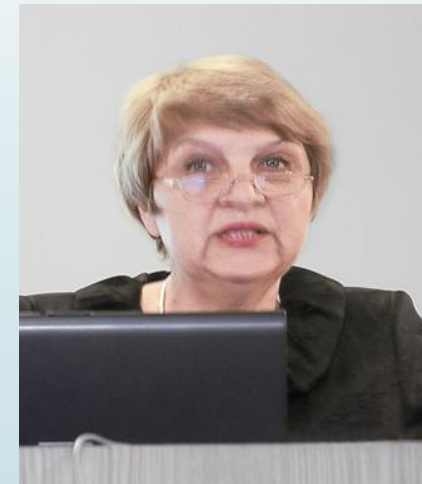




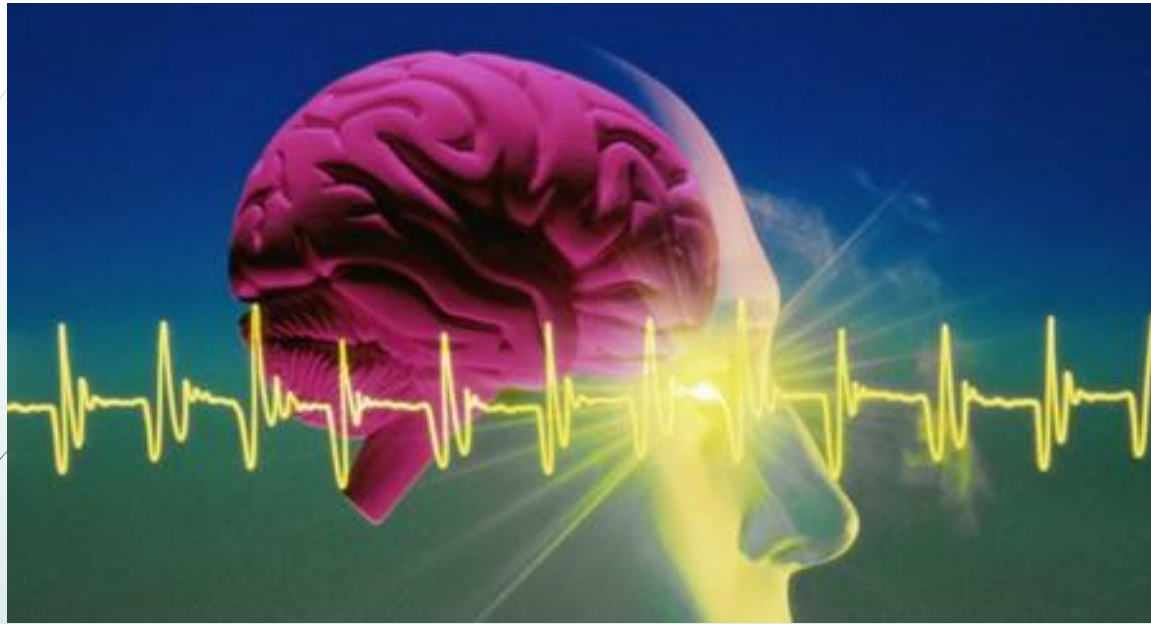
*Національний університет
“Чернігівський колегіум”
імені Т.Г. Шевченка*



Курс **Фізіологія людини**
A4.11 Середня освіта (Фізична культура)

*Професорка кафедри БОФВЗС, доктор біологічних наук, професорка кафедри біології
Алла Олександрівна Жиденко*

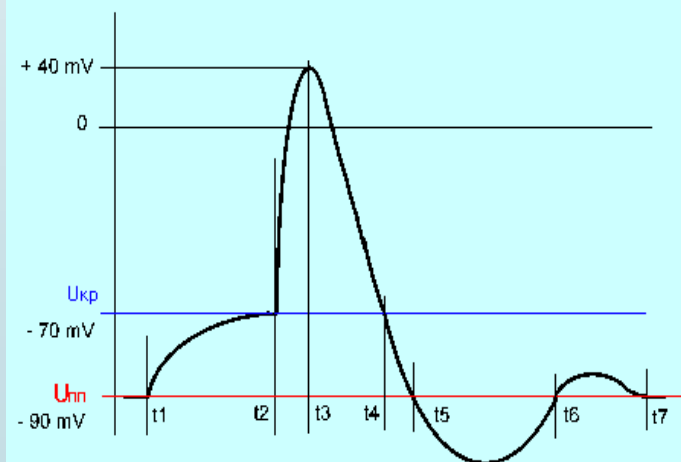
Лекція 2. Тема: ФУНКЦІОНУВАННЯ ЖИВОЇ МАТЕРІЇ. Фізіологія збудливих систем.



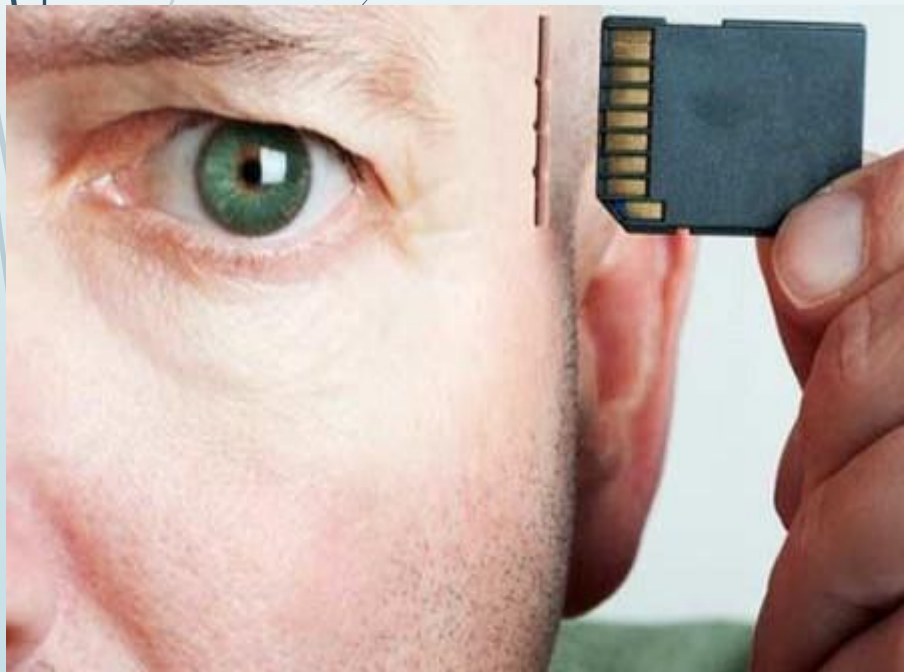
1. Характеристика процесів, які лежать в основі функціонування живої матерії: обмін інформації, речовин, енергії.
2. Поняття про подразники, процес подразнення, збудження, збудливість.

3. Характеристика біоелектричних струмів як початкової ланки процесу збудження.

- 3.1. Історія розвитку електрофізіології, будова електрогенної мембрани**
- 3.2. МП – мембранний потенціал, ПС – потенціал спокою;**
- 3.3. ЕТ – електротон, ЛПЗ – локальний потенціал збудження;**
- 3.4. ПД – потенціал дії**



1. **Відкрита система** взаємодіє з середовищем, що оточує її, в **інформаційному, енергетичному, обміну речовин** та інших аспектах і є стабільною тільки при збереженні такого обміну.

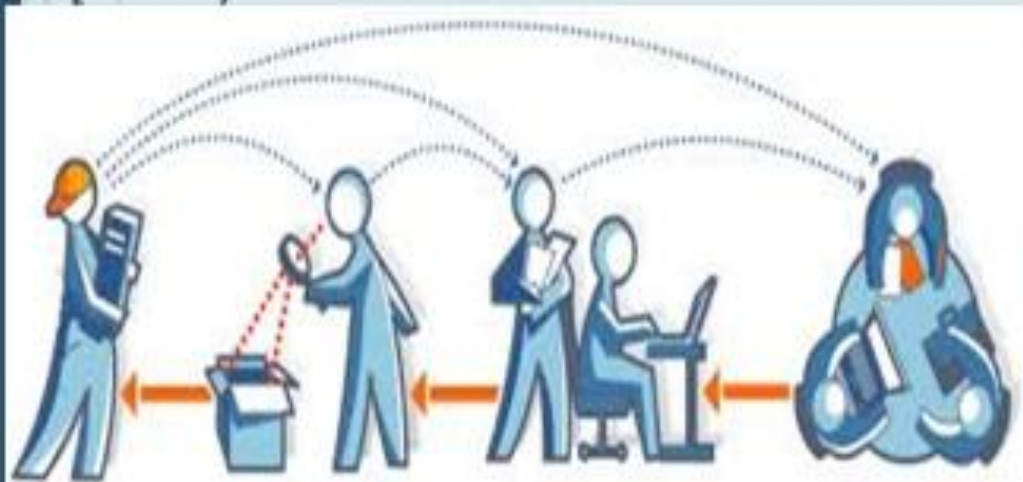


енергетичний обмін

обмін речовин



обмін інформацією





Інформація – це відомості про світ, що нас оточує, про явища, які відбуваються в ньому.



Термін «**інформація**» походить від латинського слова **informatio** – роз'яснення, ознайомлення, переказ.

urok-informatiku.ru

urok-informatiku.ru

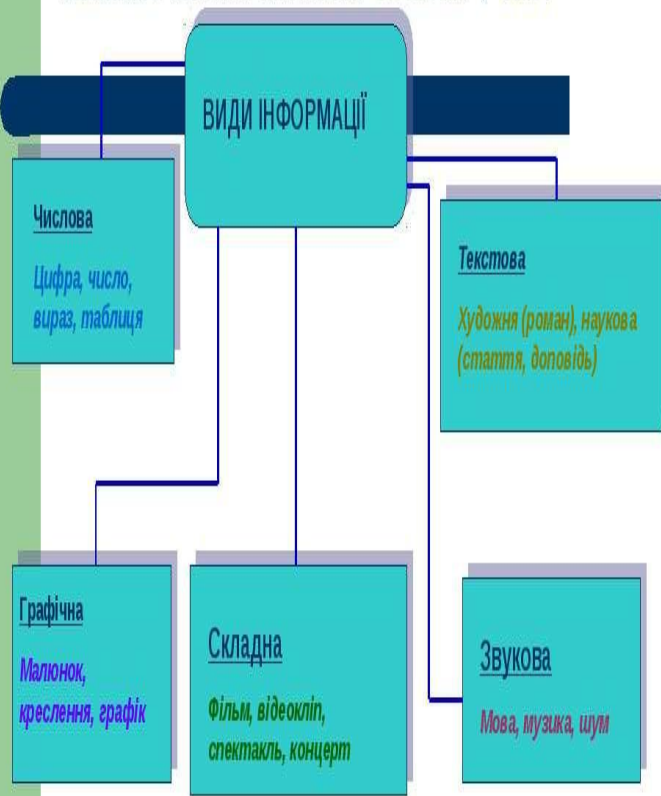
Інформація

Інформація – це дані та відомості, представлені в різних формах .
 Для забезпечення тривалого зберігання інформації в компактній формі використовують носії.
Носій – матеріальний об'єкт, на якому зберігається повідомлення.

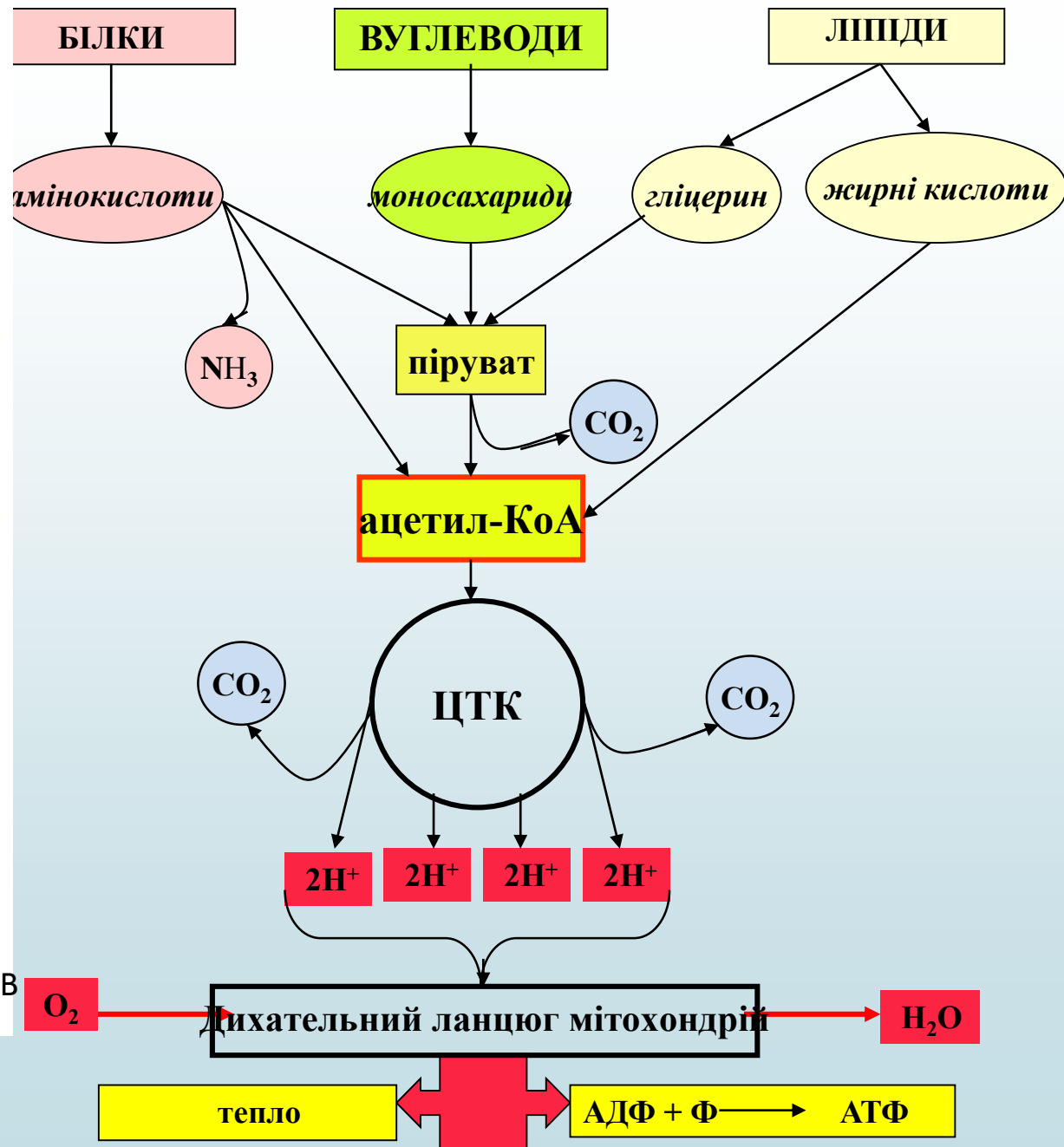


ІНФОРМАЦІЯ

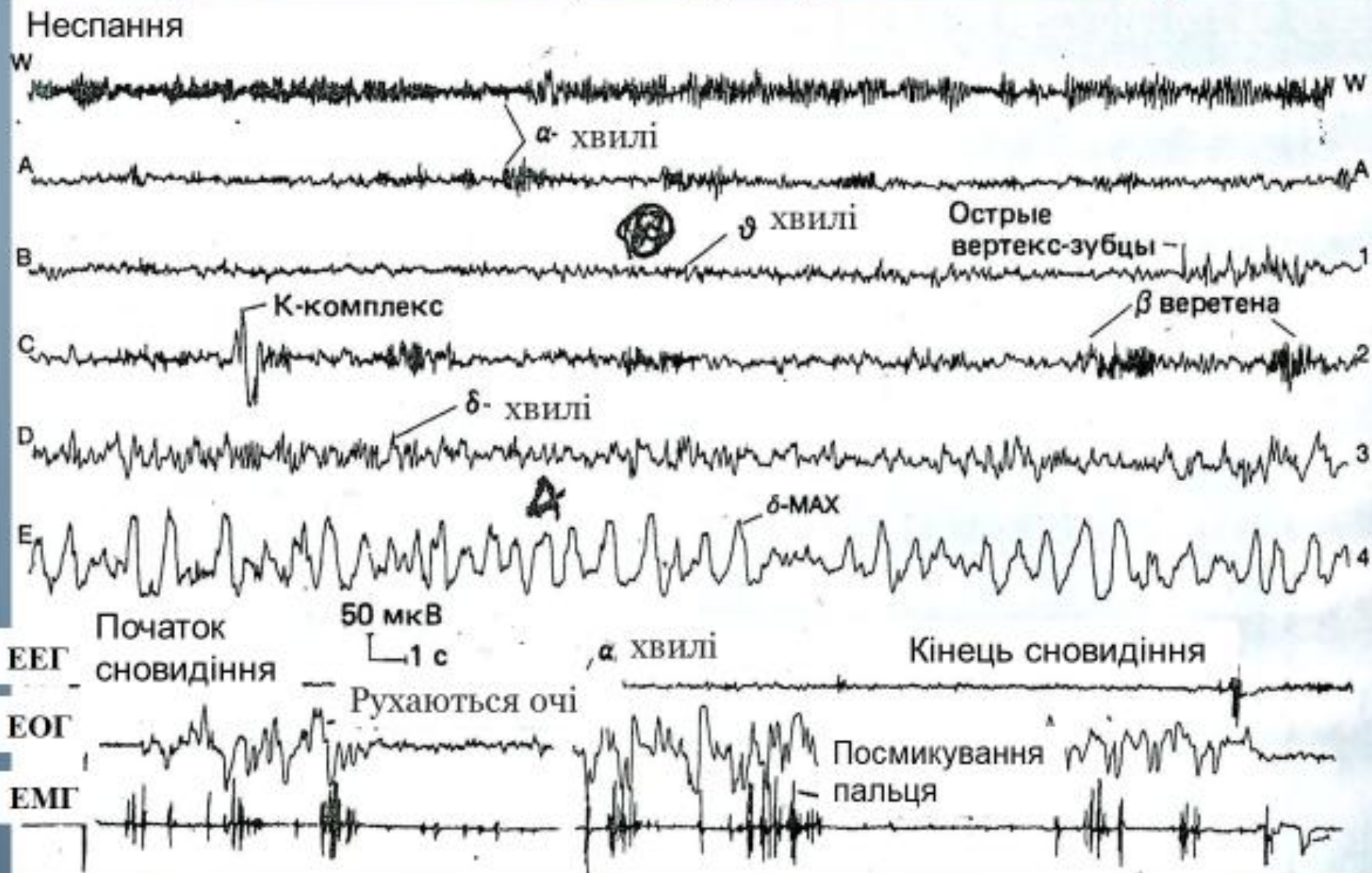
Інформація – це інтуїтивне поняття, яке не можна визначити, його можна лише пояснити синонімами “відомості”, “дані”.



Інформацією називається зменшення невизначеності в знаннях про події, явища, предмети, властивості та інше.

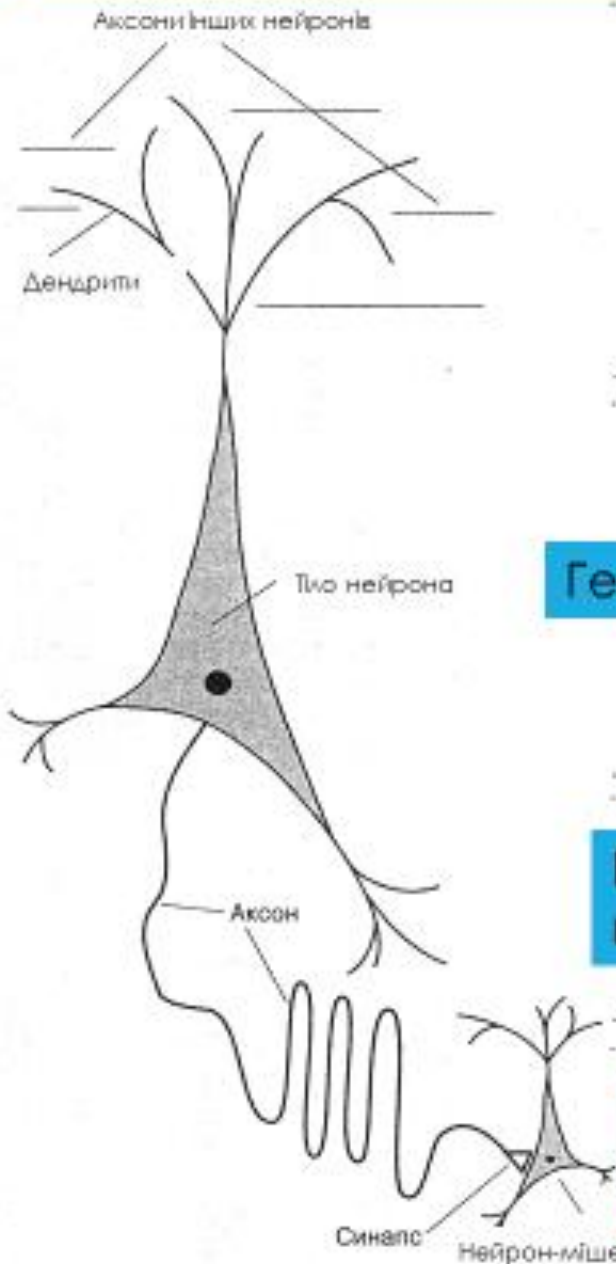


Електроенцефалографі (ЕЕГ) - метод запису потенціалів електричної активності (біострумів) головного мозку



БУДОВА НЕЙРОНІВ

Рух потоку інформації по нейрону

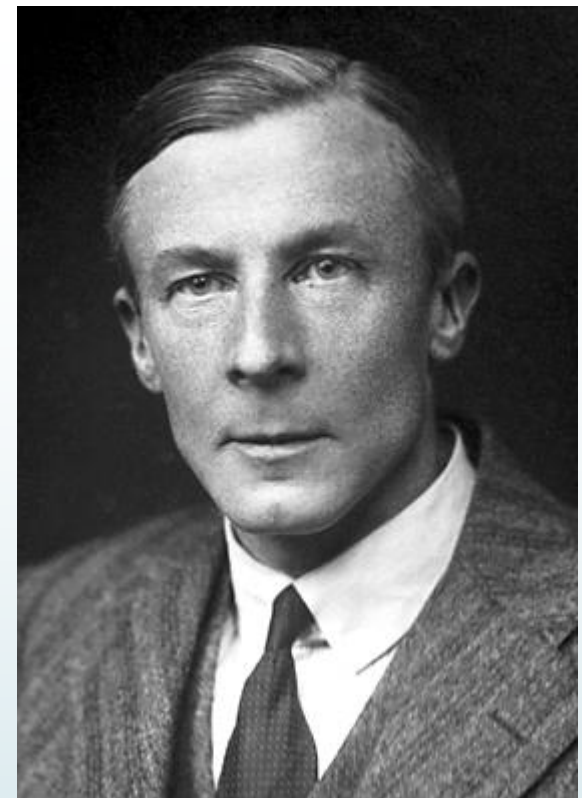
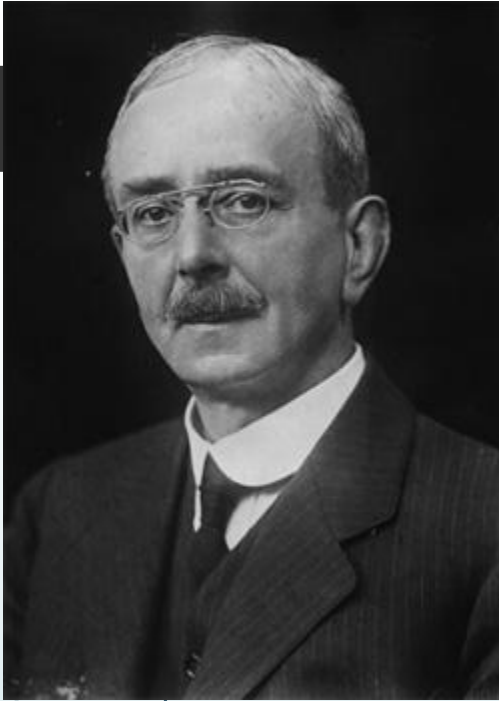


Збір і сумачія інформації (РП)

Генерація імпульсу (ПД)

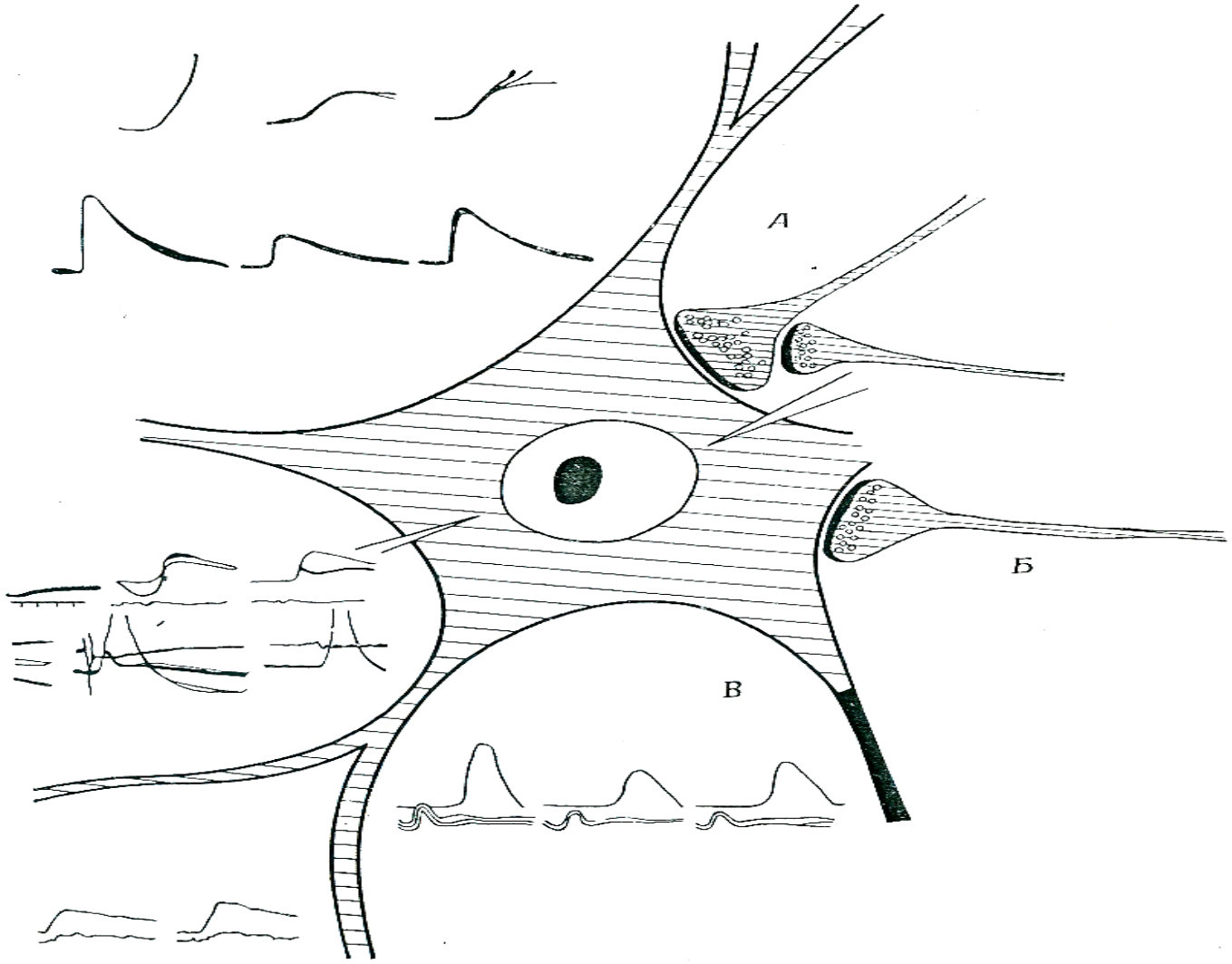
Проведення імпульсу, що генерується

Передача інформації нейрону мішені



Чарльз ШЕРРИНГТОН (Sir Charles Scott Sherrington) (1857-1952) - англійський нейрофізіолог, видатний експериментатор. Запропонував термін "СИНАПС" (від греч. контакт, сполучати, з'єднувати)

Едгар Дуглас Едріан (англ. Edgar Douglas Adrian президент Королівського товариства лордів дослідник нервової системи, лауреат [Нобелівської премії з фізіології або медицини](#) в [1932](#) році (спільно з [Чарлзом Шеррінгтоном](#)) "за відкриття, що стосуються функцій [нейронів](#)



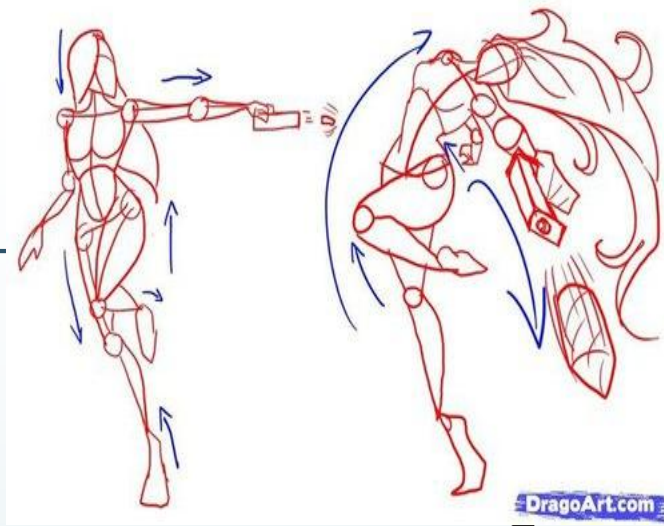
2. Подразнення – це дія на живу систему різних чинників зовнішнього або внутрішнього середовища, під впливом яких виникає активна реакція цієї системи.



За біологічним значенням подразники поділяються на: - адекватні; - неадекватні. Адекватні — це подразники, які впливають на дану клітину або тканину за природних умов, до сприйняття яких вони спеціально пристосовані і саме до них мають **високу чутливість**, здатні викликати збудження навіть при досить **малій енергії (сили) впливу**. Неадекватні – це подразники, які не впливають на дану клітину або тканину за природних умов, до сприйняття яких вони спеціально не пристосовані і не мають високої чутливості, можуть сприйматись організмом лише за умови значної **сили подразнення**.

За природою подразники розрізняють:

- **фізичні** (температура, тиск, світло, звук, дотик, електричний струм та інші);
- **хімічні** (речовини їжі, ліки, гормони, вітаміни продукти обміну речовин, кислоти, луги тощо);
- **біологічні та змішаної природи** (зміна осмотичного тиску, зміна рН).



За силою подразники можуть бути:

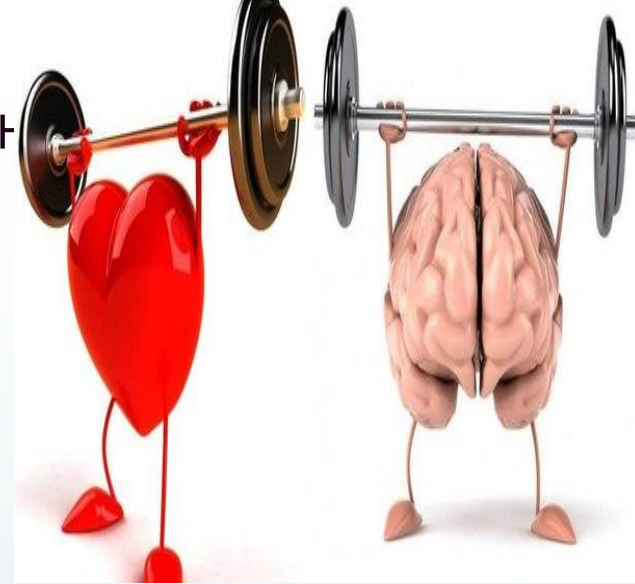
- **Пороговий** — подразник мінімальної сили, який здатний викликати **збудження**.
- **Підпороговий** — подразник сили, меншої за порогову, який обумовлює виникнення фізико-хімічних змін в збудливих тканинах, що є недостатніми для виникнення збудження, яке поширюється.
- **Надпороговий** — подразник, сила якого більша за порогову.

Поріг подразнення є мірою збудливості тканин. **Чим вищий поріг подразнення, тим збудливість нижча і навпаки.**

Збудження - складний фізіологічний процес, що виникає в збудливій тканині внаслідок дії подразника.

Характеризується ознаками:

- **специфічними** - проявляються у виникненні діяльності, яка характерна для даної тканини (**м'язової - скорочення, залозистої - виділення секрету, нервової - утворення і проведення нервового імпульсу**);
- **загальними** - властиві для всіх збудливих тканин - підвищення обміну речовин (підвищене споживання O_2 , виділення CO_2), виділення теплової енергії, **зміна електричного стану клітинної мембрани**.



Збудливість -
здатність
відповідати на
дію
подразника
збудженням.



3.1. Історія розвитку електрофізіології

Луїджі Гальвані

— італійський лікар, анатом, фізіолог і фізик, один із **засновників електрофізіології** і вчення про електрику, засновник **експериментальної електрофізіології**. Першим досліджував електричні явища при м'язовому скороченні.

Народився: 9 вересня 1737 р., Болонья, Італія

Помер: 4 грудня 1798 г., Болонья, Італія

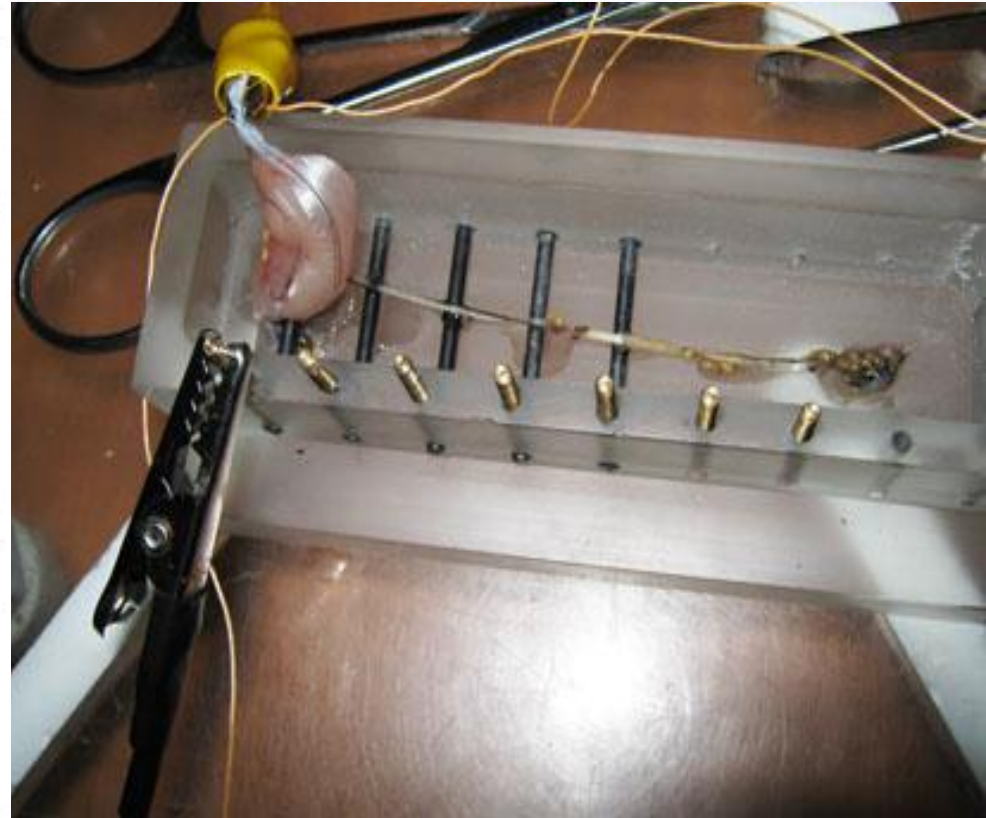
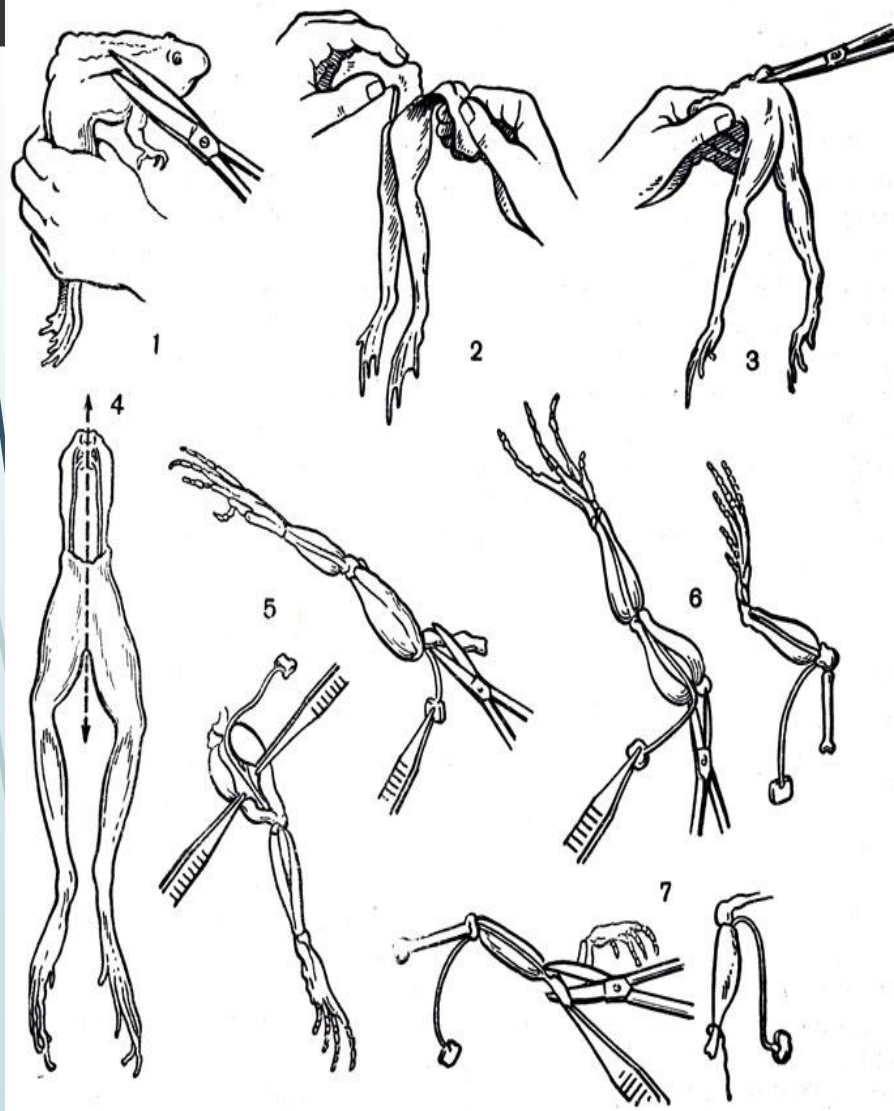
Освіта: Болонський університет



Лабораторія, в якій Гальвані проводив свої дослідження

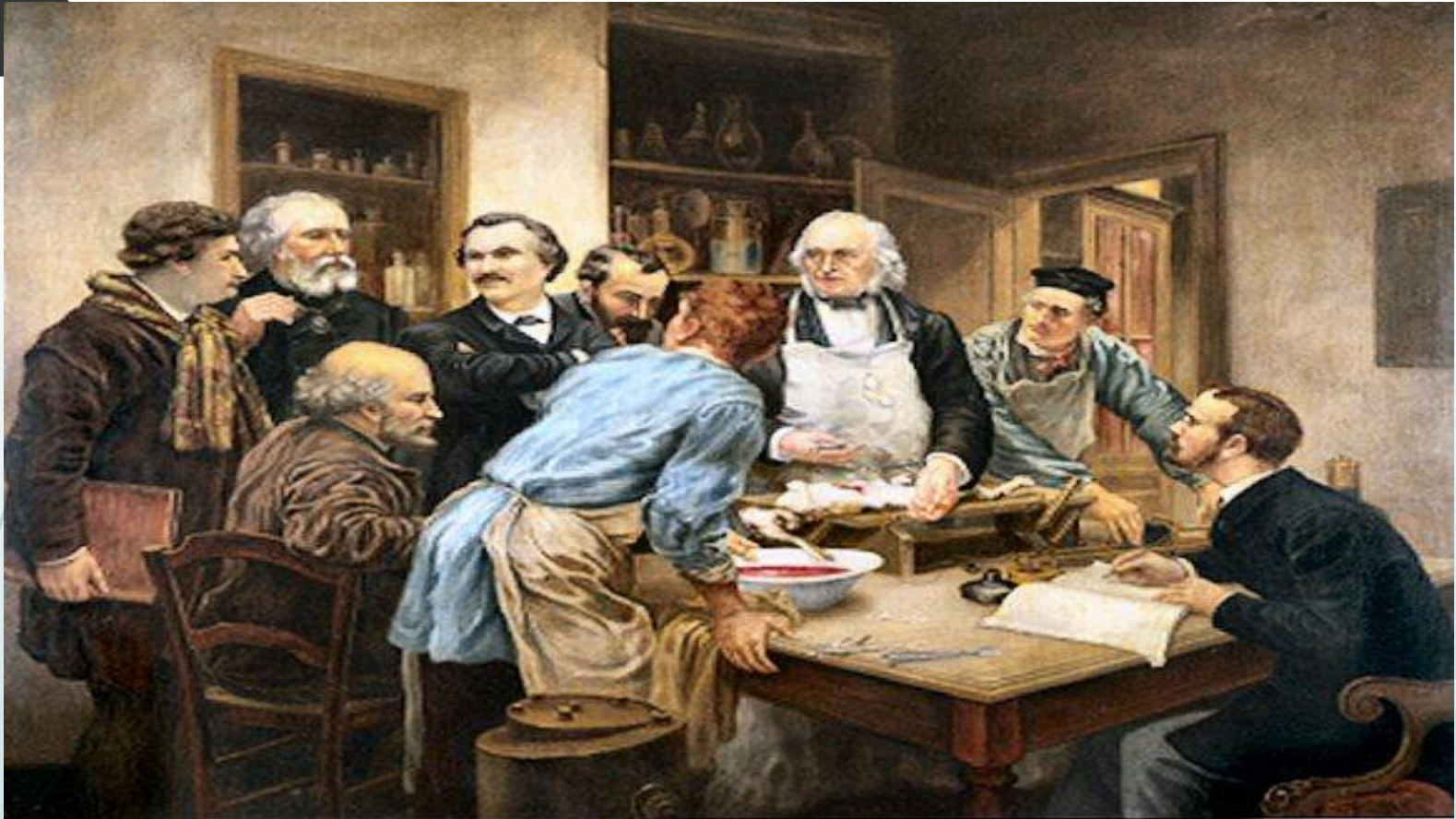


Послідовні стадії приготування нервово-м'язового препарату



Нервово-м'язовий препарат. Яка це система?

Клод Бернар читає лекцію з фізіології



Клод Бернар – знаменитий французький фізіолог і патолог визначав в ХІХ столітті життя як процес, що дратує. Живий організм реагує на зовнішній стимул

В Парижі біля будівлі Пастерівського інституту Сорбонни, за наполяганням Клода Бернара (XIX ст.), споруджений пам'ятник жабі



ПАМ'ЯТНИКИ ЖАБАМ



Пам'ятник жабі в Києві



**ПАМ'ЯТНИК ЖАБІ біля
будівлі Інституту
Пастера в Парижі**



Пам'ятник жабі в
Бостоні

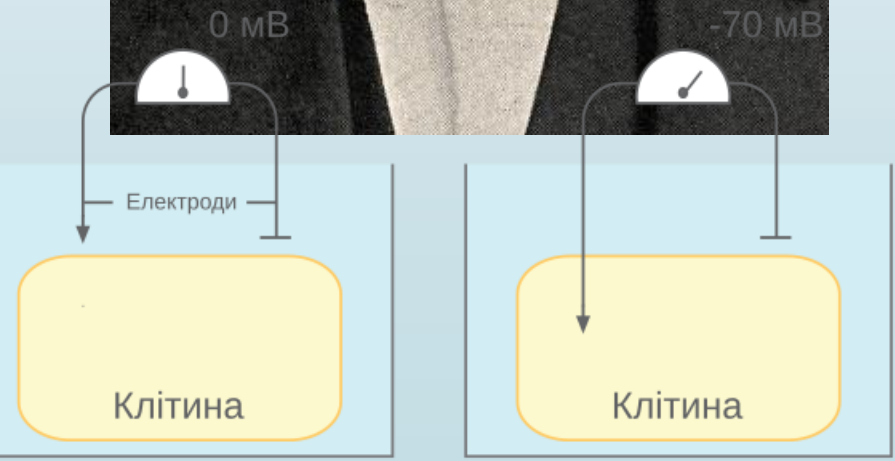
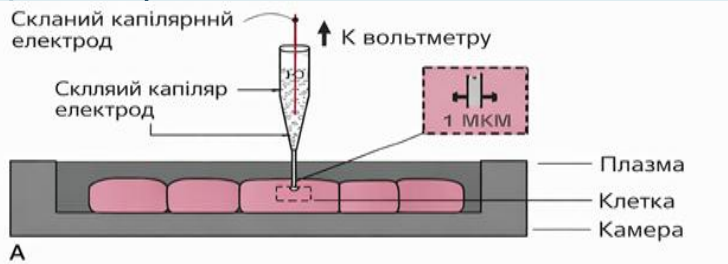
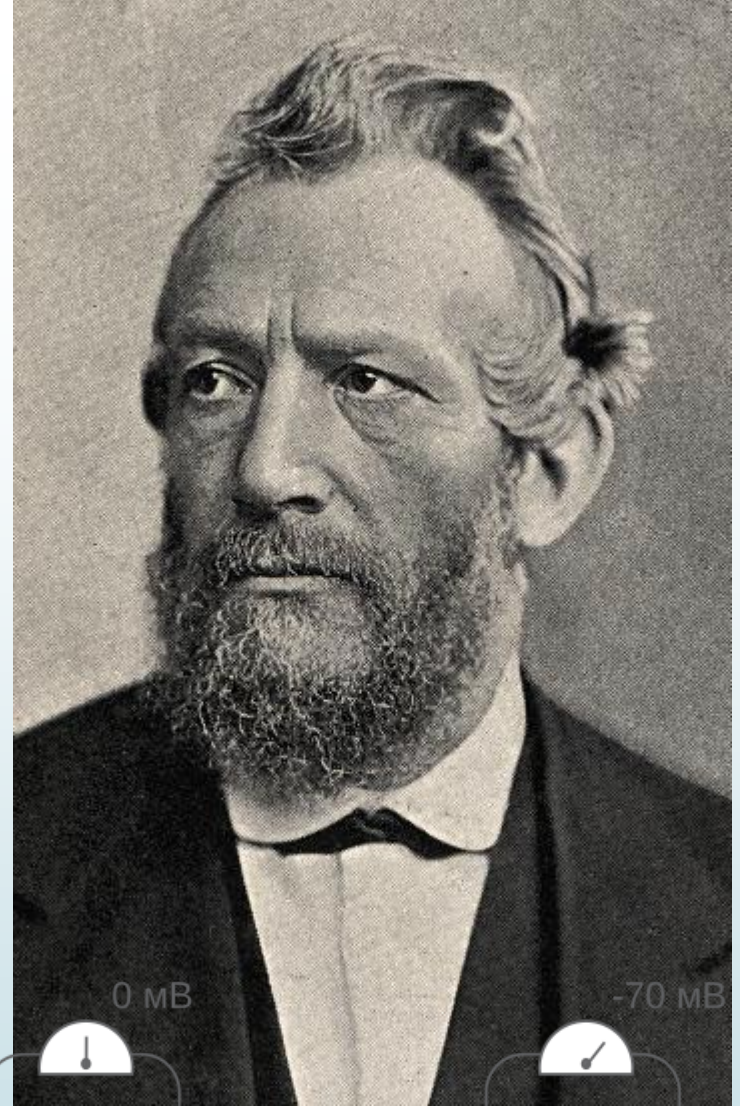
Еміль Генріх Дюбуа-Реймон — німецький фізіолог, швейцарець за походженням, філософ, іноземний член-кореспондент Петербурзької АН.

Народився: 7 листопада 1818 р., Берлін, Німеччина

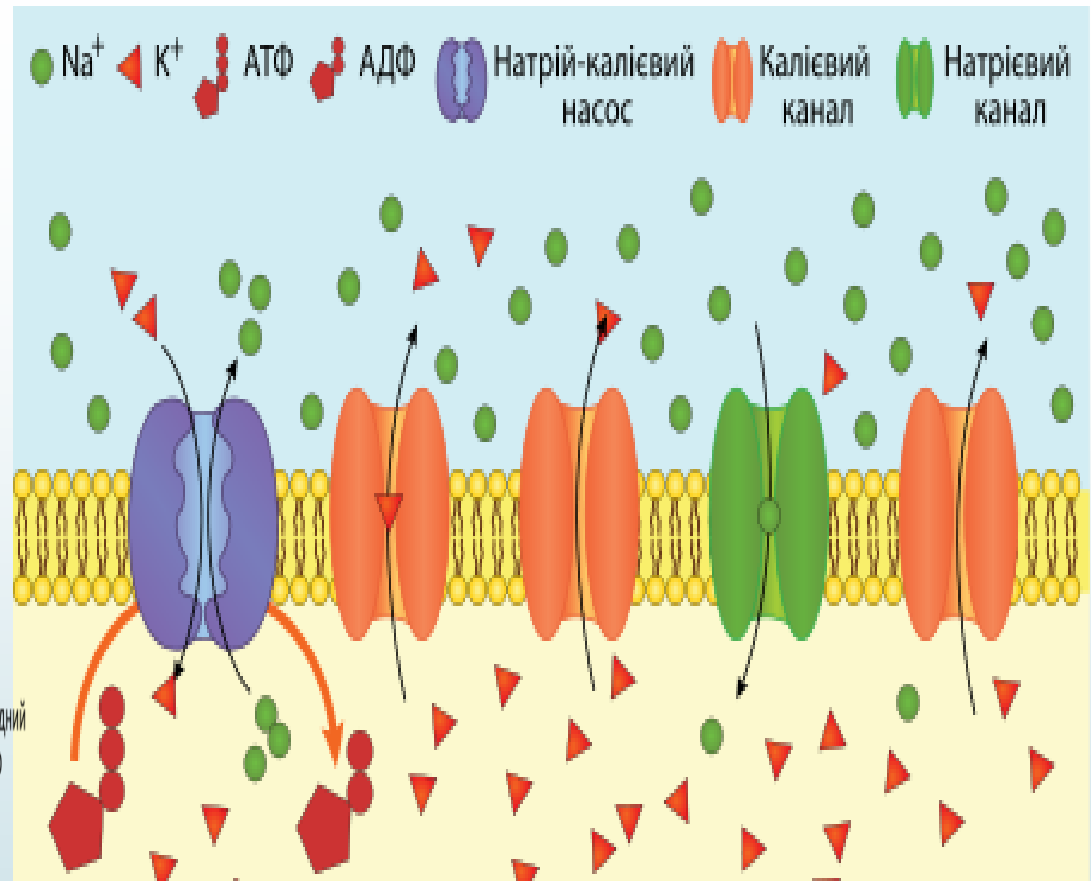
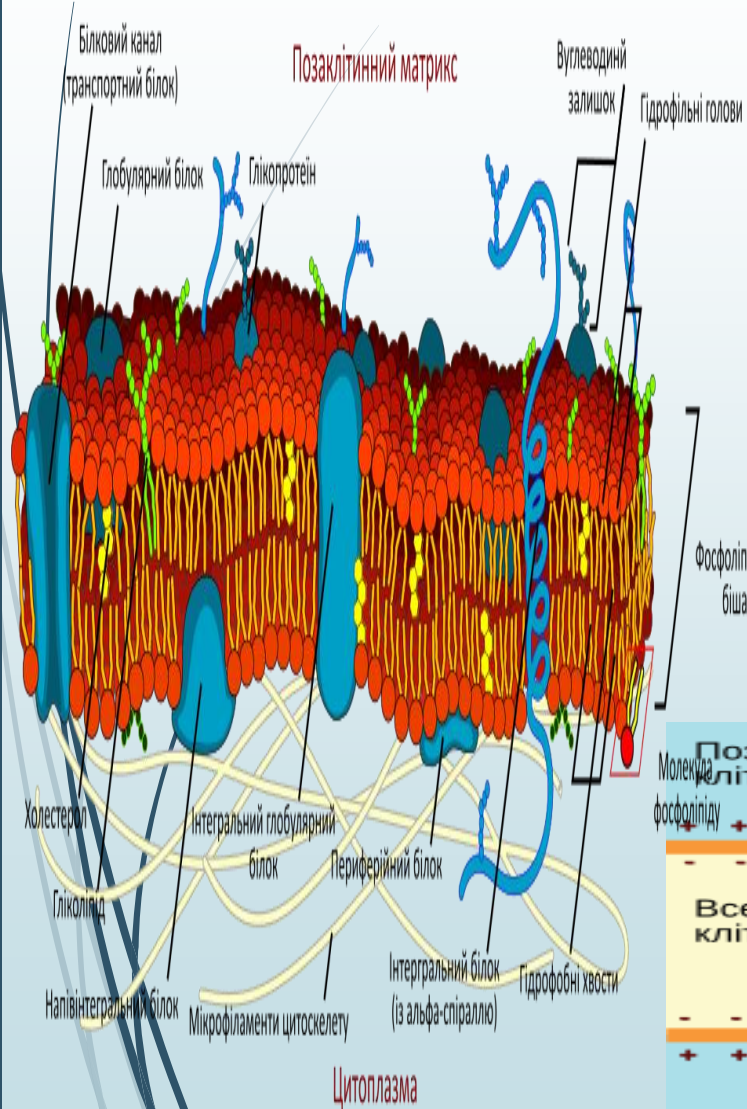
Помер: 26 грудня 1896 р., Берлін, Німеччина

Освіта: Берлінський

університет імені Гумбольдта

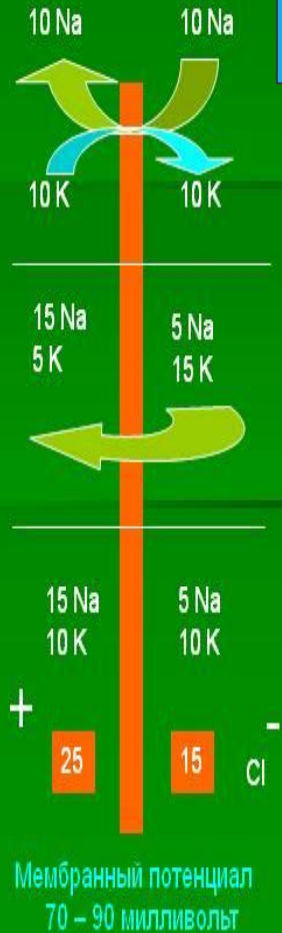


БУДОВА КЛІТИННОЇ МЕМБРАНИ

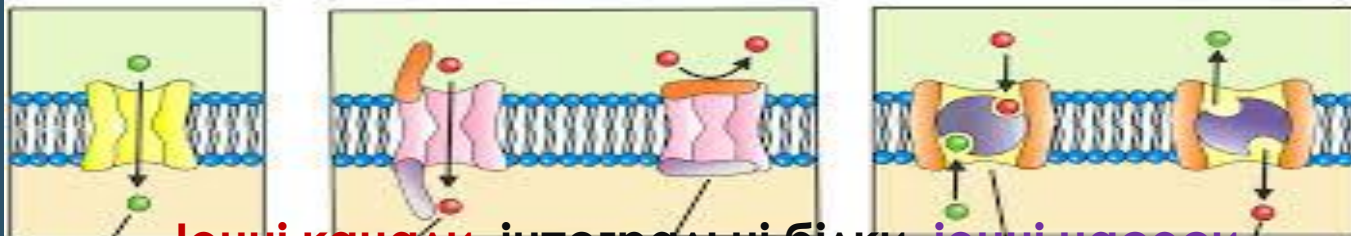


Позаклітинною	$[\text{K}^+]$ 5 мМ	$[\text{Na}^+]$ 150 мМ	$[\text{Cl}^-]$ 120 мМ	
Всередині клітини	$[\text{K}^+]$ 140 мМ	$[\text{Na}^+]$ 15 мМ	$[\text{Cl}^-]$ 10 мМ	$[\text{A}]$ 100 мМ

Потенціал спокою



3.2. Мембранний потенціал спокою (МПС) — це різниця потенціалів між зовнішньою та внутрішньою сторонами мембрани в умовах, коли клітина не збуджена. Цитоплазма клітини заряджена негативно до позаклітинної рідини через нерівномірний розподіл аніонів та катіонів по дві сторони мембрани. Різниця потенціалів (напруга) для різних клітин має значення від -50 до -200 мВ (мінус означає, що всередині клітина більш негативно заряджена, ніж зовні). Мембранний потенціал спокою виникає на мембранах всіх клітин — збудливих (нервів, м'язів, секреторних клітин) і незбудливих.

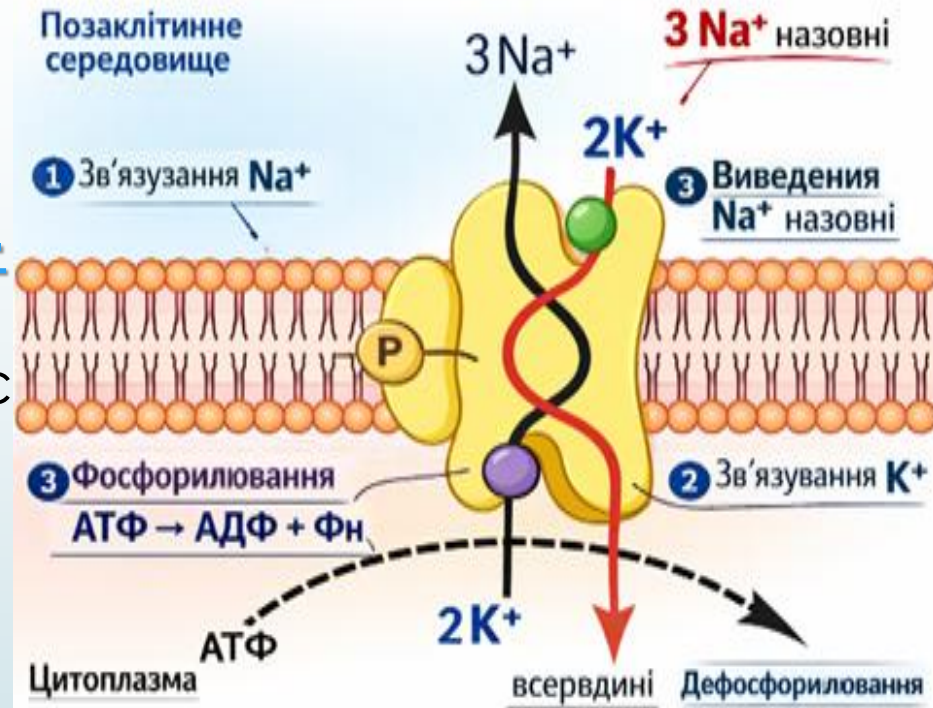


Іонні канали, інтегральні білки, іонні насоси

Мембранний потенціал спокою (МПС) може існувати тільки за умови нерівномірного розподілу **іонів**, що забезпечується функціонуванням **натрій-калієвого насоса**. Окрім того, цей білок також має електрогенні властивості — він переносить **3 катіони натрію в обмін на 2 іони калію**, що рухаються всередину клітини.

Натрій-Калієвий насос

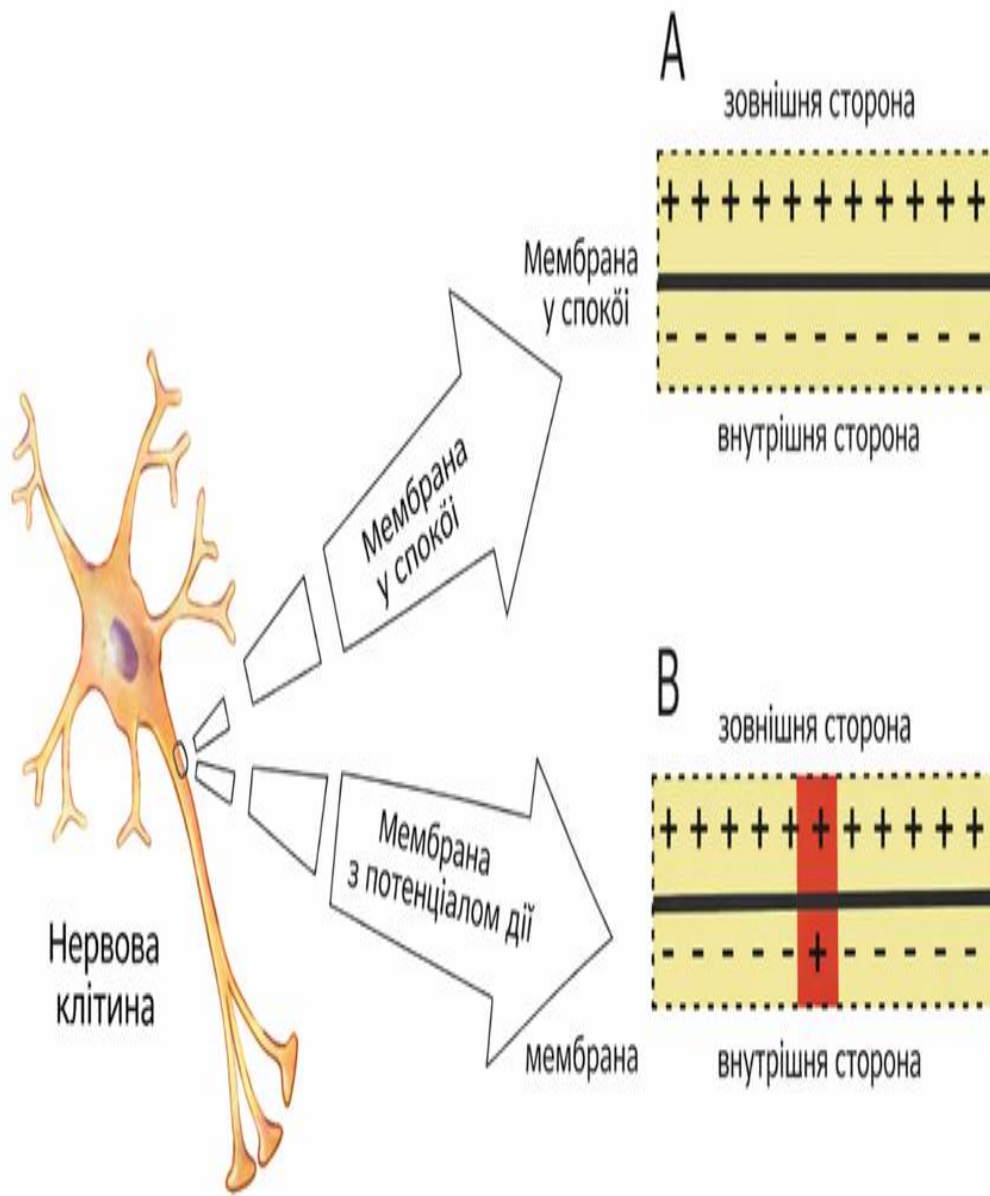
(Механізм дії Na^+/K^+ -насоса)



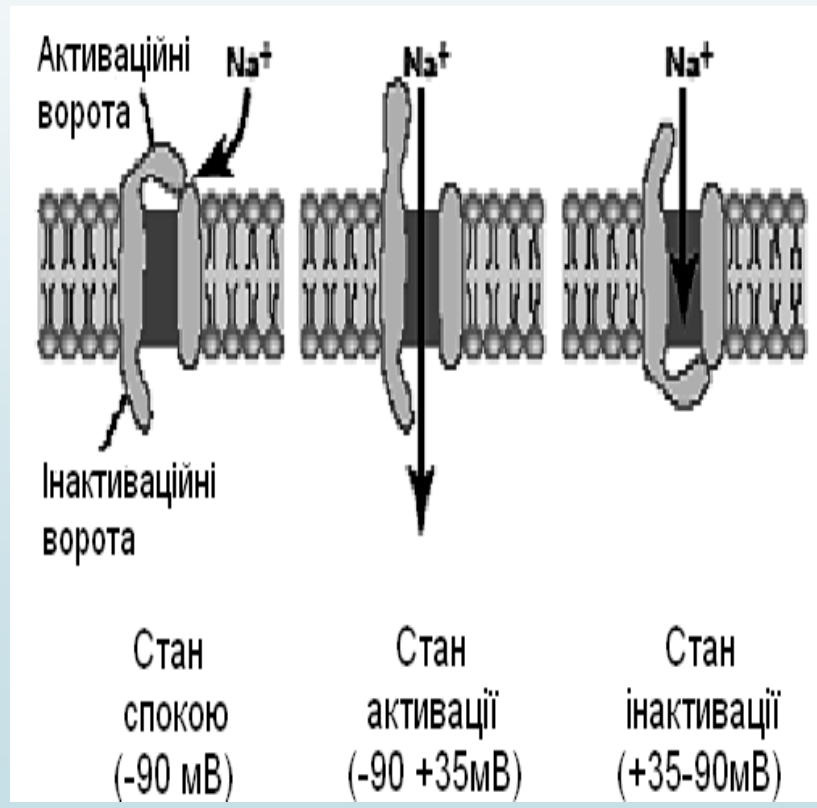
3 Na⁺ назовні, 2 K⁺ усередину — за рахунок АТФ!

- ★ Підтримка іонного балансу
- ★ Генерація мембранного потенціалу
- ★ Життєво важливо для нервів і м'язів

АТФ-азний канал (1 АТФ)



3.2. ET електротон ЛПЗ



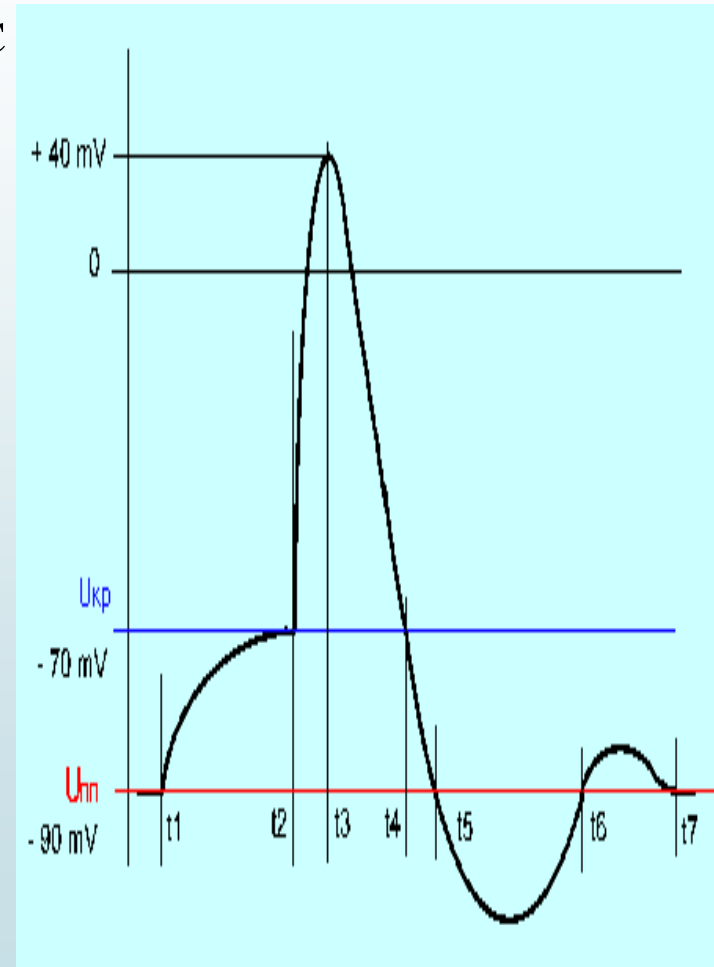
**ЕТ – електротон, КАТ–електротон; АН – електротон
(пасивний струм)**

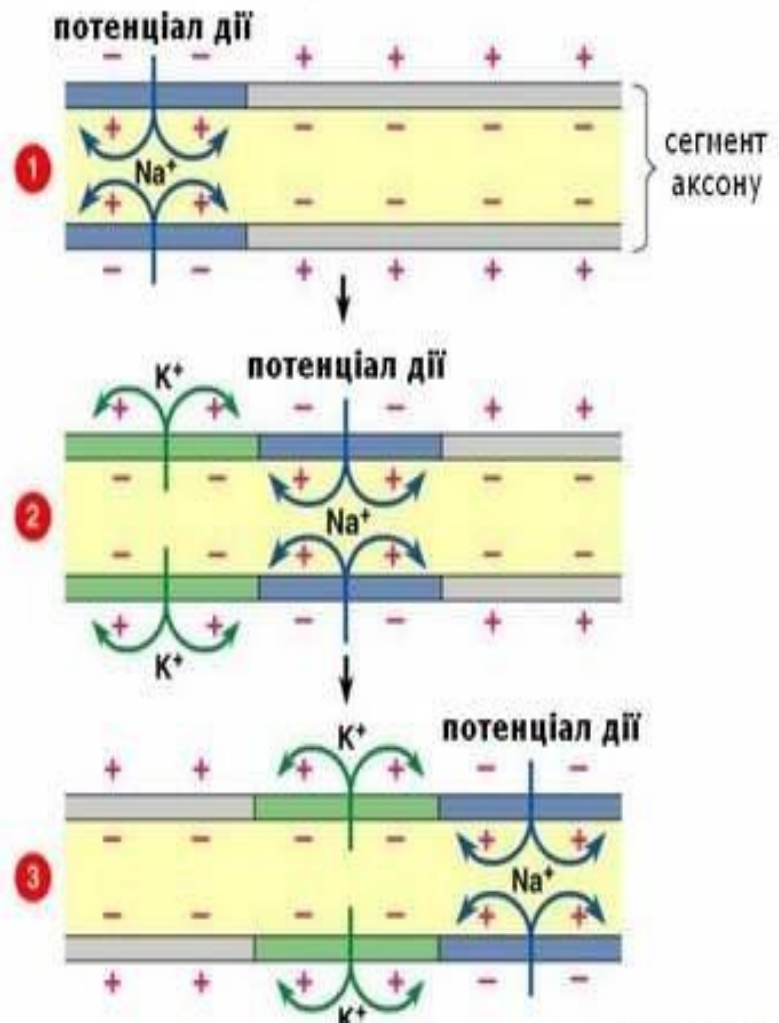
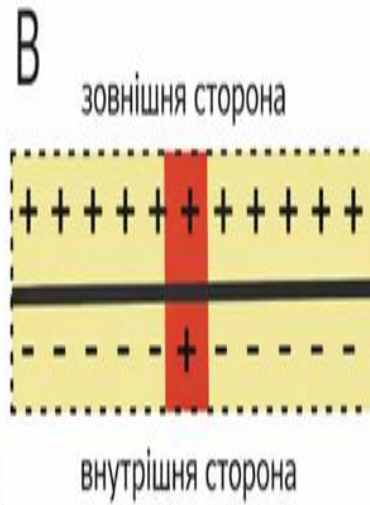
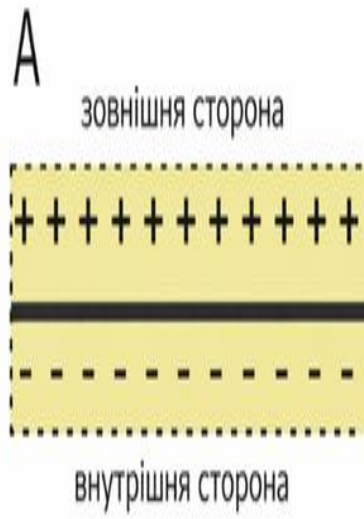
ЛПЗ – локальний потенціал збудження (активний струм)

Після дії допорогового подразника на мембрану, в місці її подразнення виникає деполяризація, яка обумовлена переміщенням іонів Na^+ в клітину. Ці ЛПЗ - локальний потенціал збудження – нездатний до поширення деполяризації мембрани. Внаслідок цього рівень поляризації мембрани зменшується.

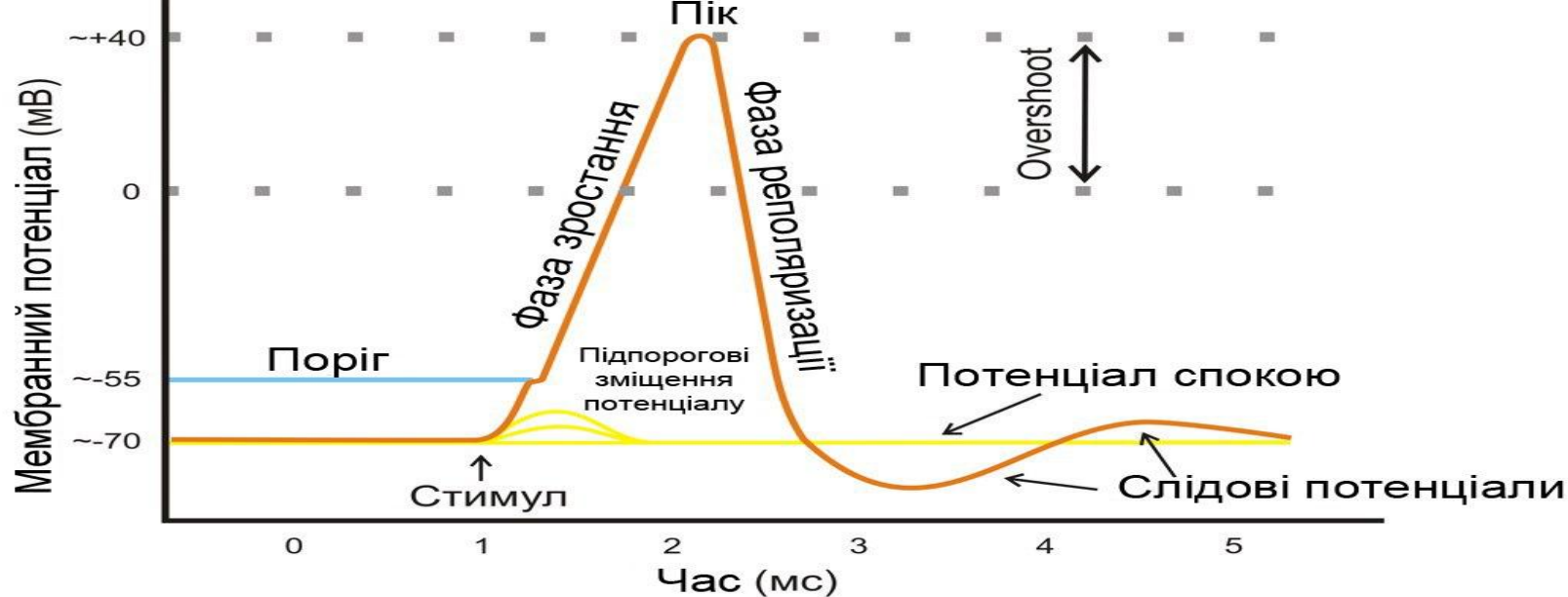
Особливості локальної відповіді:

- 1. Виникає при дії допорогових подразників.**
- 2. Градуально залежить від сили деполяризуючого подразника.**
- 3. Нездатна до розповсюдження.**

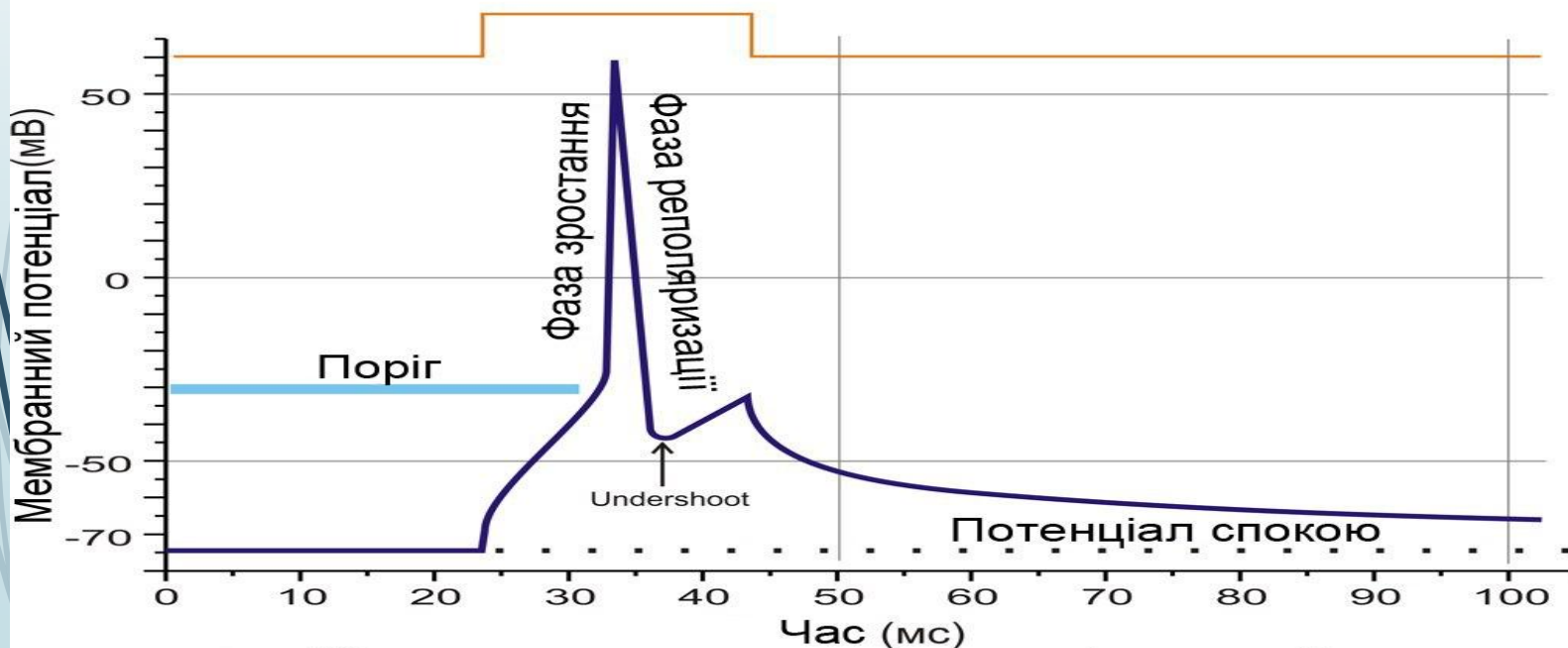




Механізм розвитку потенціалу дії полягає у наступному. При досягненні критичного рівня деполяризації **настає посилене проникнення Na^+ в клітину. Зовнішній бік мембрани набуває негативного полюсного заряду, а внутрішній - позитивного. Це фаза деполяризації (I).** Такий механізм характерний для аксона. У сомі нейрона деполяризація настає не тільки за рахунок вхідного Na^+ , але й за рахунок вхідного Ca^{2+} . При досягненні певної величини потенціалу дії рух Na^+ всередину клітини припиняється, але продовжується дещо раніше розпочатий вихід K^+ . При цьому закінчується фаза деполяризації і розпочинається **фаза реполяризації(II)**, обумовлена виходом K^+ . Зовнішній бік мембрани знову набуває позитивного полюсного заряду, а внутрішній – негативного. Позитивний слідовий потенціал (**слідова гіперполяризація III +**) обумовлений роботою натрій-калієвого насоса мембрани: Na^+ викачується назовні з клітини, а K^+ з міжклітинного простору в клітину, і проявляється як більш негативний мембранний потенціал порівняно з потенціалом спокою. Фаза **негативного слідового потенціалу (слідова деполяризація)** обумовлена нагромадженням K^+ в позаклітинному просторі. **Повернення до початкового стану мембрани.**



Схематичний потенціал дії



Хід реального потенціалу дії

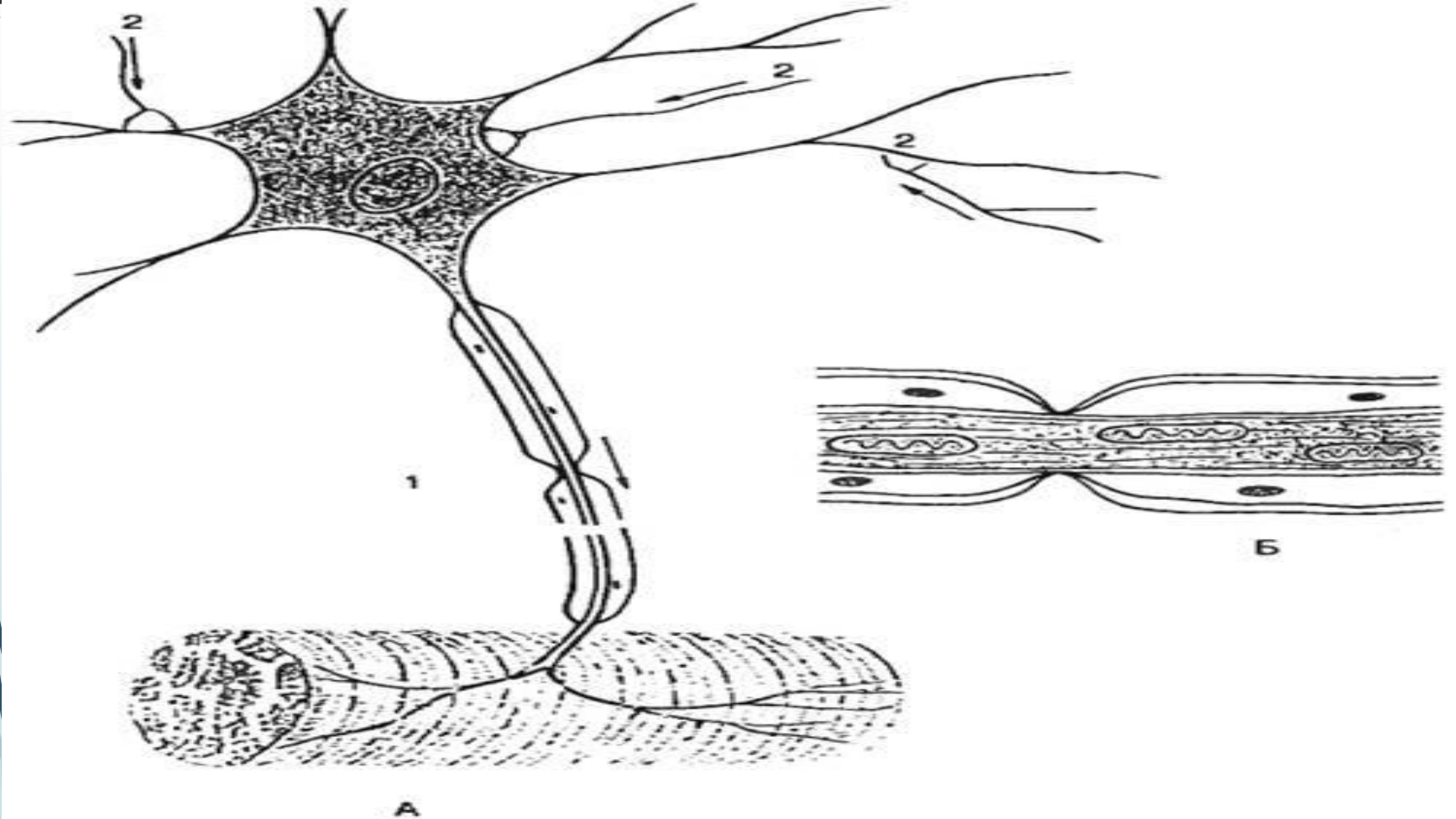
Потенціал дії (ПД) — виникає при дії подразника порогової сили, відбувається збудження живої клітини, (короточасні амплітудні зміни мембранного потенціалу спокою МПС), **зовнішня поверхня цієї ділянки мембрани стає негативно зарядженою** по відношенню до сусідніх ділянок, тоді як **його внутрішня поверхня стає позитивно зарядженою по відношенню** до сусідніх ділянок мембрани.



ПОТЕНЦІАЛ ДІЇ

Закон "усе або нічого". Саме проявом ПД і характеризується стан збудливості. Оскільки в клітині в нормі форма й розмах ПД постійні, то говорять, що збудливість перебігає за законом **"усе або нічого"**. Тобто якщо подразник не має достатньої сили (підпороговий), він спричинить розвиток лише **місцевого потенціалу ЛПЗ, СП ("нічого")**. Граничної сили подразник зумовить повну хвилю ПД (**"усе"**). ПД – це **матеріальний носій інформації**

Будова нейрона та мієлінового нервового ВОЛОКНА



А —нейромоторна одиниця; 1 - вузловий перехоплення (перехоплення Ранв'є); 2 - синапс; Б - ділянка нервового волокна із вузловим перехопленням. Стрілками зазначено напрямок поширення збудження