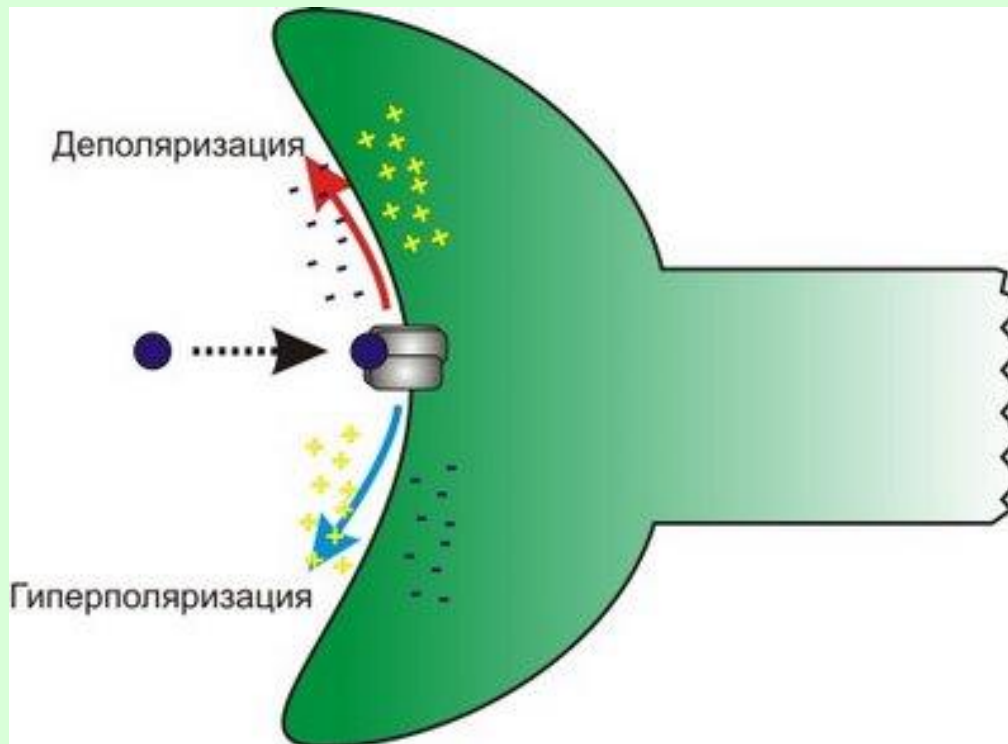


Лекеція №1 Введення в курс фізіології. Збудливі тканини.



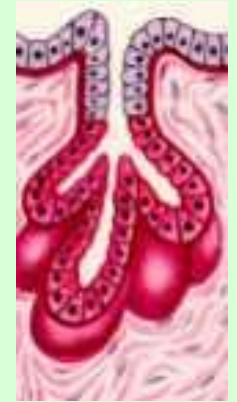
■ Загальне уявлення про збудження і збудливі тканини.

- Подразники, їх класифікація.
 - Мембранно-іонна теорія потенціалу спокою.
-



У 1780 році італійський фізіолог, професор анатомії в Болон'ї **Луїджі Гальвані (Galvani)** виявив: якщо до ізолюваного м'яза жаби доторкнутися одночасно двома різними металевими предметами, то м'яз скоротиться. Гальвані переконався, "що скорочення були різні згідно відмінності металів: в разі одних - сильніші та швидші, а в разі інших - слабкіші та повільніші".

Здатність м'язів препарованої жаби скорочуватися під впливом електричного струму Гальвані пояснив наявністю **«тваринної електрики»**

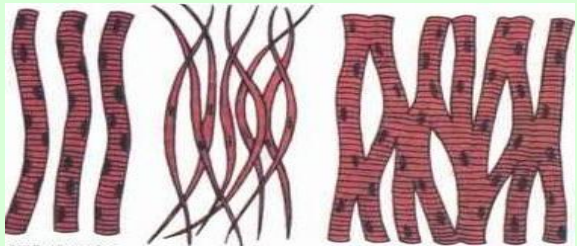
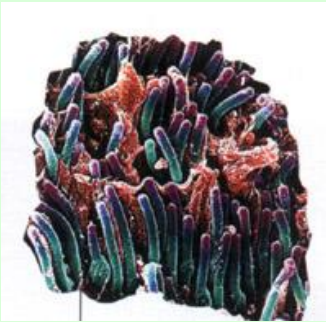


Збудливі тканини

Нервова

М'язові

Залозиста



Збудливі тканини можуть спонтанно чи у відповідь на дію подразника змінювати свої властивості - збуджуватись

Збудження

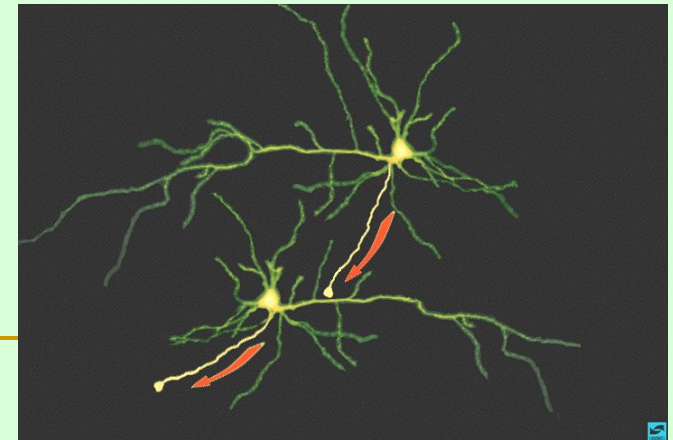
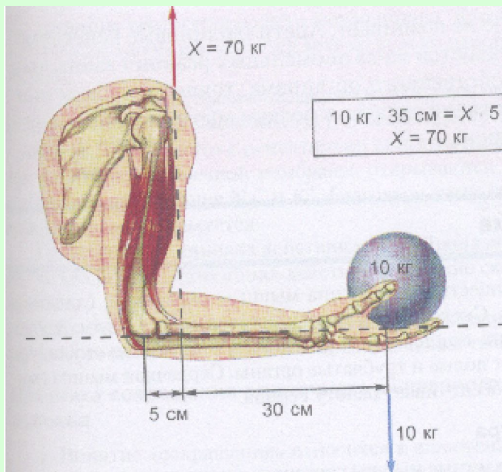
*відповідь на подразнення - генерація потенціалу дії (ПД),
поширення ПД та специфічна відповідь тканини*

Специфічна відповідь тканини

Скорочення

Ввиділення секрету

Виділення
медіатора



Подразники

будь-які зовнішні або внутрішні впливи, які діють на клітину, тканину чи орган

КЛАСИФІКАЦІЯ ПОДРАЗНИКІВ



За природою

Зовнішні

- *фізичні*
- *хімічні*
- *термічні*
- *біологічні*



*Внутрішні
(виникають у самому організмі)*

- *гормони*
- *продукти обміну речовин*
- *фізіологічно активні речовини*

За силою

підпорогові

порогові

надпорогові

Порогова сила – мінімальна сила, яка здатна викликати реакцію тканин - збудження

По відношенню клітин і тканин

адекватні

неадекватні

специфічні для даного виду рецепторів, що обумовлює підвищення збудливості

не відповідають біологічним особливостям тканини



Властивості збудливих тканин:

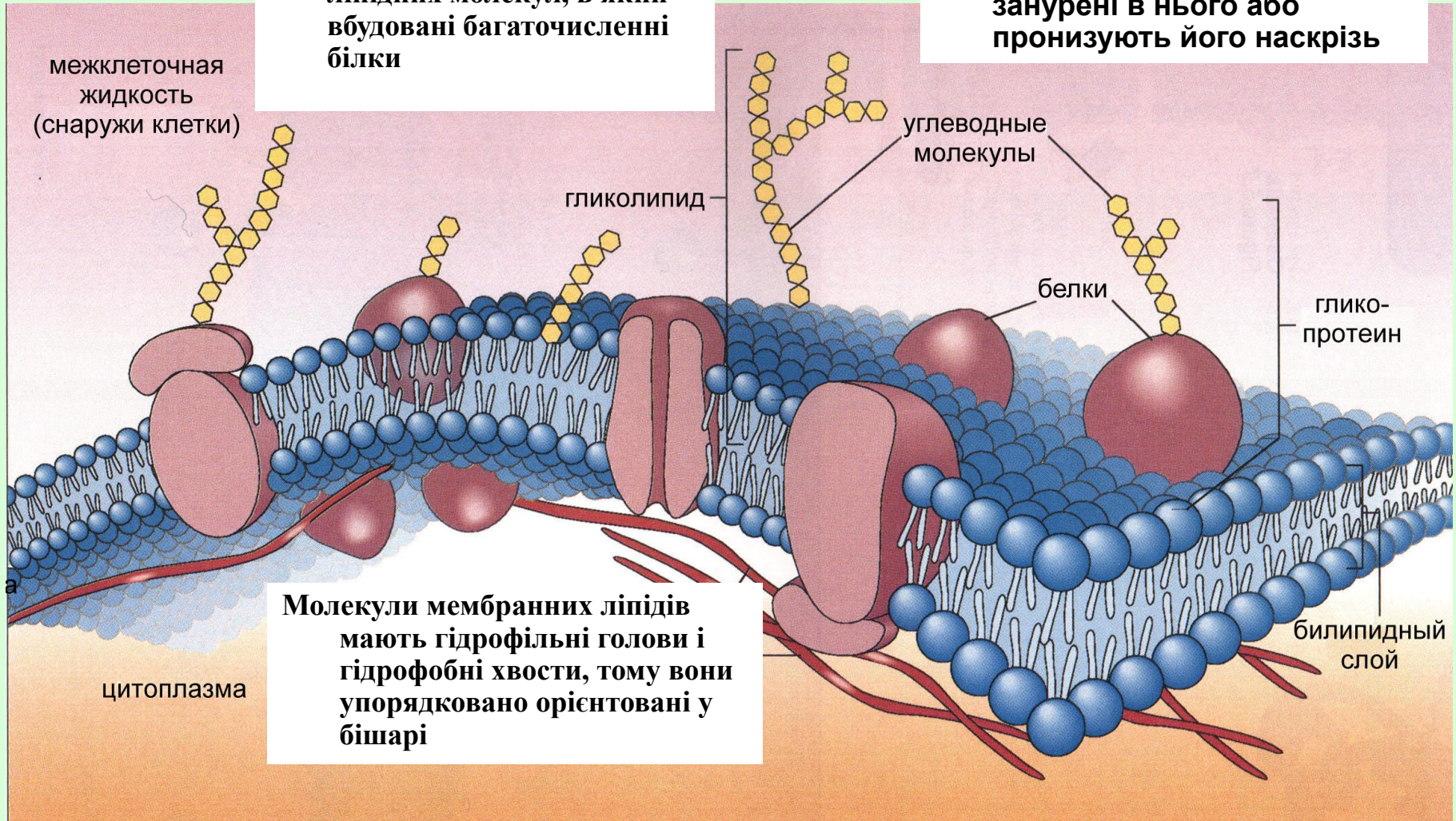
ЗБУДЖЕННЯ	<i>реакція у відповідь на подразнення</i>
ПОДРАЗЛИВІСТЬ	<i>здатність переходити зі стану спокою в активний стан, тобто змінювати функції і структуру у відповідь на дію зовнішніх факторів, так званих подразників</i>
ЗБУДЛИВІСТЬ	<i>здатність високоорганізованих тканин реагувати на подразнення зміною фізіологічних властивостей і генерацією процесу збудження (ПД)</i>
ПРОВІДНІСТЬ	<i>здатність проводити імпульс (ПД)</i>
СКОРОТЛИВІСТЬ	<i>здатність розвивати силу чи напругу при збудженні</i>
ЛАБІЛЬНІСТЬ АБО ФУНКЦІОНАЛЬНА РУХЛИВІСТЬ	<i>здатність проводити певну кількість імпульсів, залежить від швидкості проведення ПД</i>
СЕКРЕТОРНА АКТИВНІСТЬ	<i>здатність виділяти секрет, медіатор</i>

Місце виникнення збудження – біологічна мембрана

Рідинно-мозаїчна структура мембрани

Клітинні мембрани складаються з бішару ліпідних молекул, в який вбудовані багаточисленні білки

Мембранні білки можуть прилягати до бішару, занурені в нього або пронизують його наскрізь



Молекули мембранных ліпідів мають гідрофільні голови і гідрофобні хвости, тому вони упорядковано орієнтовані у бішарі

Структура та механізм роботи іоноселективних

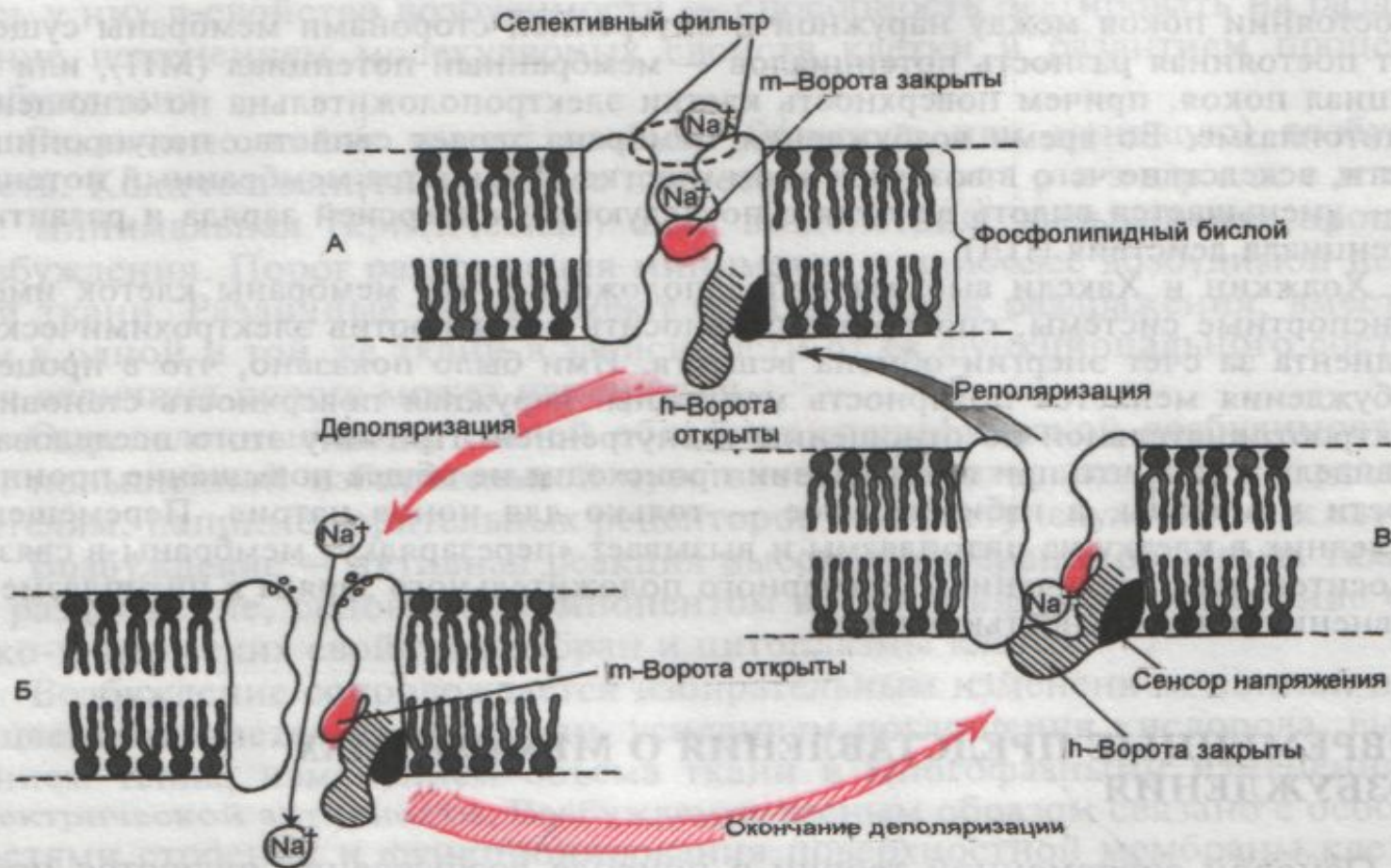


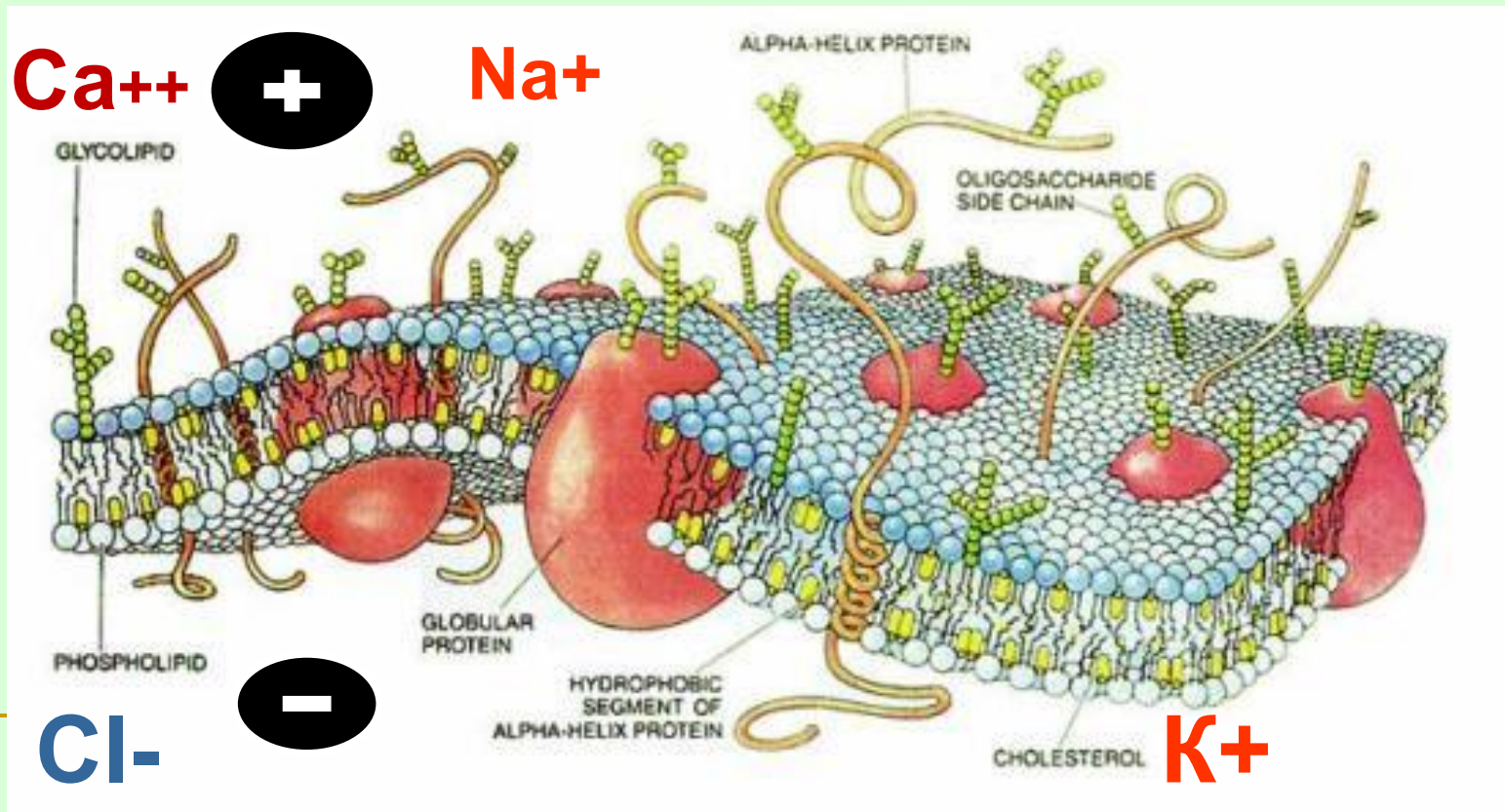
Рис. 3.1. Структура и механизм работы ионоселективных каналов (объяснение в тексте).

А — статическая поляризация, канал закрыт; Б — деполаризация, канал активирован; В — реполаризация, канал инактивирован.

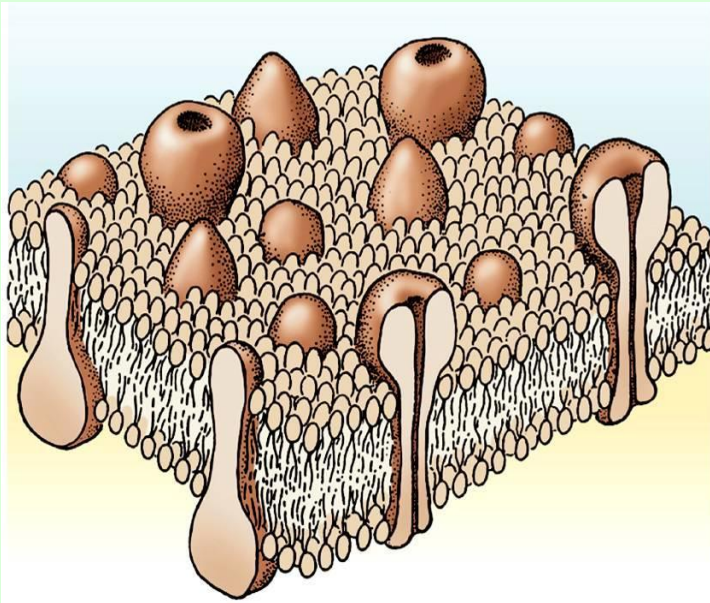
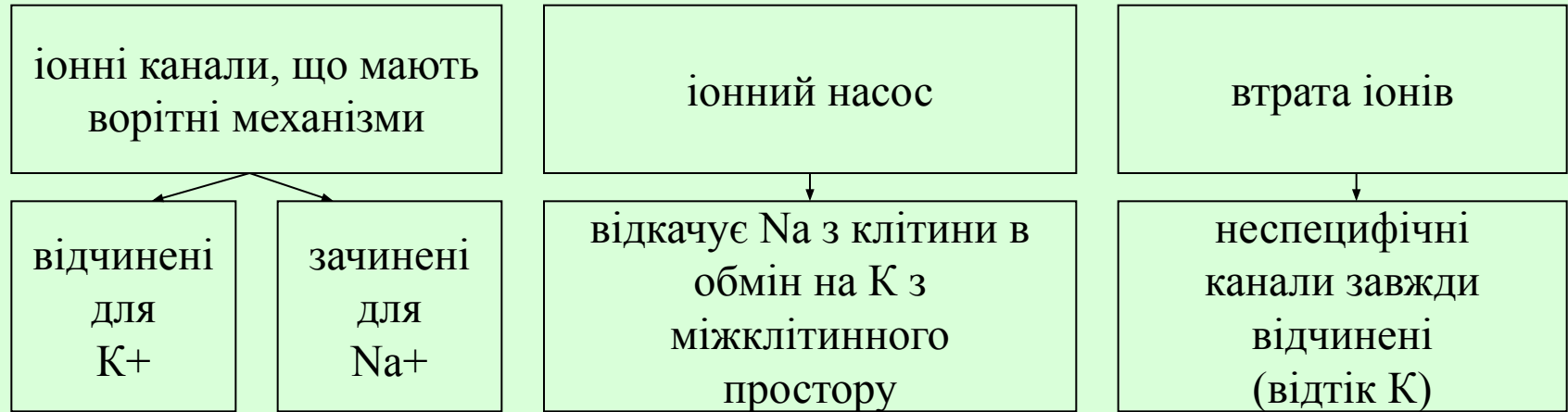
Мембранний потенціал (МП) - потенціал спокою (ПС)
різниця зарядів внутрішньої («-») та зовнішньої («+») поверхонь
мембрани (-60-90мв)

Величина постійна для кожного виду клітин

Мембрана живої клітини напівпроникна

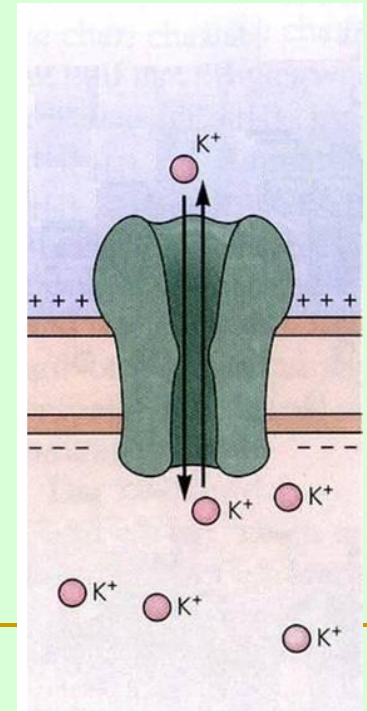


Фактори, що обумовлюють МП



1-1000 каналів на квадратний мікромметр мембрани

- Гирло каналу: селективний фільтр
- Ворота: проникність може змінюватись!



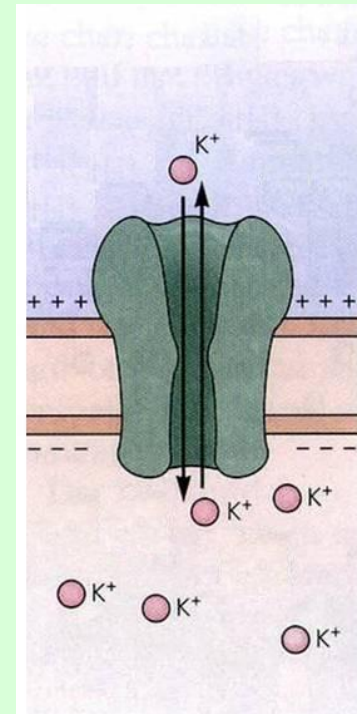
Фактори, що обумовлюють МП

■ Мембранний потенціал обумовлений:

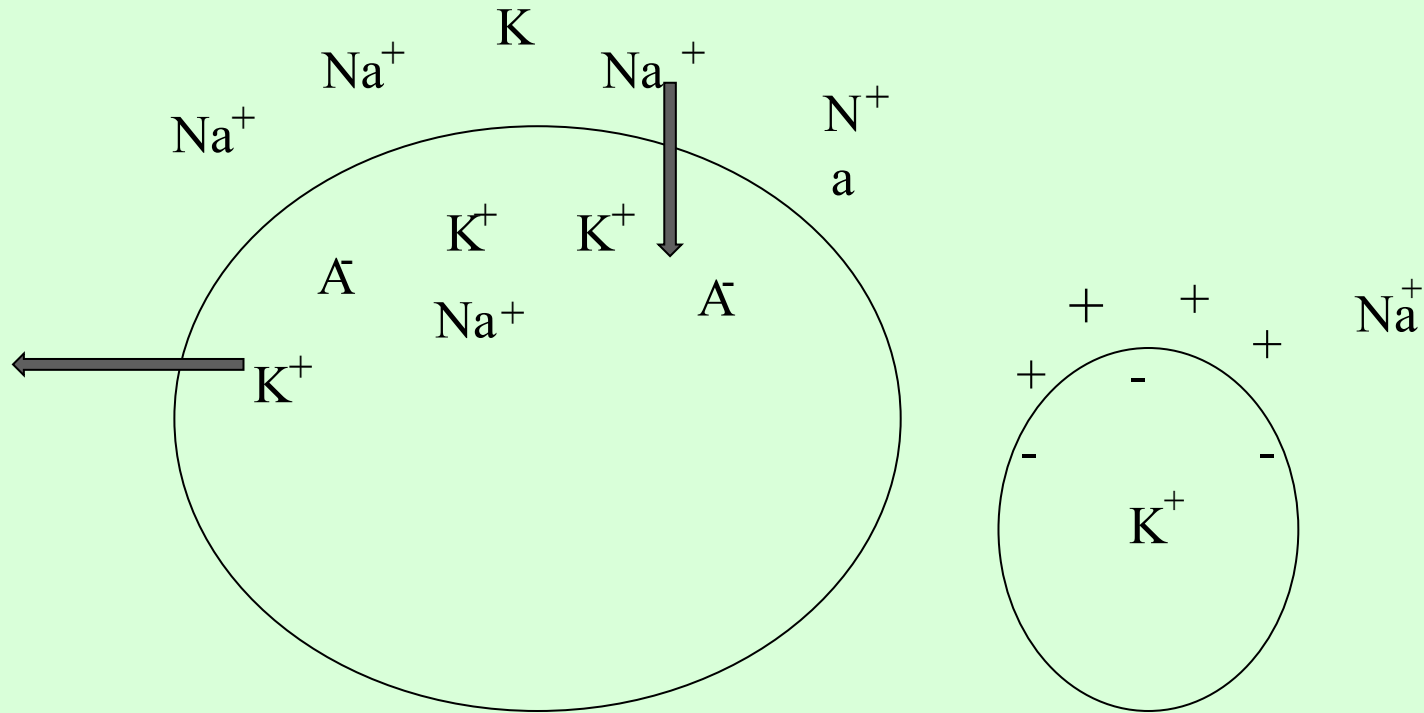
1. Різною концентрацією іонів Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^- всередині та зовні
2. Різною проникністю мембрани для цих іонів

1. Na^+ - K^+ - насос підтримує різницю концентрацій Na^+ і K^+ по обидва боки мембрани (3- Na^+ на 2- K^+)

ПС або МП забезпечує **збудливість**,
тобто готовність до збудження



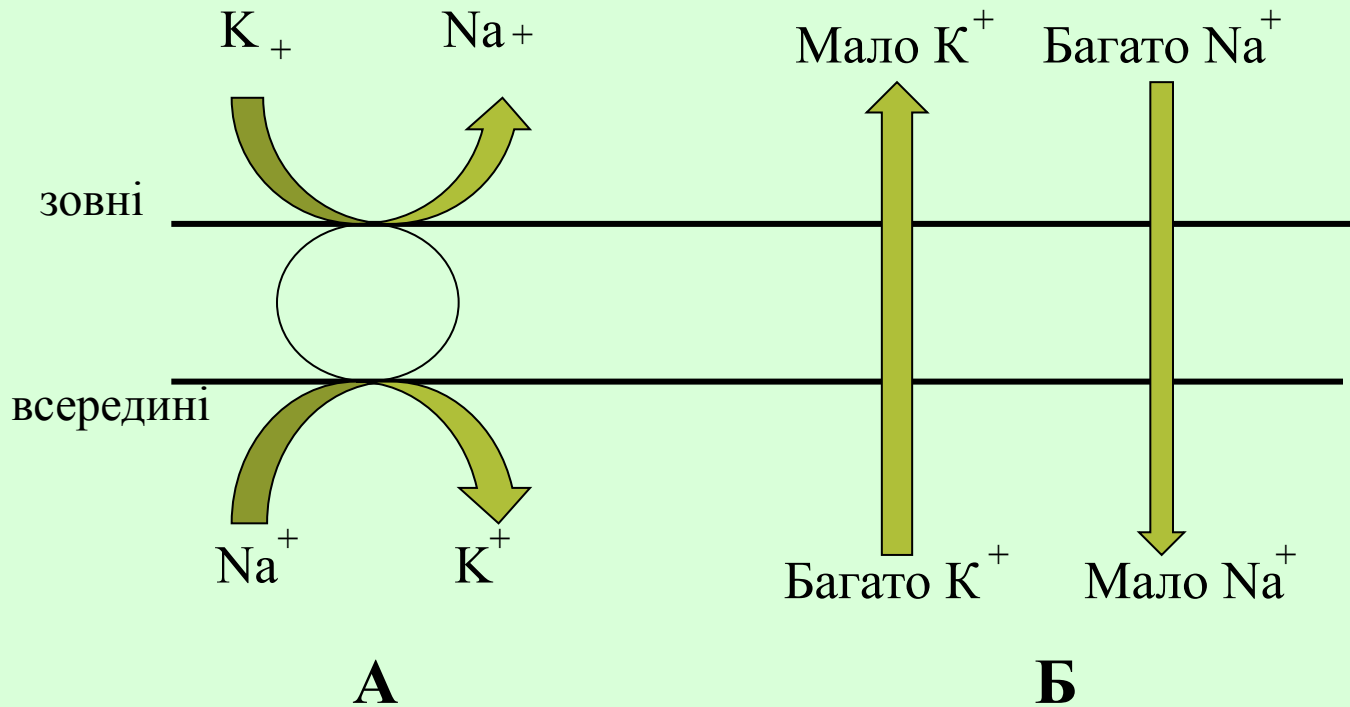
Розміщення іонів та поляризація мембрани клітини у стані спокою



Зовнішня поверхня заряджена позитивно за рахунок катіонів (Na та K)

Внутрішня поверхня заряджена негативно за рахунок аніонів (органічні кислоти)

ПЕРЕСУВАННЯ ІОНІВ ЧЕРЕЗ МЕМБРАНУ



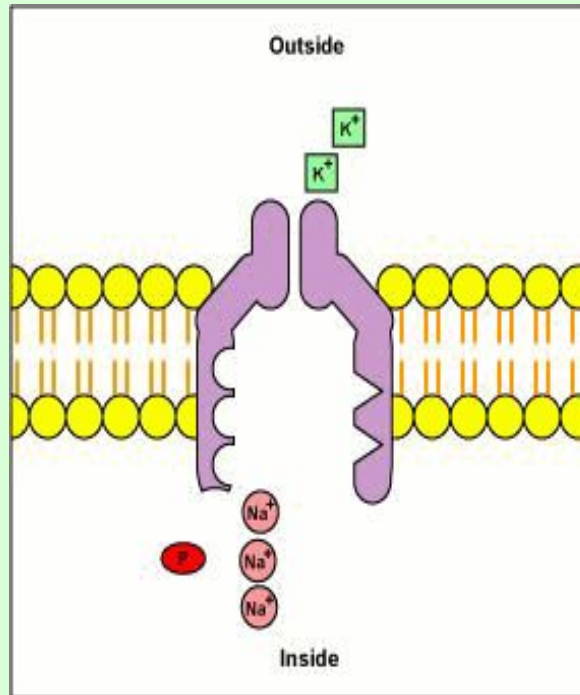
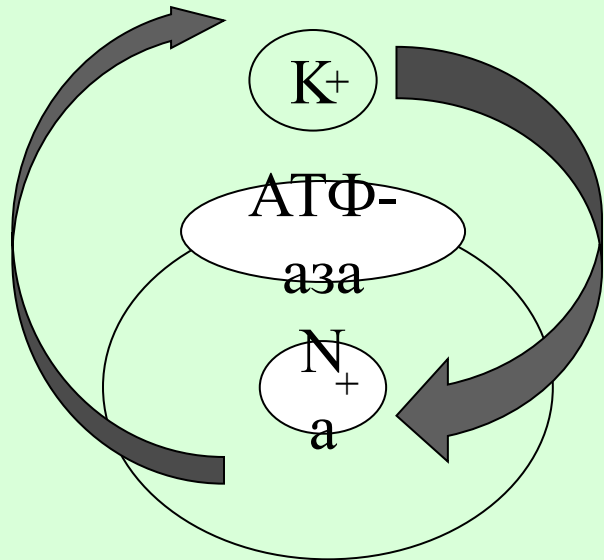
Активне (А) та пасивне (Б) переміщення іонів, пов'язане з утворенням негативного потенціалу усередині клітини.

Na – K – насос здійснює активний перенос іонів (А), які в той же час проходять через мембрану шляхом пасивної дифузії за електрохімічними градієнтами.

Утворення градиенту концентрації

Механізм роботи натрій-калієвого насоса

1. Na-K АТФ-аза

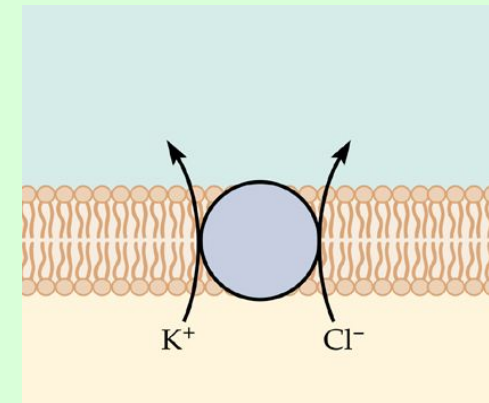


Функції АТФ-ази:

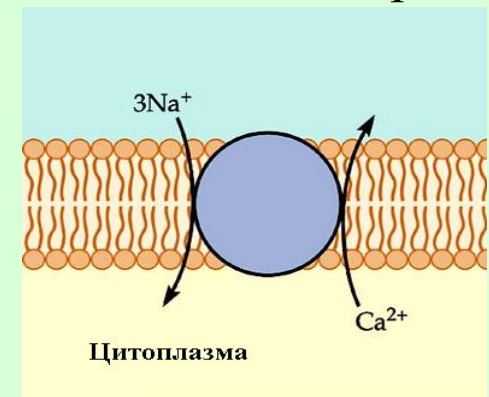
- З середини клітини "забирає" 3 іони Na^+ , розщеплює молекулу АТФ, приєднує фосфат
- "Викидає" іони Na^+ , приєднує 2 іони K^+ із зовнішнього середовища
- Від'єднує фосфат, два іони K^+ надходять всередину клітини

2. Обмін іонів

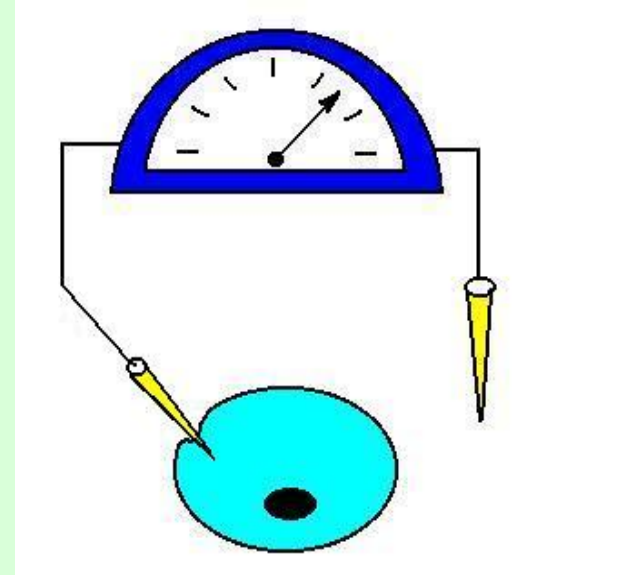
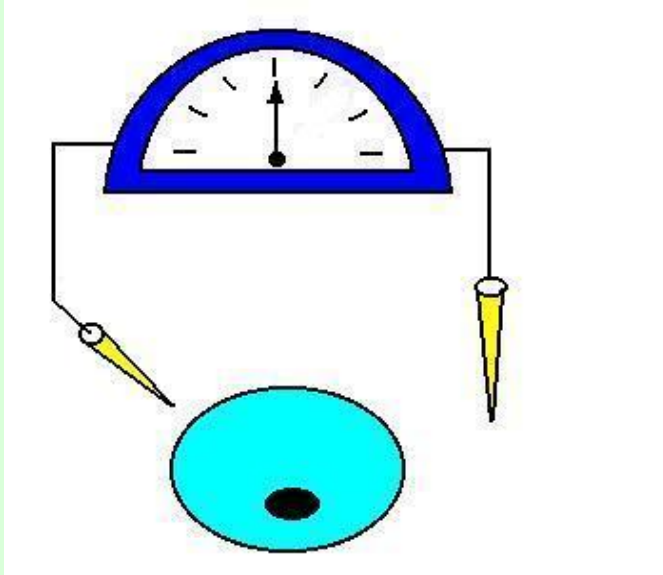
а. Симпорт



б. Антипорт



Внутрішньоклітинна реєстрація мембранного потенціала спокою



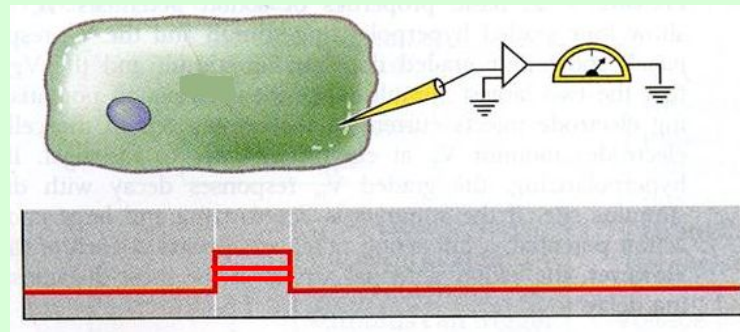
мікроелектродна реєстрація

- Величина МПС в збудливих клітинах від -60 до -90мВ

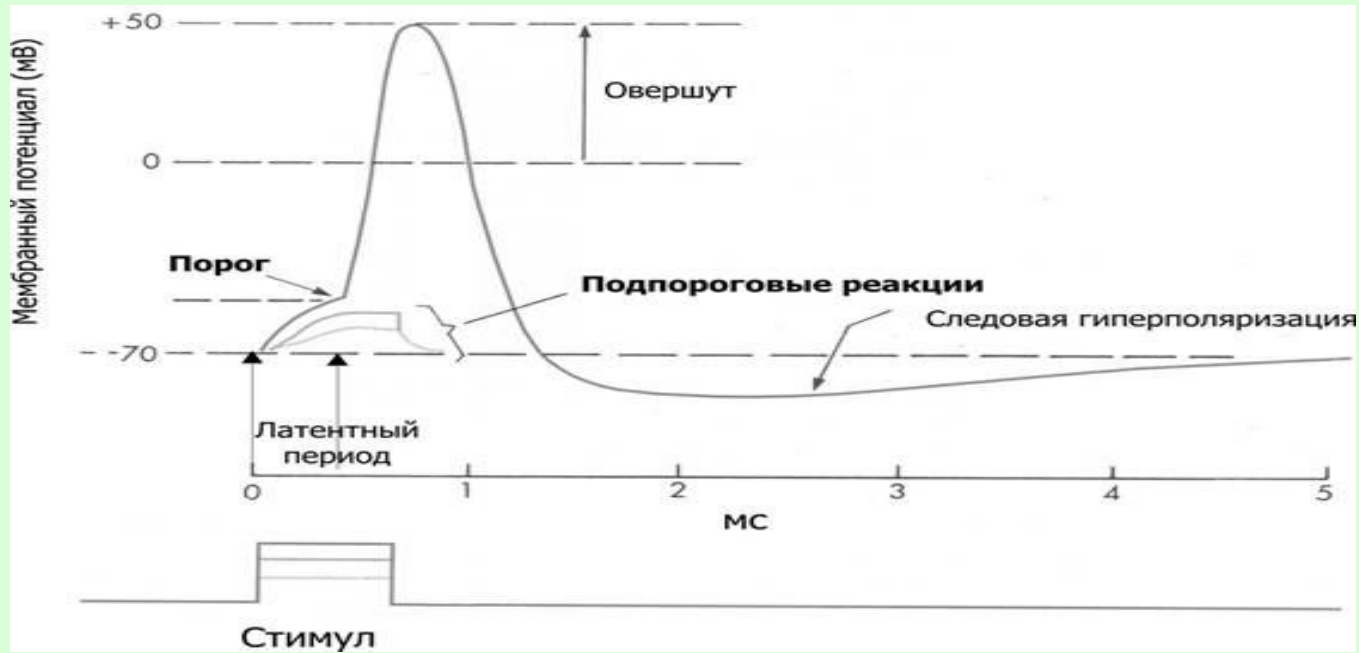
ПОТЕНЦІАЛ ДІЇ

швидке коливання мембранного потенціалу, пов'язане зі зміною іонної проникності під дією подразника порогової сили

Завдяки ПД здійснюється передача сигналу від нервових клітин до інших клітин



ПОТЕНЦІАЛ ДІЇ



Фаза	Характеристика
Деполаризація Під дією подразника місцевий потенціал досяг критичного рівня	При досягненні критичного рівня деполаризації (порога подразнення) відбувається Na^+ – активація: відчиняються натрієві канали, Na^+ надходить до клітини. Заряди на зовнішній та внутрішній поверхні мембрани спочатку вирівнюються, а потім відбувається зміна заряду мембрани. При досягненні певного значення ПД (120мВ) Na^+ – канали закриваються, вхід Na^+ зупиняється, але продовжується значний вихід K^+ . Закінчується пік ПД.

Фаза	Характеристика
Реполяризація	Канали для Na зачинені, канали для K відчиняються. Іонні насоси повертають K в клітину, а Na у міжмембранний простір. Відновлюється мембранний потенціал.
Слідова деполяризація	Виникає у зв'язку з наявністю залишкового току Na в клітину та накопиченням K в міжклітинних щілинах (повільний компонент реполяризації)
Слідова гіперполяризація	Тимчасове зростання МП порівняно з покоем, пов'язане з роботою K насосів (K в клітині більш, ніж вийшло при збудженні)

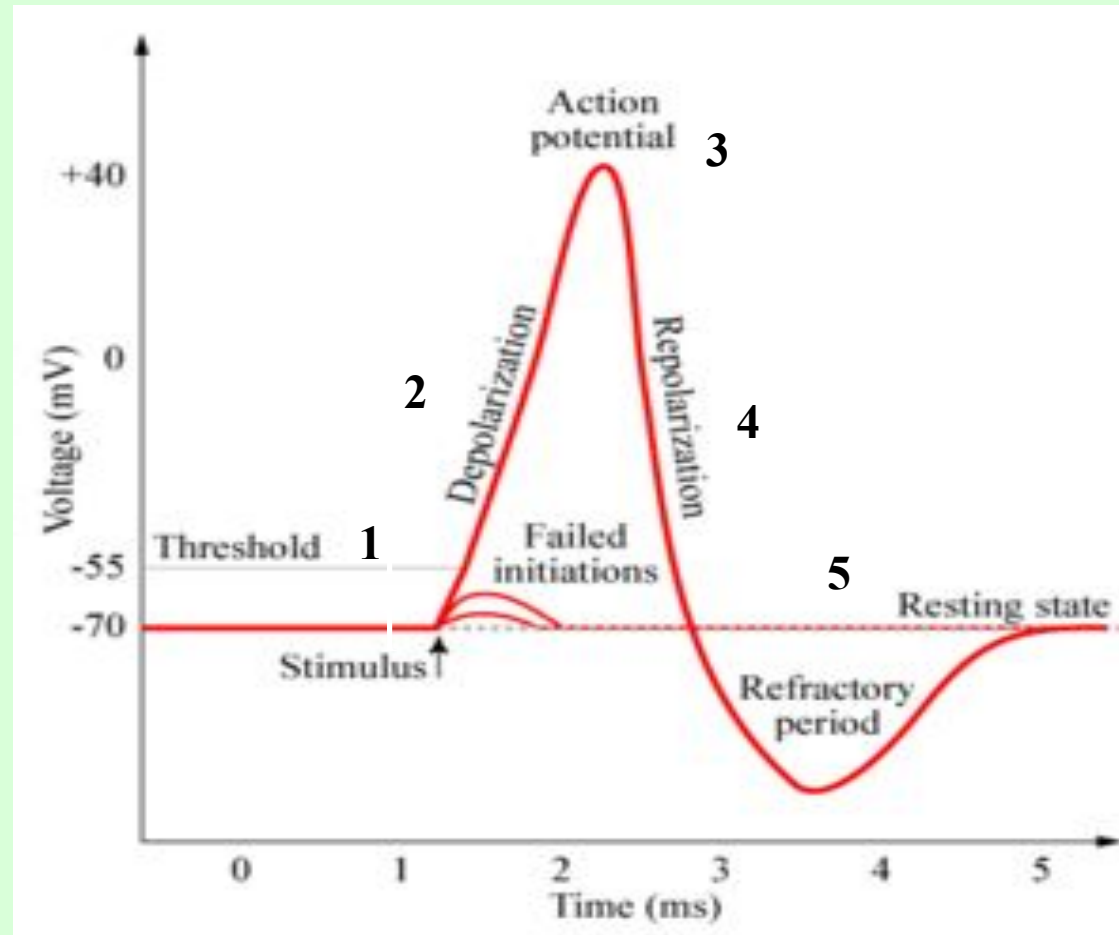
1- порог (близько 50 мВ,
ток $Na > K$)

2- деполяризація 0,5 мс
(вхід Na)

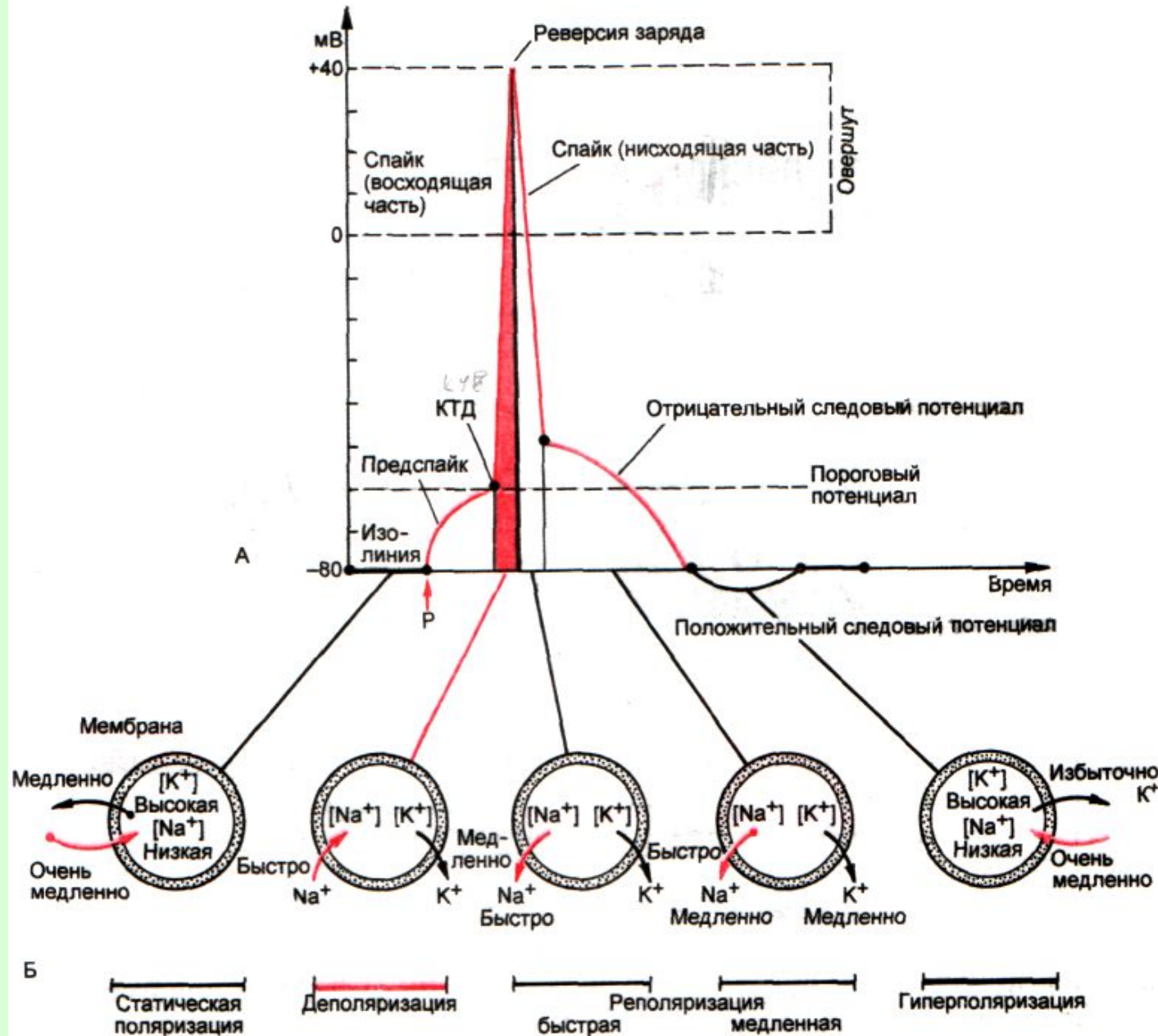
3- овершут (переліт)

4- реполяризація 0,5- 1мс
(блок Na , активація K
токів)

5- слідова
гіперполяризація, до 3 мс
(ток K)



Потенціал дії



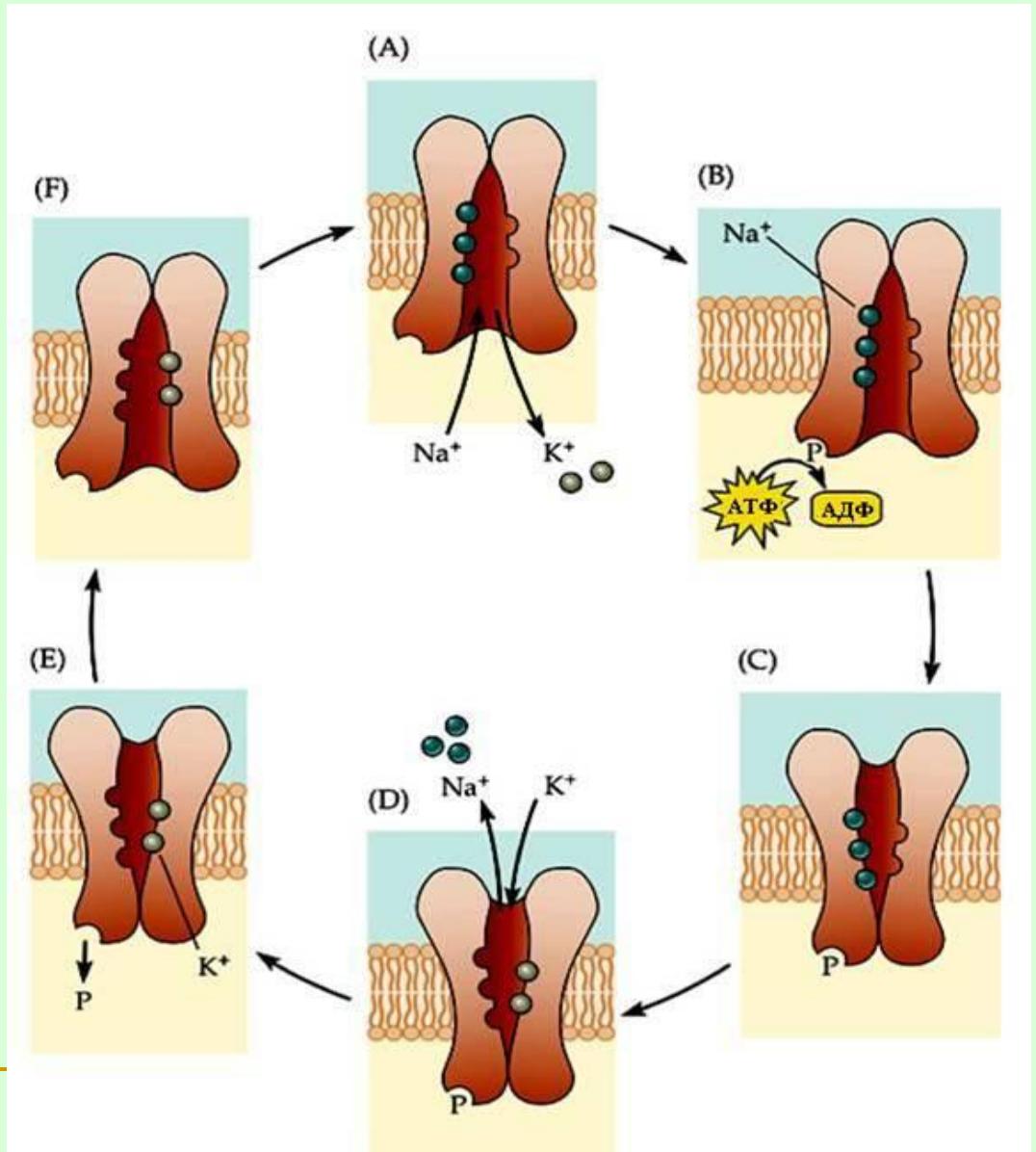
За один ПД до
клетки надходит
 10^{12} ионов Na^+

Транспорт 3 Na/2K за рахунок енергії 1 АТФ

A, B – статична поляризація, канал закритий

C, D, E – деполяризація, канал активований

F – реполяризація, канал інактивованим



Іонні токи під час потенціалу дії

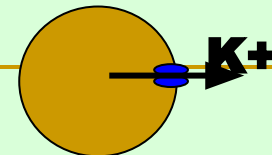
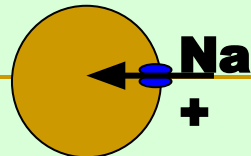
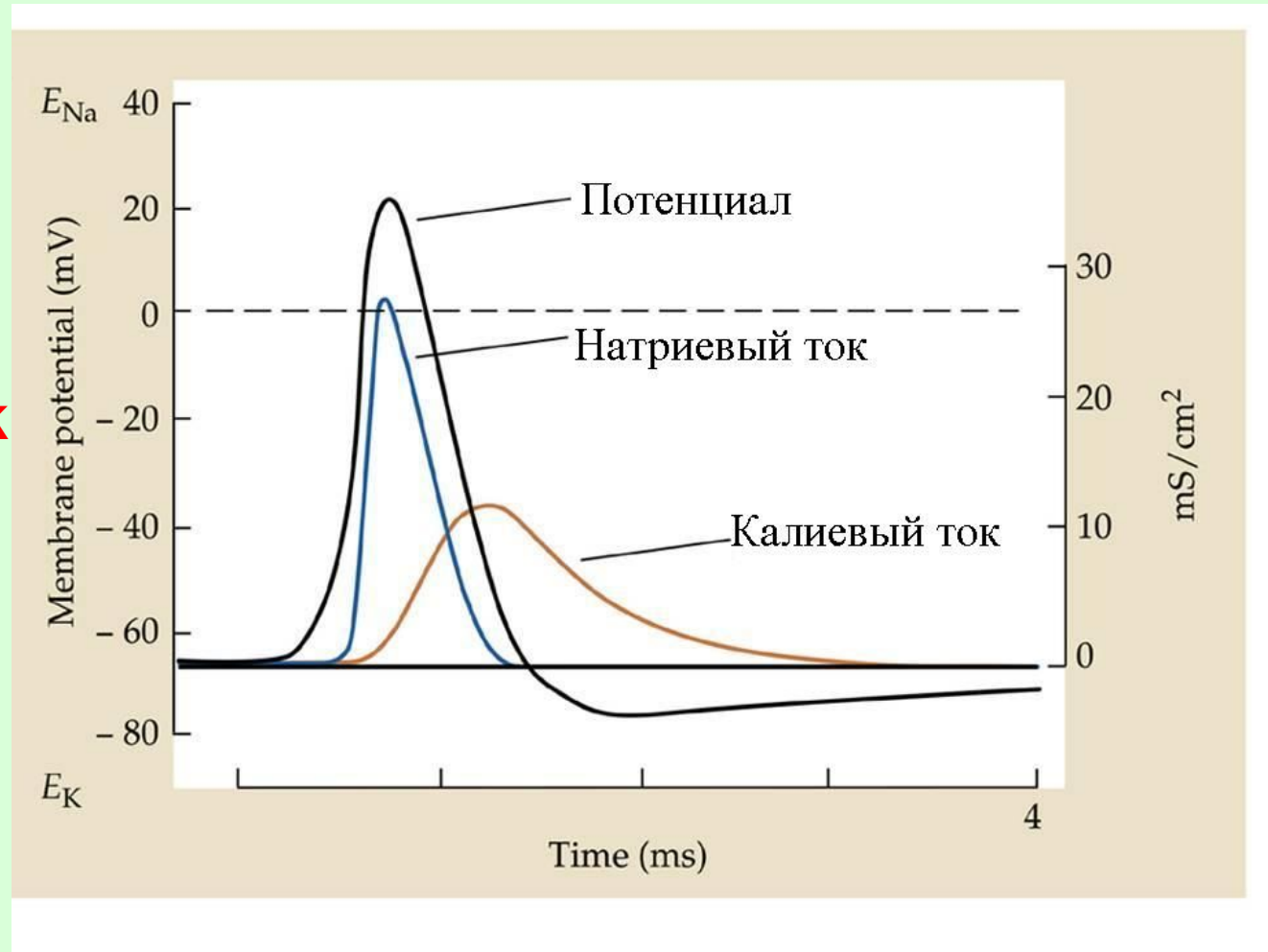
Вхідний ток
зумовлений іонами
Na

вихідний – іонами **K**

Na - ток
розвивається
швидко, а **K-**
повільно

Ток Na швидко
зменшується
(інактивація)

K- ні



власності потенціалу дії

- Виникає під дією порогових та надпорогових подразників
- Амплітуда не залежить від сили подразнення
- Розповсюджується по всей мембрані без затухання
- Обумовлений змінами іонної проникності мембрани (відкриттям та блокуванням іонних каналів)
- Не здатний до суммації

ЗМІНИ ЗБУДЛИВОСТІ ПРИ ЗБУДЖЕННІ



Абсолютна рефрактерність

відсутність збудливості, пов'язана з повною занятістю “натрієвого” механізму, а потім з інактивацією натрієвих каналів (відповідає піку ПД) (блок Na, активація K токів). **Генерація ПД неможлива**

Відносна рефрактерність

зниження збудливості, пов'язане з частковою натрієвою інактивацією та розвитком калієвої активації (поріг збудливості підвищений., а відповідь знижена). **Генерація ПД можлива за умов підвищення сили подразника**

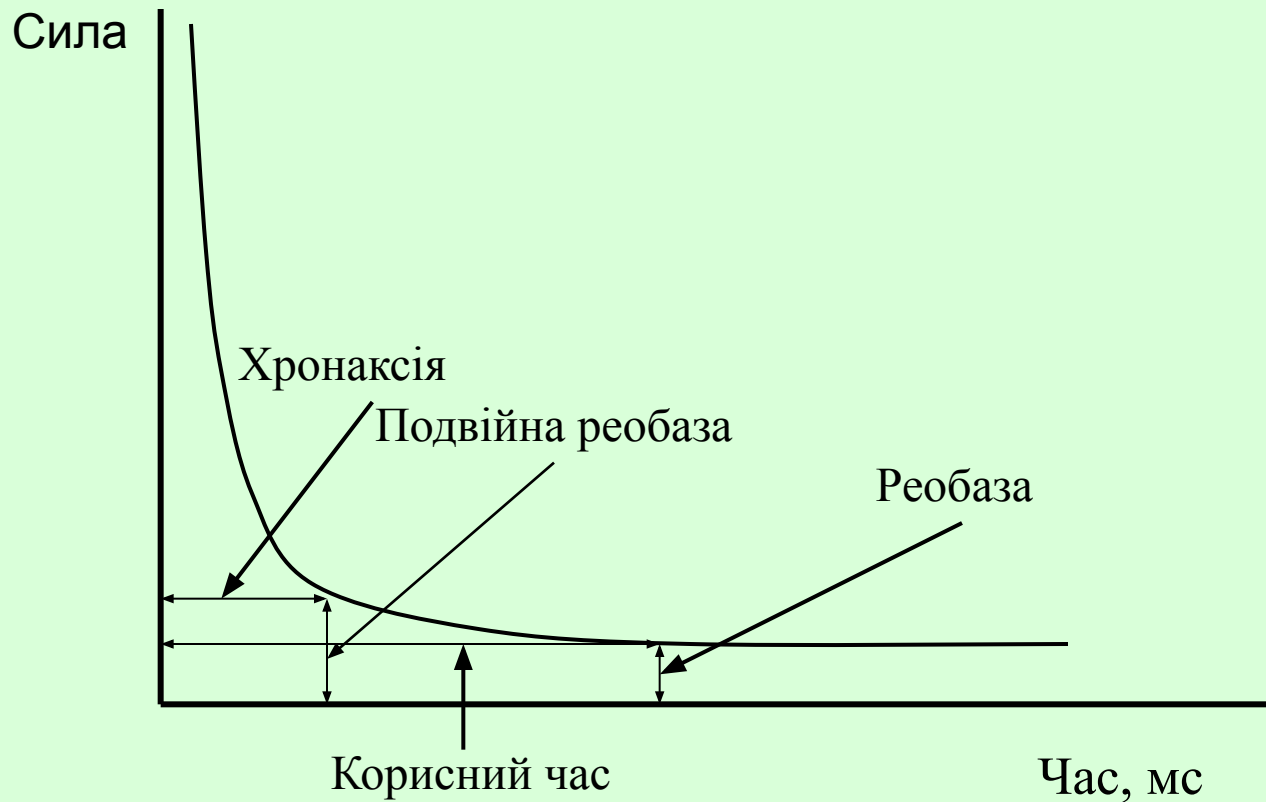
Екзальтація, або супернормальність

зростання збудливості під час слідової поляризації

Субнормальність

зниження збудливості під час слідової гіперполяризації

ЗАКОН “СИЛА-ЧАС”



Реобаза – найменша сила струму, що здатна викликати збудження (поріг)

Хронаксія – час, протягом якого струм у 2 реобази викликає збудження

Корисний час – час виникнення збудження при силі в 1 реобазу

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!

