

*Электролит еместердің .2№  
биологиялық мембраналар  
арқылы тасымалдануы .  
Пассивті тасымалданудың  
.негізгі механизмдері*

## *Әдебиеттер:*

1. Арызханов Б., Биологиялық физика, 1990 ж.
2. Кошенов Б.К. Медициналық биофизика, ,2011г.
3. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. Биофизика, Киев, 2004г с..
4. Ремизов А.М. Медицинская и биологическая физика, М.,2010г.
5. Антонов В.Ф. Биофизика, М., 2006 г.

Тірі жүйелер ұйымдастырдың барлық деңгейінде ашық жүйе болып табылады. Сондықтан биологиялық мембрана арқылы заттың тасымалдануы өмірдің негізгі шарты.

Биологиялық жүйелердегі түрлі үрдістер: АТФ синтезі, бұлшық еттің жиырылуы, нерв импульсының таралуы т.б., мембрана арқылы зат тасымалына байланысты . Осы процессті зат тасымалдану (транспорт) деп атайды.

Мембрана арқылы зат тасымалының бұзылуы патологиялық процестерге әкеледі. Оны емдеу жасуша мембранасы арқылы өтетін дәрі дәрмектің енгізілуіне байланысты. Дәрілік препараттардың тиімділігі оның мембранадан өтімділігіне байланысты болады. Заттың тасымалдануын сипаттау үшін электрохимиялық потенциал түсінігінің маңызы зор.

Мембраналар функциясының маңызды элементтерінің бірі олардың молекулаларды (атомдарды) *өткізу* немесе *өткізбеу* мүмкіншілігінде.

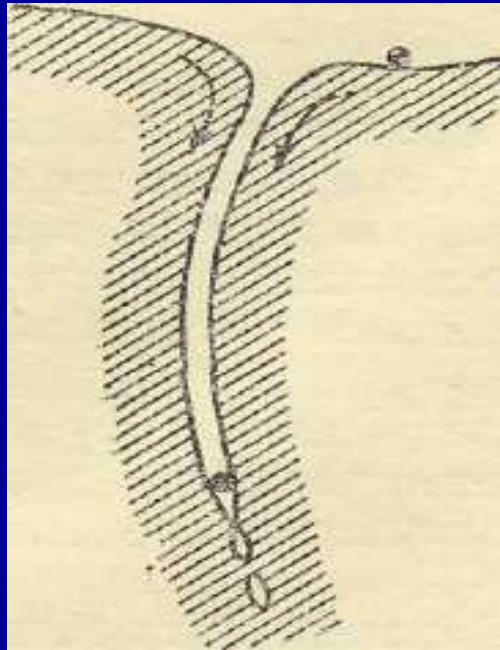
Мұндай өтімділіктің  
ықтималдылығы бөлшектер орын  
ауыстыруының бағытына, мысалға  
жасушаға қарай немесе жасушадан  
сыртқа қарай қозғалысына және  
молекулалар мен иондардың  
әртүрлілігіне байланысты.

Биологиялық мембрана өткізгіштік қасиетіне байланысты жасушада тұздардың, қанттың, амин қышқылдарының, иондардың, т.б. заттардың алмасу өнімдерінің концентрациясын, олардың тасымалын және алмасуын реттейді.



Мембрана арқылы жеке молекулалар ғана тасмалданбайды, сонымен қатар қатты денелер (*фагоцитоз*), сұйық заттар (*пиноцитоз*) –дер тасмалданады.

Ірі молекулаларды сіңіру және шығару процестеріне эндоцитоз және экзоцитоз құбылыстары жатады. Заттардың жасуша ішіне тасмалдану процесі *эндоцитоз*, ал жасуша сыртына тасмалдану процесі *экзоцитоз* деп аталады.



**Тасымалдау құбылыстарына**  
*диффузия* (зат массасының),  
*тұтқырлық* (импульстің),  
*электр өтімділік* (электр  
зарядының) **тасымалдаулары**  
**жатады.**

# Тасымалдану түрлері:

*1. Белсенді тасымалдау*

*2. Белсенді емес тасымалдау*

*Белсенді тасымалдау* –  
заттардың арнайы энергия  
пайдаланып электрохимиялық  
градиентке қарсы ауысуы.

Егер зат тасымалы  
электрохимиялық  
потенциалдың кемуімен, яғни  
энергия шығынын қажет  
етпейтін болса, ол тасымал  
белсенді емес **деп аталады.**

Белсенді емес  
тасымалдану

Осмос

Фильтрация

Қарапайым  
диффузия

Жеңілдетілген  
диффузия

Липидттік  
қабат  
арқылы

Қозғалмалы  
тасмалдаушы

Бекітілген  
тасмалдаушы

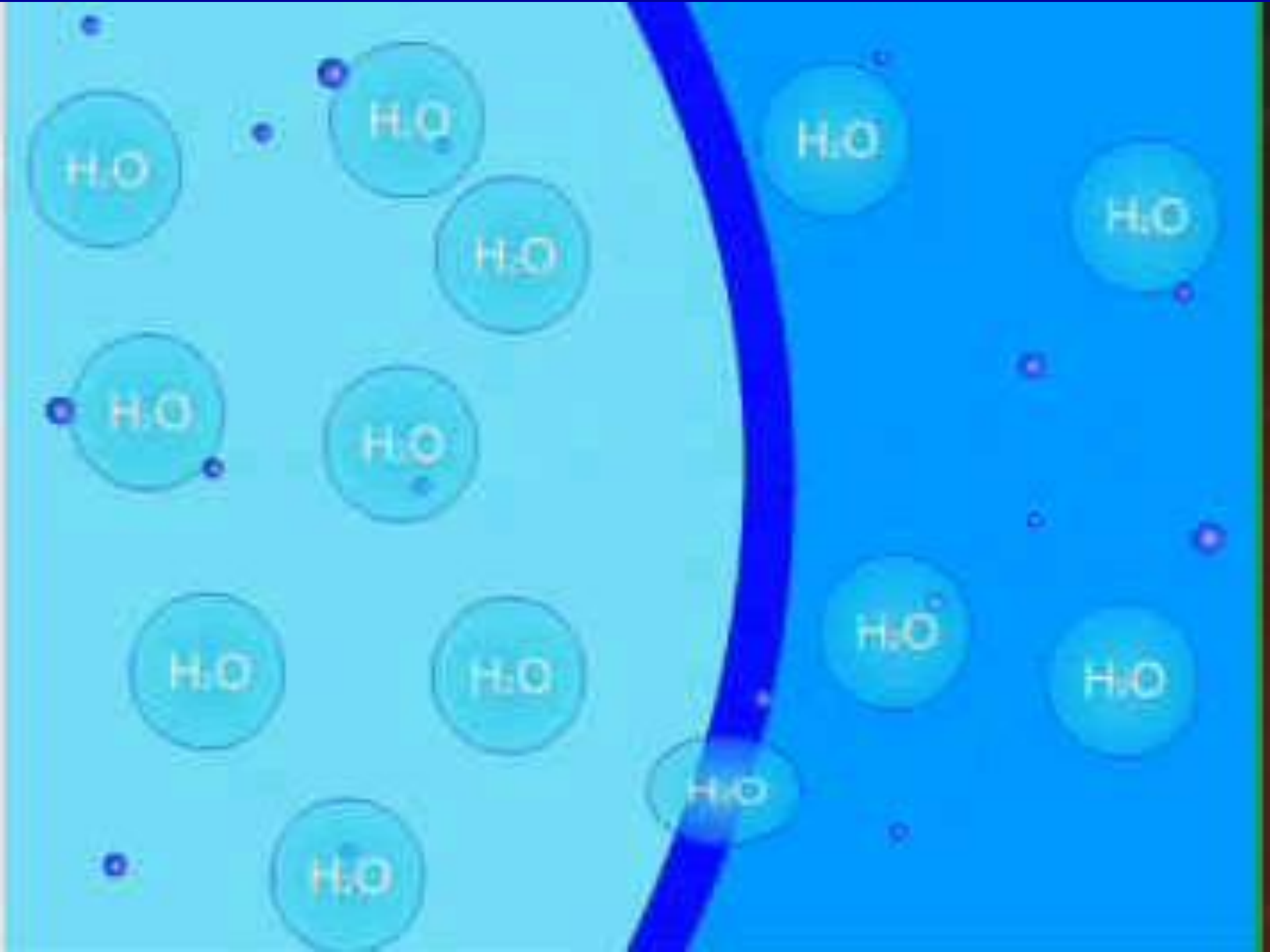
Липидттік  
биқабат  
саңылауы  
арқылы

Ақуыз  
саңылауы  
арқылы



*Осмос* – мембрана арқылы су молекуласы заттарының концентрациясы аз жағынан көп жағына қарай ығысуы.

Еріткіштің мұндай қозғалысын жасайтын күш **осмостық** – **итерме қысым** деп аталады.



*Фильтрация* (сүзіліс) —  
заттардың мембрана  
саңылауы арқылы  
қысымның аз мәні жағына  
қарай өтуі.

*Диффузия бұл заттардың  
мөлшері көп жағынан аз  
жағына қарай, яғни градиентке  
сәйкес өтуі.*

*Диффузия теңдеуі немесе  
Фик заңы*

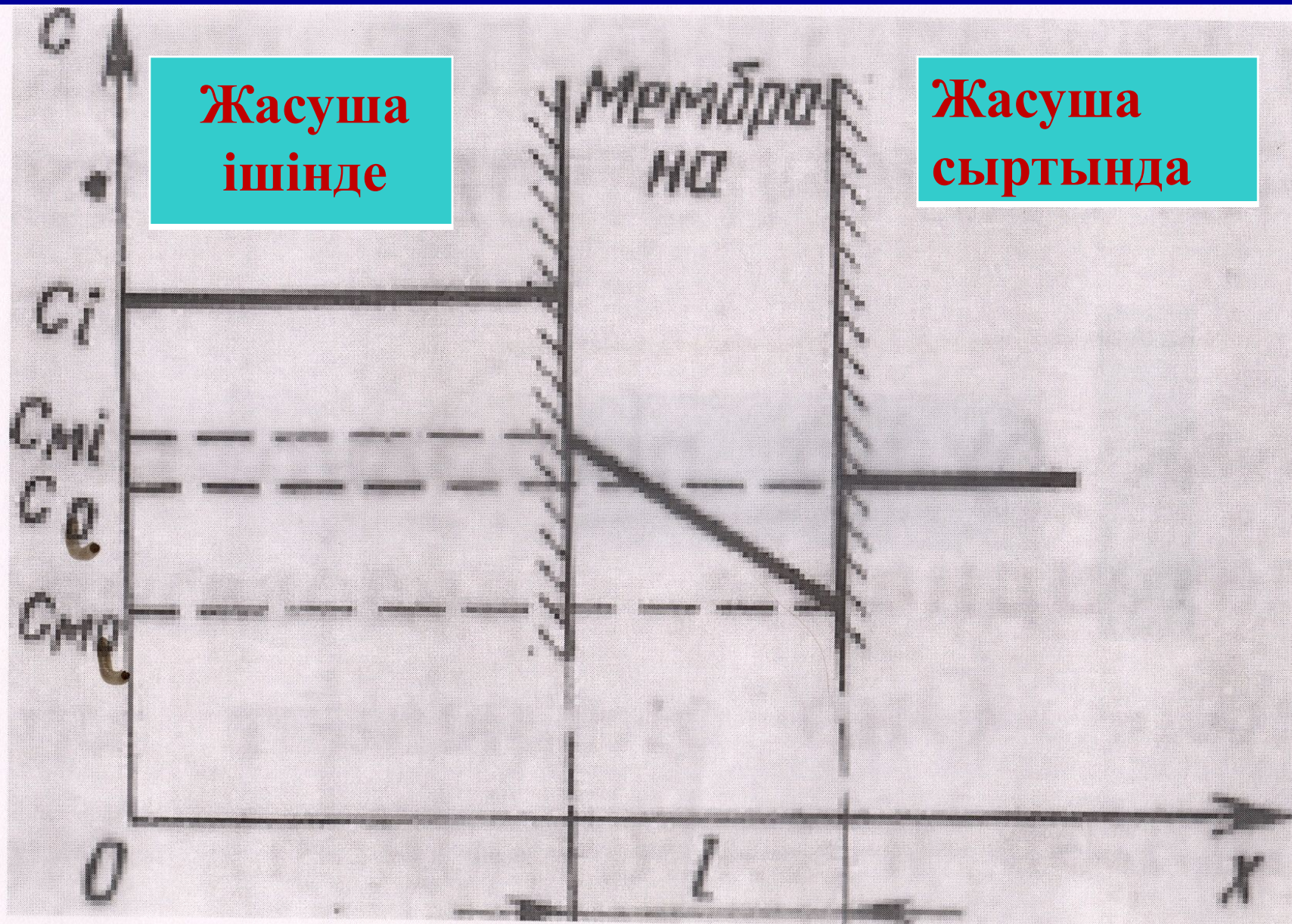
$$j = -D \frac{dC}{dx}$$

Мембрана арқылы өтетін бөлшектердің концентрациясының өзгерісі сызықты және оның  $C_i$  ішкі жағында және сыртқы жағында —

$C_{\boxtimes}$  ге тең деп есептейік

Жасуша  
ішінде

Жасуша  
сыртында



Осы бөлшектер концентрациясының мембрана ішіндегі өзгерісі  $C_{mi}$  –ден

$C_{m\boxtimes}$  -ге дейінгі аралықта кемиді. Молекулалар концентрациясының өзгерісі (градиенті):

$$\frac{dc}{dx} = \frac{C_{m\boxtimes} - C_{mi}}{l}$$

Онда Фик теңдеуі төмендегідей болып жазылады.

$$j = -D \frac{C_{ml} - C_{mi}}{l} = D \frac{C_{mi} - C_{ml}}{l}$$



$$k = \frac{C_{ml}}{C_l} = \frac{C_{mi}}{C_i} \quad \text{белгілеу енгіземіз}$$

$k$  – заттың мембрана мен қоршаған орта аралығында таралу коэффициенті; оның мәні бірден кіші де, бірден үлкен де бола алады.

Зат концентрациясының мембрана қабатының екі қабырғасында және жасуша іші мен оның сыртындағы ортада әртүрлі болуы заттың полярлық және полярлық емес еріткіштердегі ерігіштігінің әр түрлі болатындығымен түсіндіріледі.

$C_{m\boxtimes} = \kappa C_{\boxtimes}$  және  $C_{mi} = \kappa C_i$  ескерсек, зат ағынының  
ТЫҒЫЗДЫҒЫ:

$$j = \frac{D\kappa}{l} (C_i - C_{\boxtimes})$$

$$P = \frac{D\kappa}{l}$$

-мұндағы  $P$ - өтімділік коэффициенті.

Биологиялық мембрананың  
өтімділігі деп өзінен белгілі  
бір заттың қандай да бір бөлігін  
өткізу қабілеті.

Мембраналық өтімділікті есептеу үшін  
**өтімділік коэффициенті ( $p$ )**  
**қолданылады:**

$$p = \frac{D \cdot k}{l},$$

мұндағы  $l$  – биомембрананың қалыңдығы,

$D$ - диффузия коэффициенті,

$k$  – заттың мембрана мен қоршаған орта  
аралығында таралу коэффициенті

Диффузия кезінде биологиялық мембрана арқылы өтетін зат ағыны тығыздығының теңдеуі:

$$j = P(C_i - C_{\text{II}})$$

**Мембранада тасымал  
концентрация айырымына ғана  
емес, мембрана арқылы өтетін  
иондарда пайда болған *электр өрісі*  
(электрофорез) тасымалданады. Ол  
зарядталған бөлшектердің  
диффузиясына әсер етеді . Жалпы  
жағдайда диффузия мен  
электрофорез бірігіп иондардың  
электродиффузиясын құрайды.**

Мембранада потенциалдар айырымы, яғни *электр өрісі* бар. Өріс кернеулігі мен потенциал градиенті арасында мынадай байланыс бар:

$$E = - \frac{d\varphi}{dx}$$

**Заттар тасымалы екі фактормен анықталады, яғни концентрация градиенті және электр өрісінің әсер етуімен:**

$$j = -D \frac{dc}{dx} - u_m Z F c \frac{d\varphi}{dx}$$

***Бұл теңдеу Нернст – Планк теңдеуі.***



# Мұндағы:

- $U$  – зат бөлшегінің қозғалғыштығы;
- $Z$  – тасымалданушы зат ионының заряды;
- $F$  – Фарадей саны;
- $C$  – зат концентрациясы.

**Нернст Планк теңдеуі біртекті зарядталмаған мембранада концентрация градиенті және электрлік потенциалдың болуымен жүретін белсенді емес (енжар) зат тасымалдануды сипаттайды.**

*Заттар ағыны үшін  
Гольдман теңдеуі*

$$j = \frac{zF\Delta\varphi P}{RT} \cdot \frac{c_2 \exp(zF\Delta\varphi / RT) - c_1}{1 - \exp(zF\Delta\varphi / RT)}$$

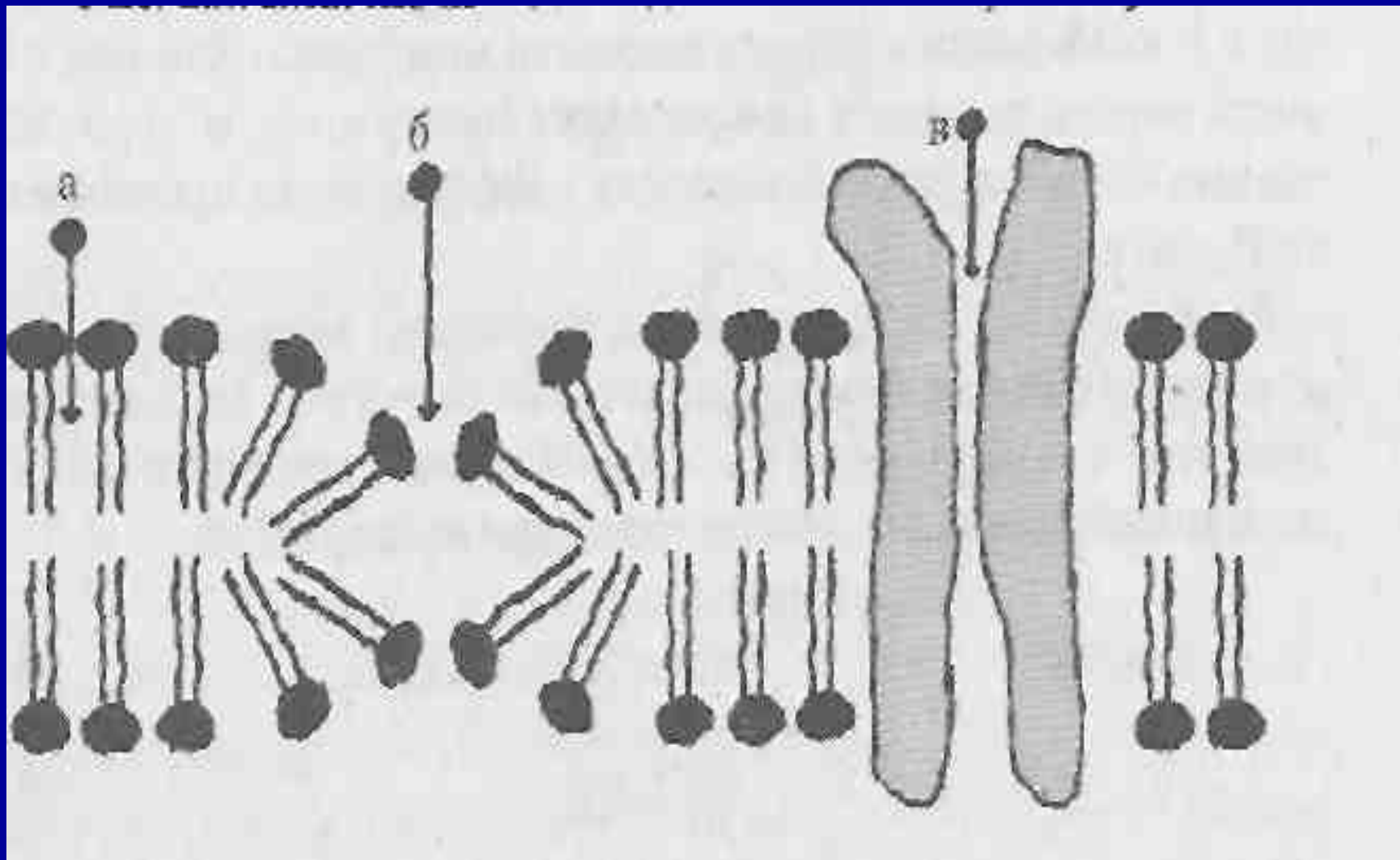
**Гольдман теңдеуі арқылы егер,  
мембрананың екі жағындағы зат  
концентрациясы, трансмембраналық  
потенциал айырымы және өтімділік  
коэффициенті белгілі болған жағдайда,  
белсенді емес (пассивті)  
тасымалданудағы иондар ағынының  
шамасын есептеуге болады.**

*Қарапайым  
жағдайында  
жұмсалмайды.*

*диффузия  
энергия*

Мембрананың фосфолипидтік фазасында жақсы еритін полярсыз заттар, мысалы *органикалық май қышқылдары, эфирлер* мембрананың липидтік қабаттары арқылы жақсы өтеді. Ал полярлы қосылыстар, заттың су ерітінділері: *тұз, қант, аминқышқылдары, спирттер* липидтік биқабат арқылы баяу өтеді.

Липидте ерімейтін молекулалар және заттың су ерітінділері: тұз, қант, аминқышқылдары, спирттер липидтік және ақуыз каналдары арқылы ғана өте алады.



Қарапайым диффузияның мембран липидтерінің биқабаты (а), липидтік биқабат саңылауы (б), ақуыз саңылауы (в) арқылы өтуі.



Канал - ақуыз молекулалары мен липидтерден тұратын мембранада пайда болатын жолдар. Бұл канал мембрана арқылы тек ұсақ молекулалардың өтуіне ғана емес, ірі иондардың өтуіне де мүмкіндік береді.

Каналдардың аса маңызды қасиеті - оның селективтілігі - талғап өткізгіштігі.

Әр канал негізінен тек бір заттың ғана иондарын өткізеді, мысалы, натрий каналдары тек натрий иондарын, ал калий каналдары тек калий иондарын өткізеді.

Канал өткізгіштігінің талғампаздығы тасымалданатын ион радиусымен және ионның химиялық құрылысымен анықталады.

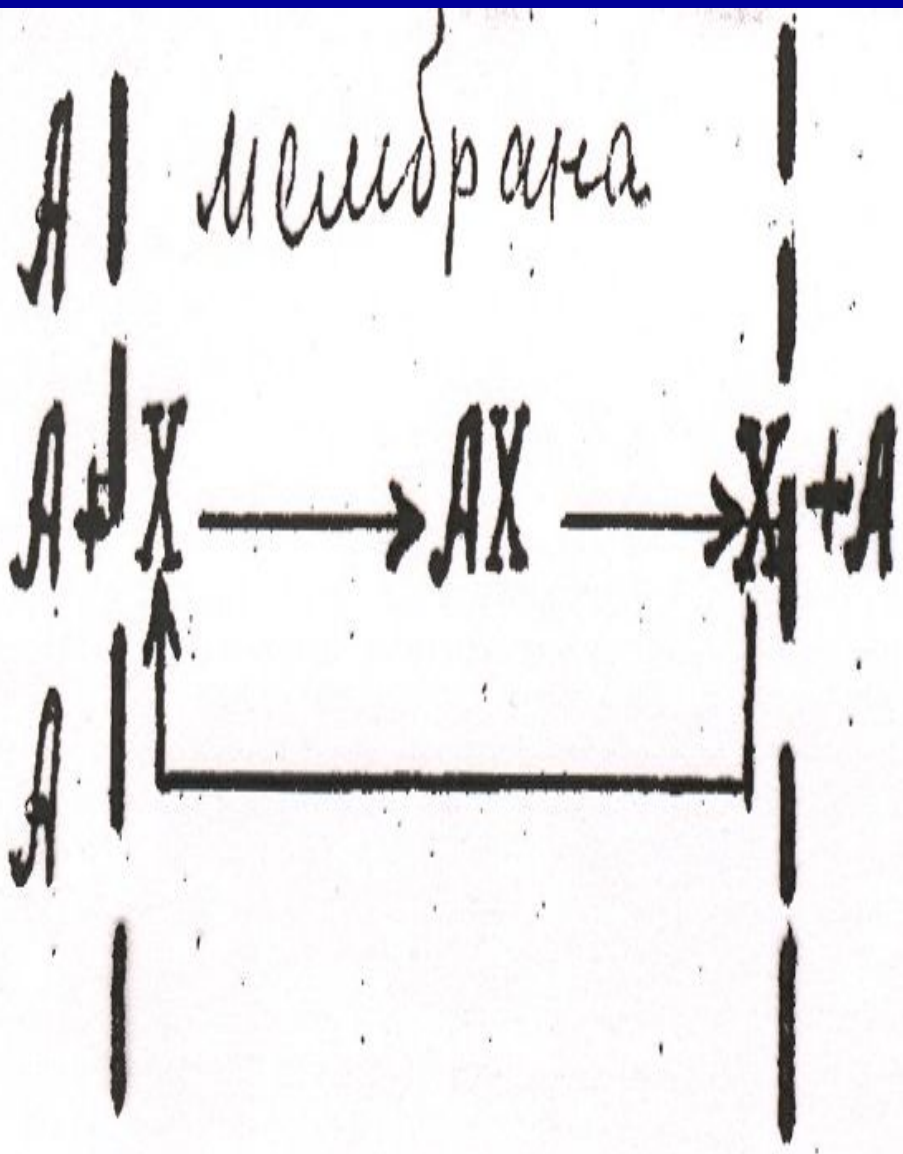
- Алайда, канал радиусына қарағанда радиусы кіші болып келетін зат иондары осы канал арқылы еркін өтіп кете алмайды. Себебі, канал ішіндегі дипольдық топтармен әсерлесулері әр түрлі. Мысалы калий иондары калий каналының іріктеуші сүзгісінде (селективные фильтры) оттегінің барлық бес атомымен әрекеттеседі, ал радиусы калий ионынан әлдеқайда кіші болатын натрий ионы осы сүзгіде оттегінің тек екі атомымен ғана әрекеттесе алады. Сондықтан бұл канал арқылы натрий иондары тасымалданбайды.

Диффузияның тағы бір «жеңілділігі» - иондар тасымалының арнайы молекула — тасымалданушылармен жүретіндігі. Олар — *ионофорлар* деп аталады.

## Жасушалық мембрананың аса маңызды қасиеті-оның талғап өткізгіштігі.

Кейбір химиялық реакциялар осы мембрананың өзінде жүреді. Мембранада сыртқы ортадан немесе дененің басқа бөліктерінен келген әсерді қабылдайтын *рецепторлық* *учаскелер* орналасады. Мембрана үнемі толқын тәрізді тербелісте болады.

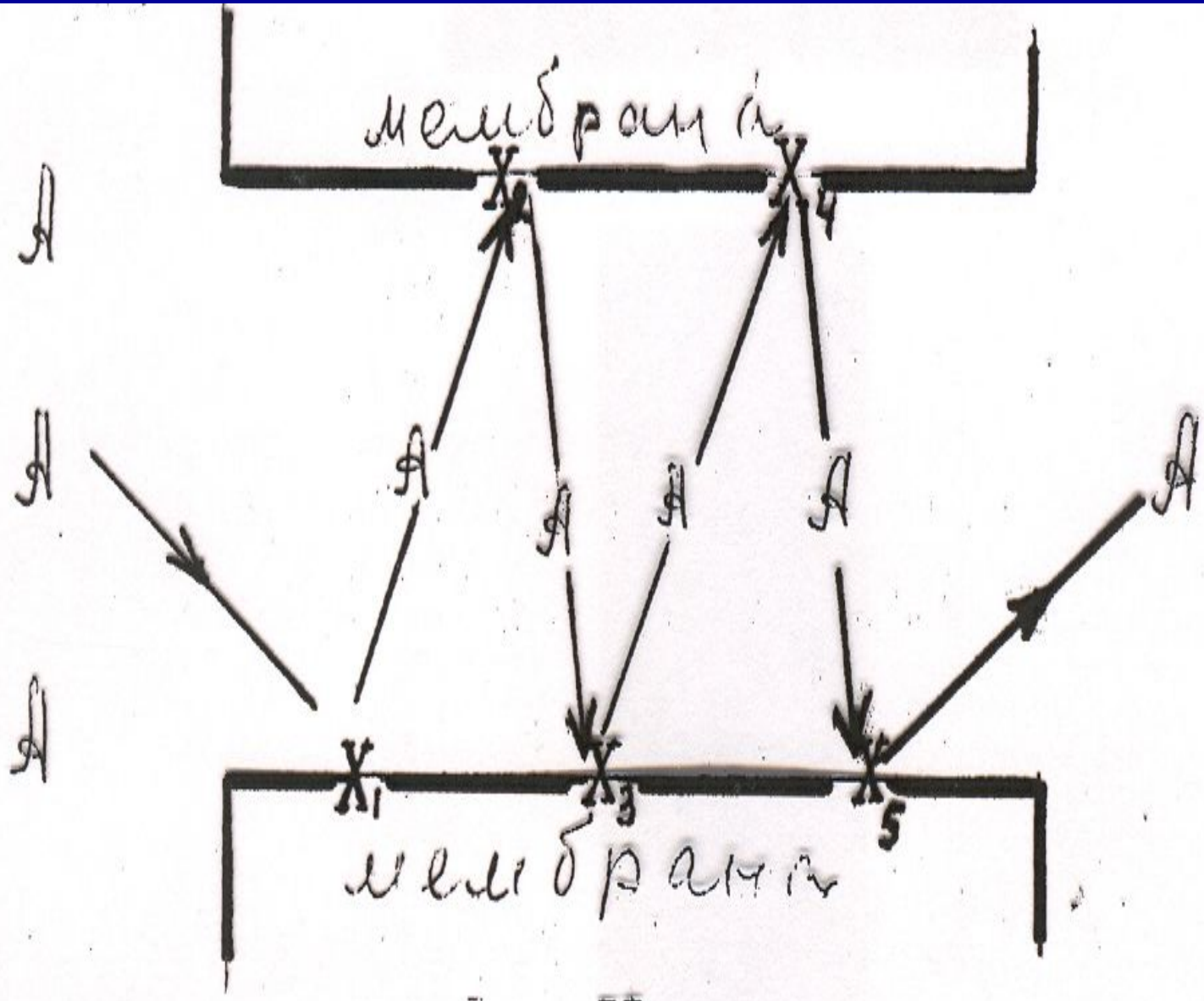
Вещь-то



мембрана

клетка

Тағы да басқа жеңілденген диффузия механизімі бар. Бұл механизмнің айырмашылығы мембранада арнайы бекітілген тасмалдаушының көмегімен тасмалданады. *Эстафета* сияқты бір-біріне беру арқылы тасмалдайды. Мысалы, глюкоза липидте өте нашар ериді, ал соған қарамастан мембранадан тез өте алады.





## *Бақылау сұрақтары (кері байланыс):*

- ✓ Биологиялық мембраналар арқылы зат тасымалданудың қандай түрлері сіздерге белгілі
- ✓ Заттардың жасушаға ену тәсілдерін атаңыз.
- ✓ Белсенді емес тасымал түрлері
- ✓ Қарапайым диффузияның мағынасы неде.

*НАЗАРЛАРЫҢЫЗҒА  
РАХМЕТ !*