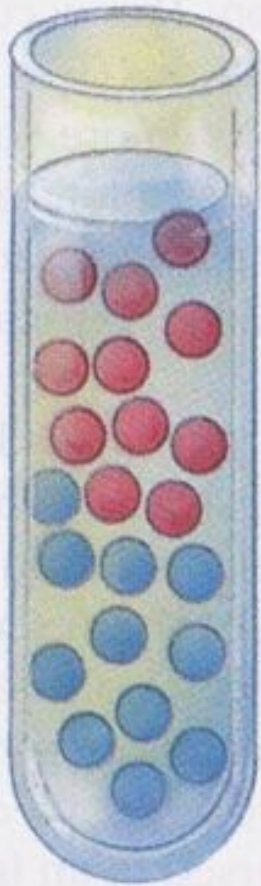
# *Пассивный транспорт веществ через мембрану*

- Напомним, диффузия (diffusio лат. – разлитие) — это самопроизвольное перемещение молекул (частиц) из области с более высокой в область с более низкой концентрацией.
- В основе её — хаотичное тепловое движение данных молекул (частиц).

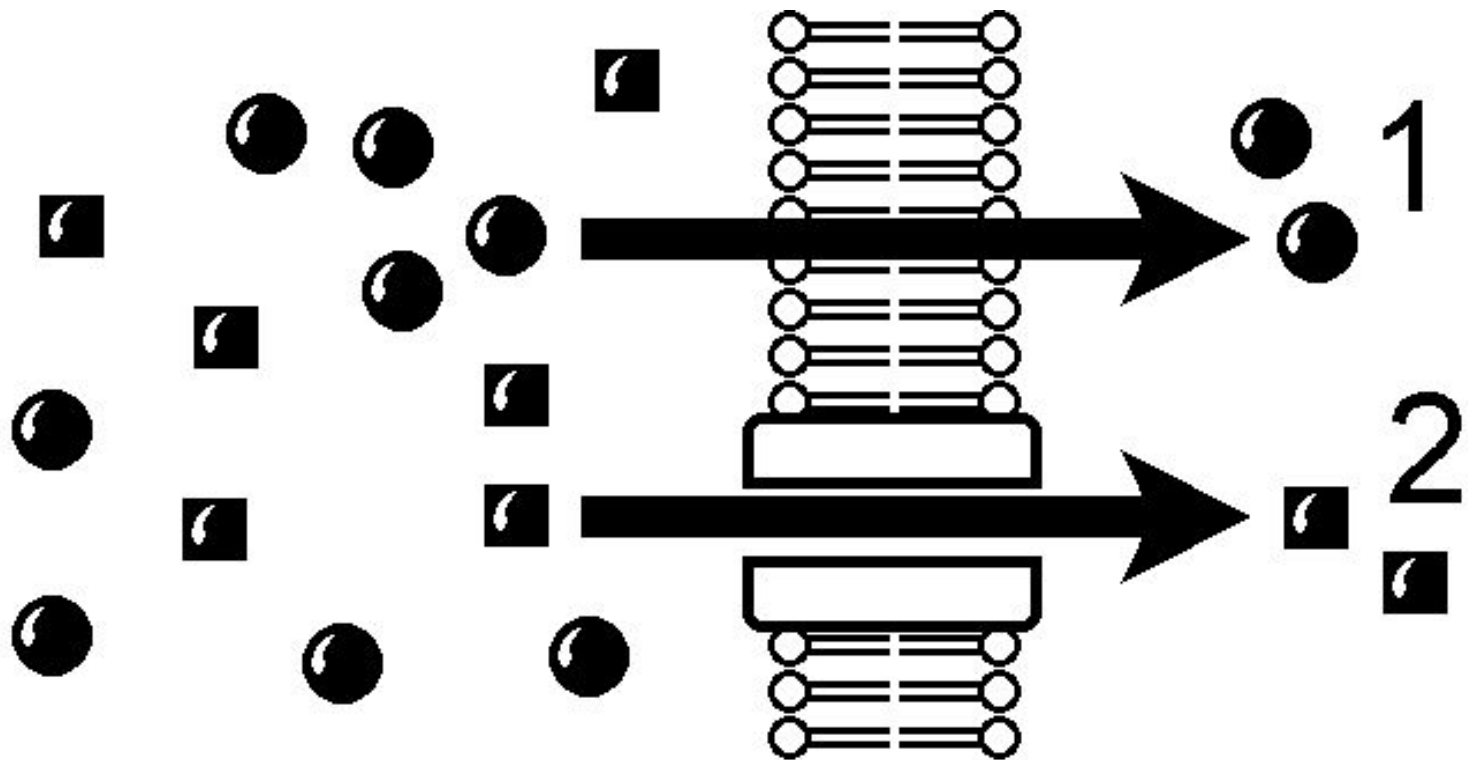
Concentration  
gradient for red  
molecules



Concentration  
gradient for blue  
molecules



# *Простая диффузия*



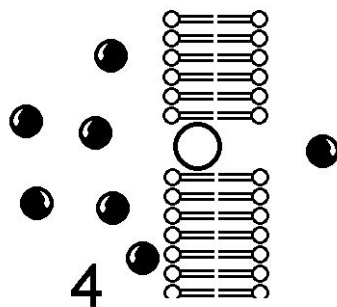
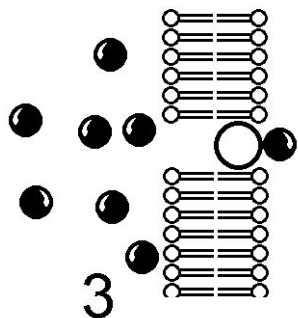
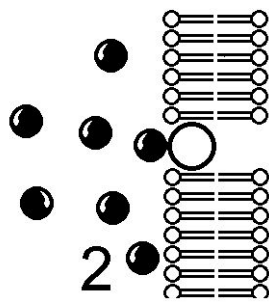
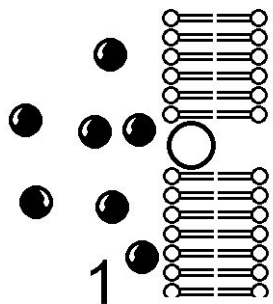


# Простую диффузию описывает закон Фика

$$\frac{dm}{dt} = -D \cdot S \cdot \frac{dC}{dx}$$

- где  $dm/dt$  – плотность потока вещества,
- $-D$  - коэффициент диффузии,
- $S$  – диффузионная поверхность,
- $dC$  – градиент концентрации,
- $dx$  – толщина мембраны

# Различают облегчённую диффузию с подвижным и с фиксированным переносчиком



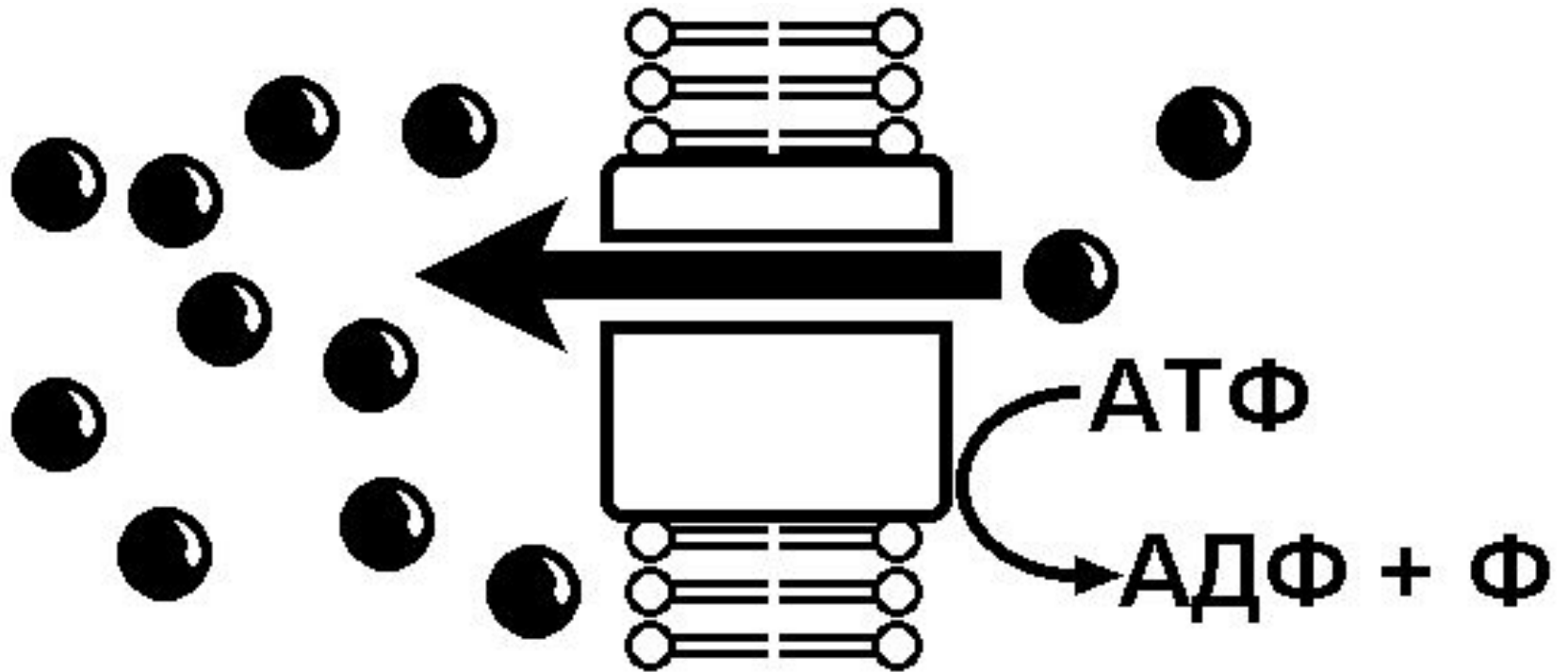
Кинетика облегченной диффузии подчиняется правилу Михаэлиса-Ментен

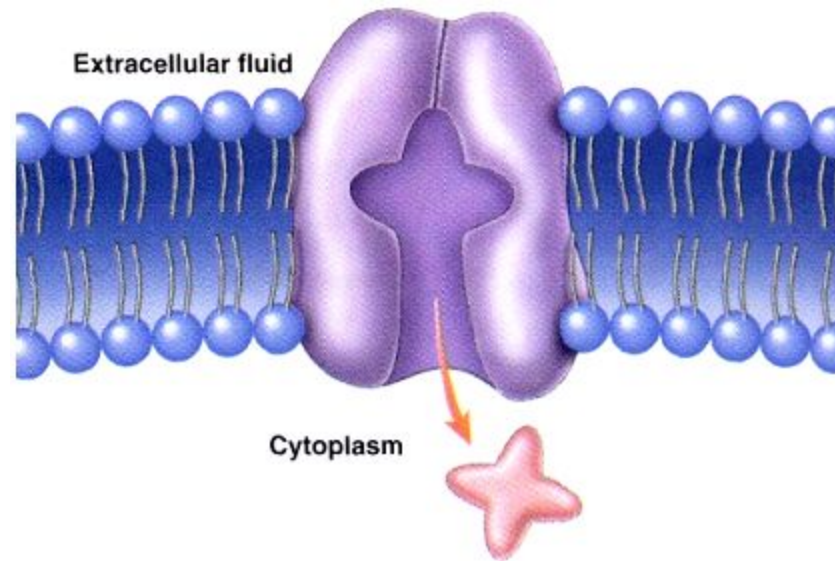
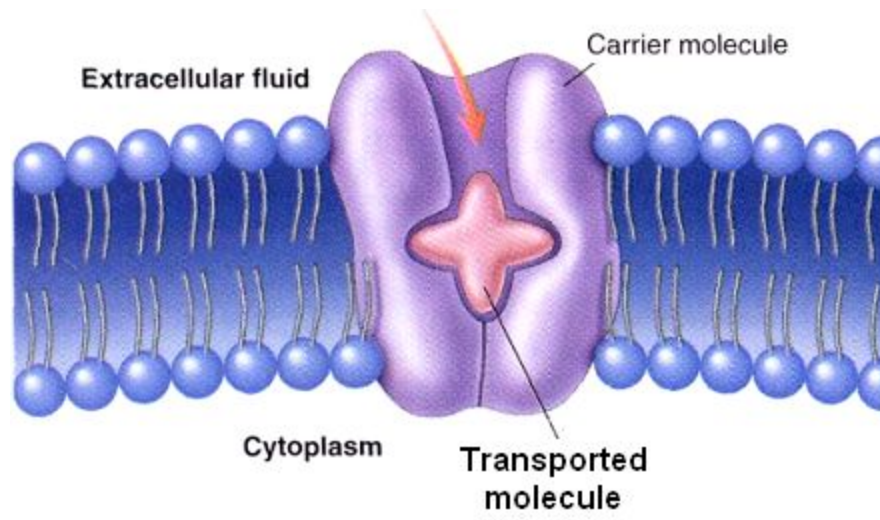
$$V = \frac{V_{max} \cdot C}{k + C}$$

*Вопрос 10*

**АКТИВНЫЙ транспорт  
веществ через  
мембрану**

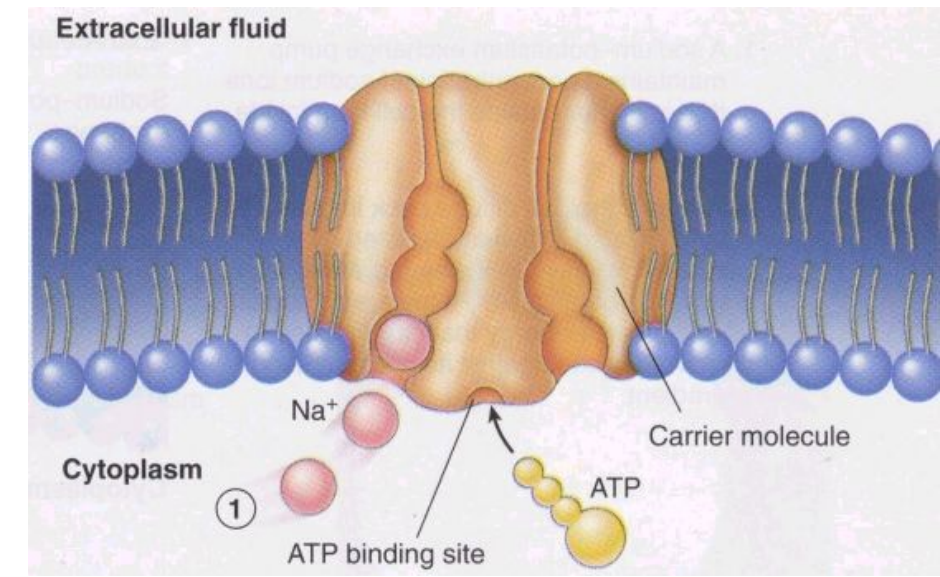
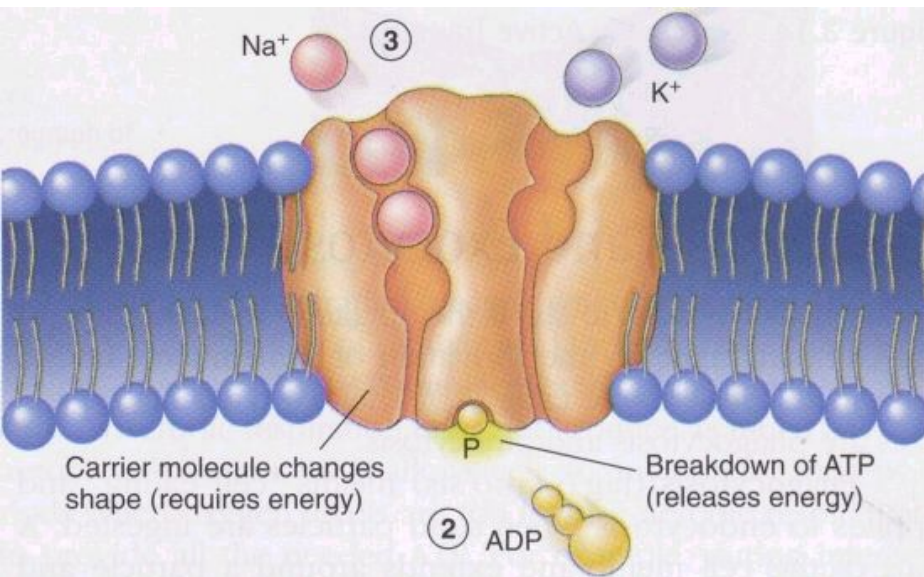
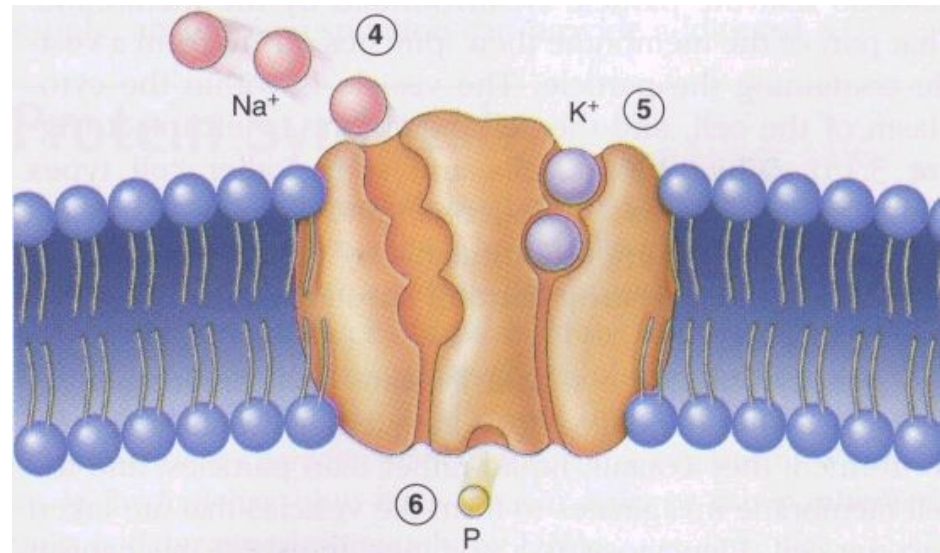
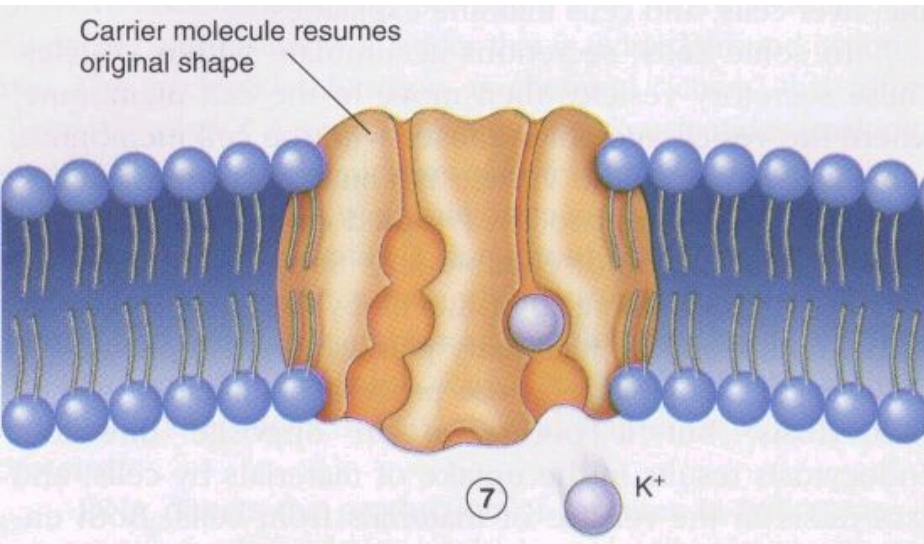
# Активный транспорт ионов через мембрану





*Вопрос 11*

**Сопряжённый транспорт  
веществ через  
мембрану**





Extracellular fluid

Sodium-potassium exchange pump

Na<sup>+</sup>

Carrier molecule

Glucose

①

②

Cytoplasm

K<sup>+</sup>

Na<sup>+</sup>

Glucose

