

# Мембранний транспорт

1. Види мембранного транспорту.
2. Дифузія незаряджених речовин через ліпідний бішар. Рівняння Теорела. Рівняння проникності мембран.
3. Транспорт води. Осмотичний тиск і його вимірювання.
4. Полегшена дифузія.
5. Активний транспорт.

# Типи мембранного транспорту

## - Пасивний транспорт

*(Клітина не використовує енергію)*

Дифузія

Полегшена дифузія

Осмос

## - Активний транспорт

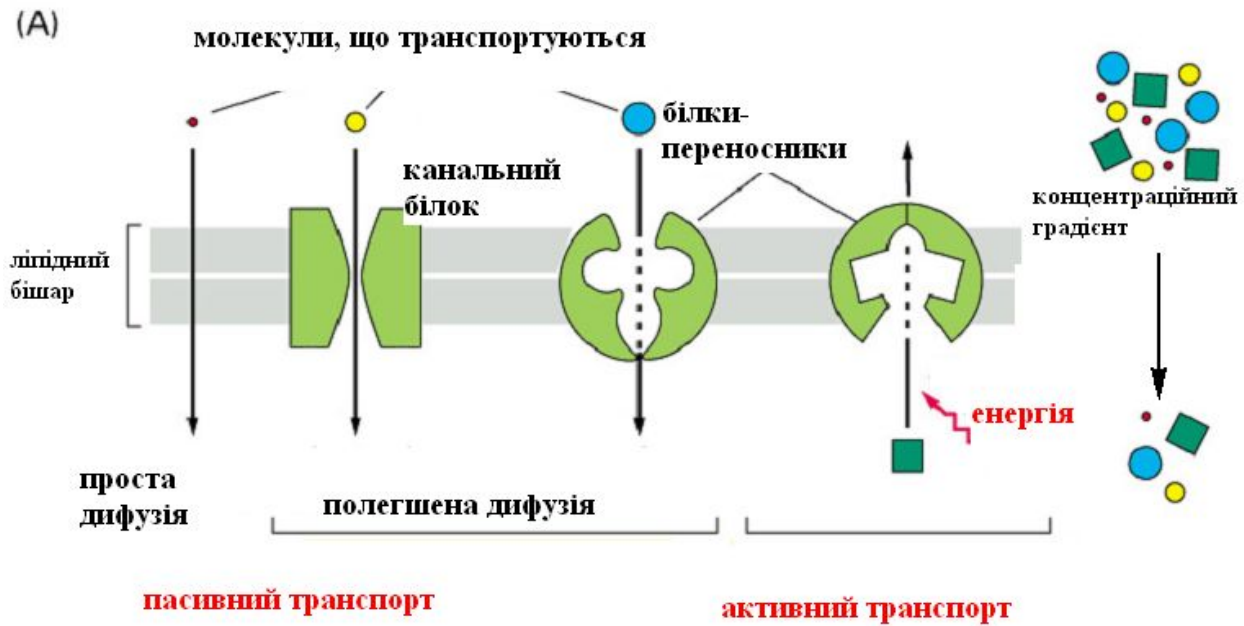
*(Клітина використовує енергію)*

Робота іонних насосів

Екзоцитоз

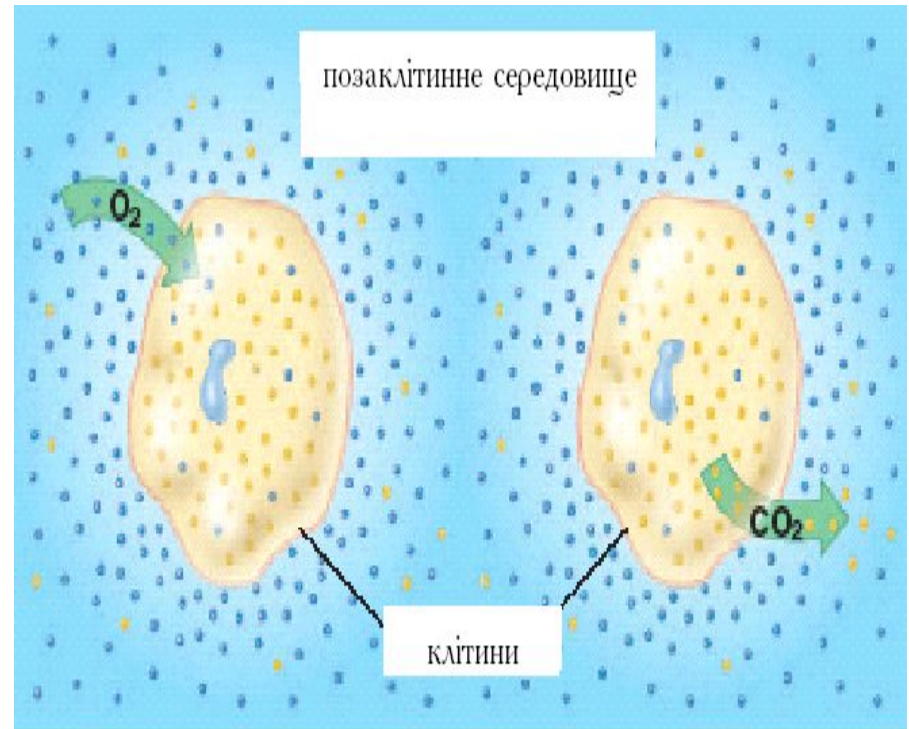
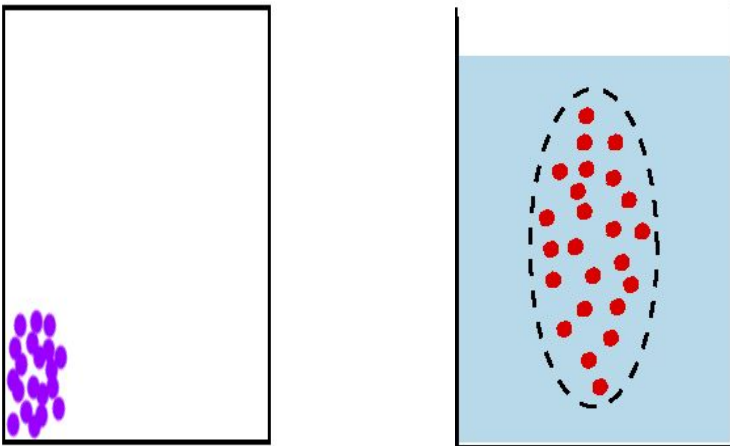
Ендоцитоз

# Види мембранного транспорту



# Дифузія в клітинах

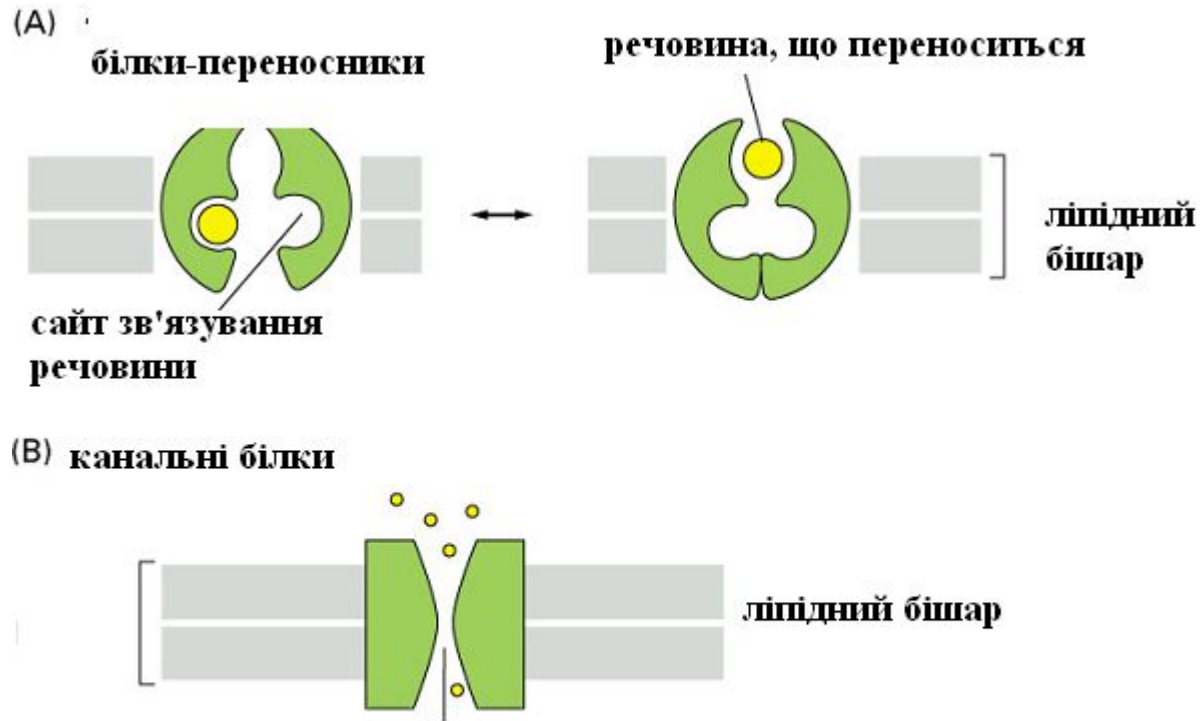
- Дифузія – рух молекул з області з високою концентрацією в область з низькою концентрацією ( за градієнтом)



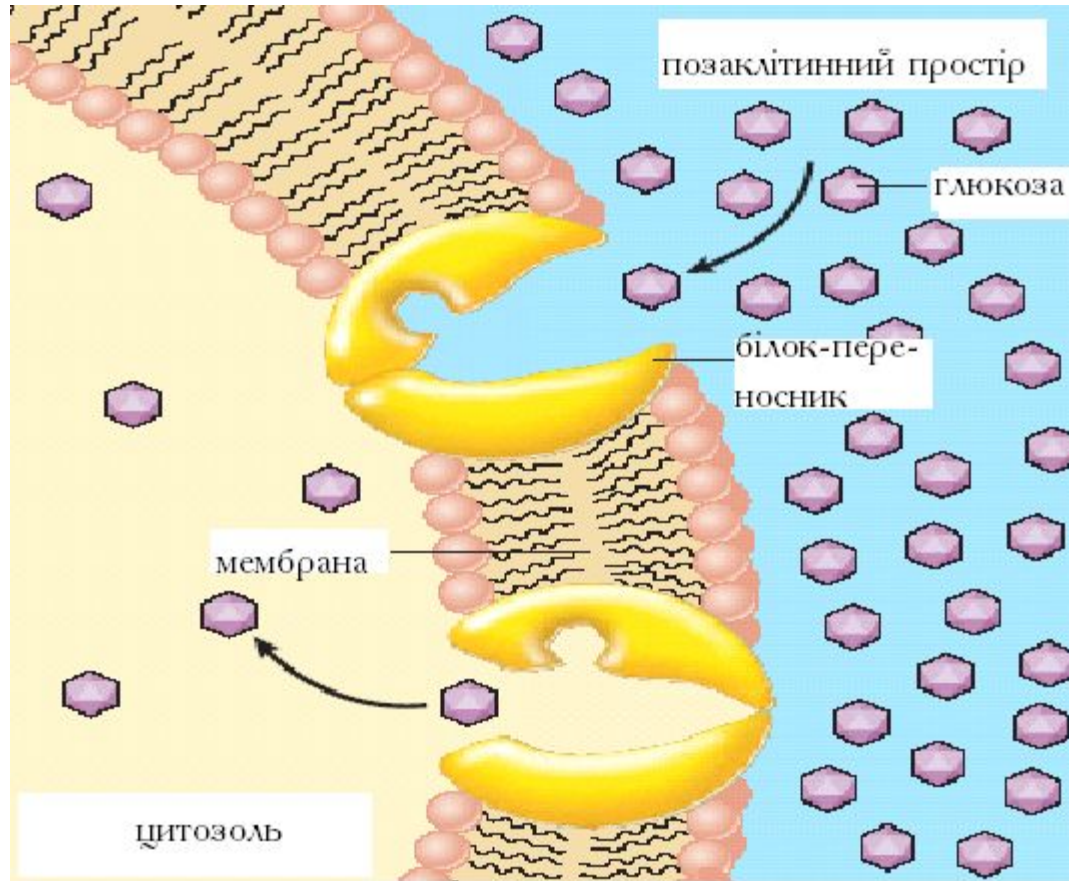
# Полегшена дифузія

- Полегшена дифузія – дифузія за допомогою білків-переносників та через іонні канали

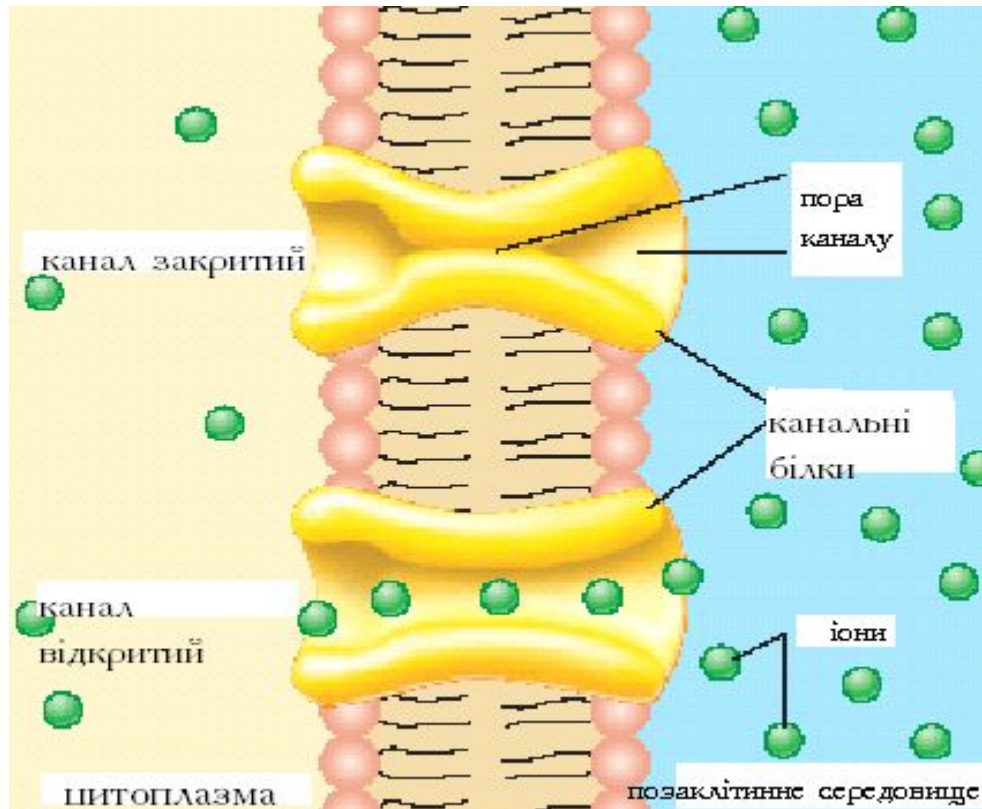
# Білки, що здійснюють полегшену дифузію



# Полегшена дифузія за участі білків-переносників

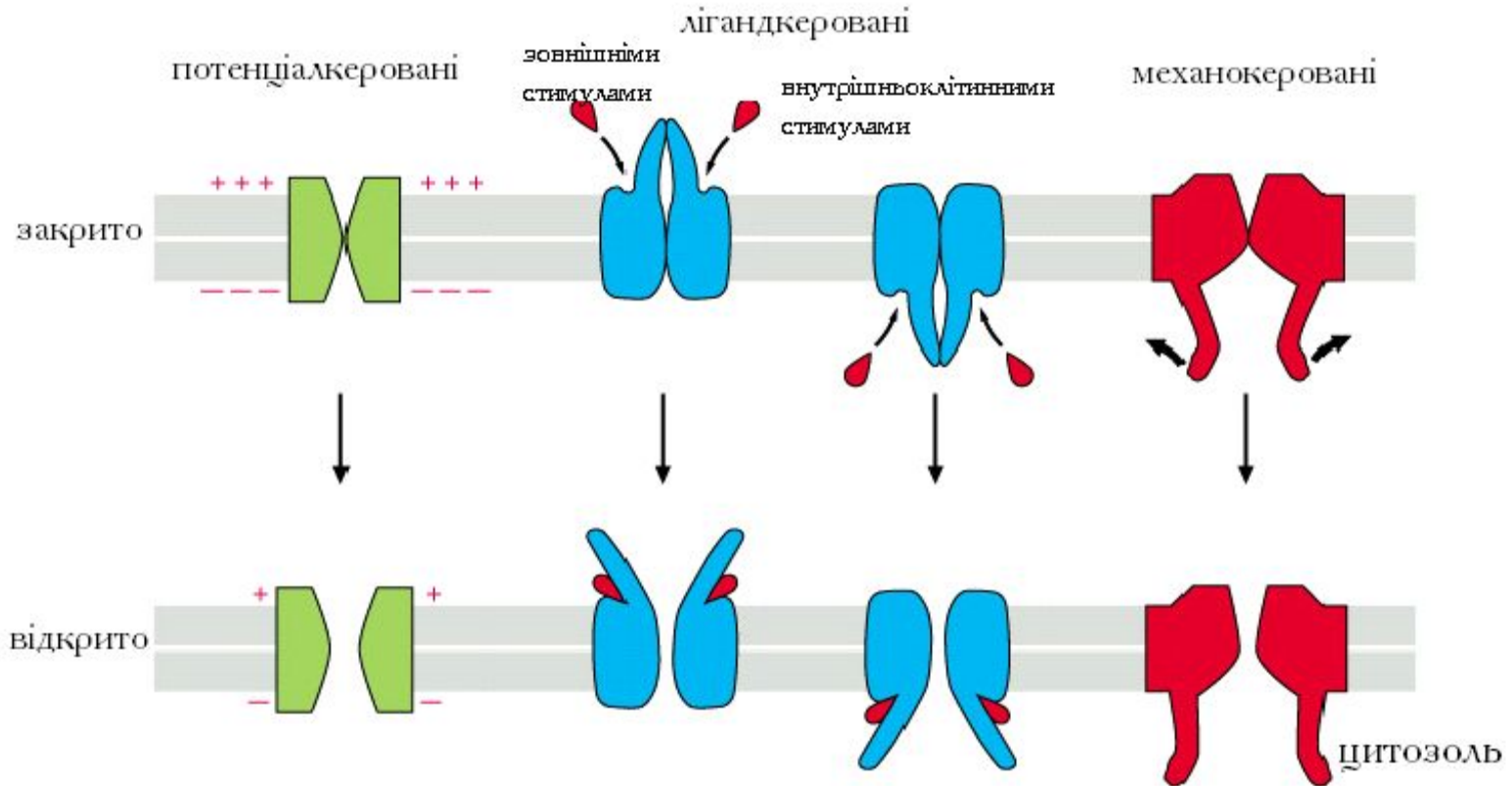


# Полегшена дифузія через іонні канали

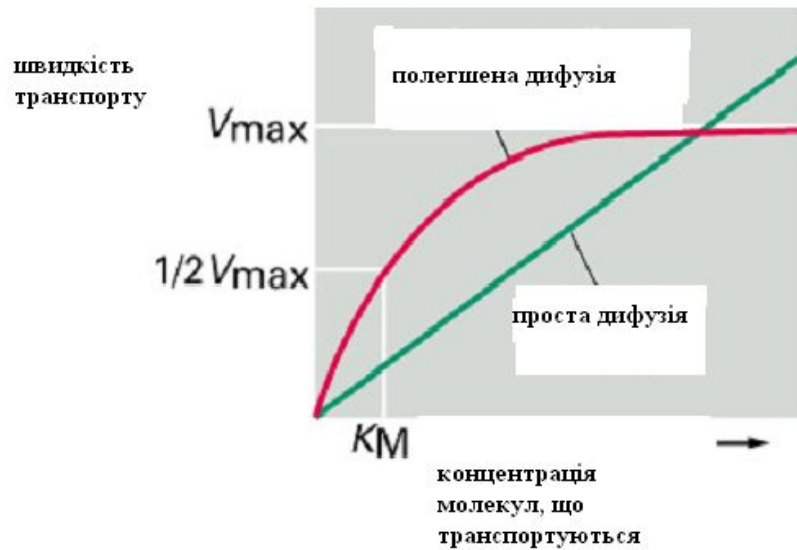




# Регуляція іонних каналів



# Кінетика простої та полегшеної дифузії



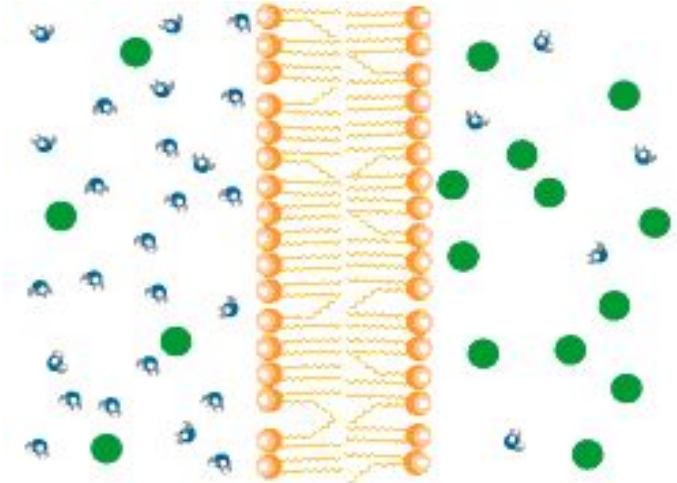
# Відміна простою дифузії від полегшеної

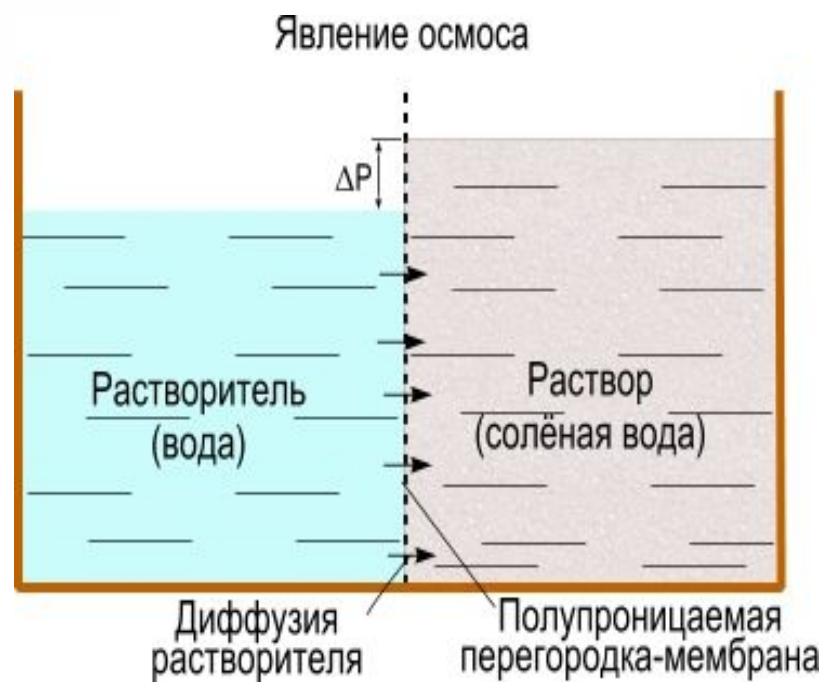
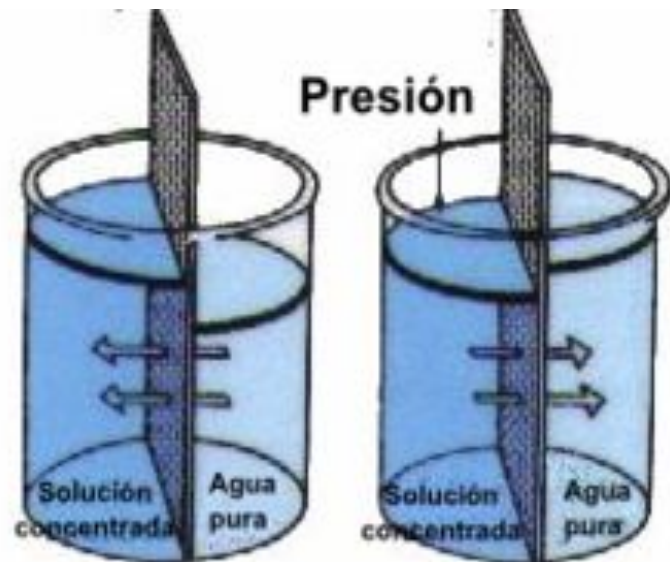
- Перенос речовин відбувається при полегшеній дифузії швидше у зв'язку з наявністю білків переносників і іонних каналів;
- Полегшена дифузія має властивості насичення. Швидкість збільшується із зростанням концентрації речовини, яка транспортується до певної граничної величини  $V_{max}$ , після чого стає незалежною від неї;
- Наявність речовин, що блокують полегшену дифузію, наявність конкуренції для різних речовин.

# Осмос

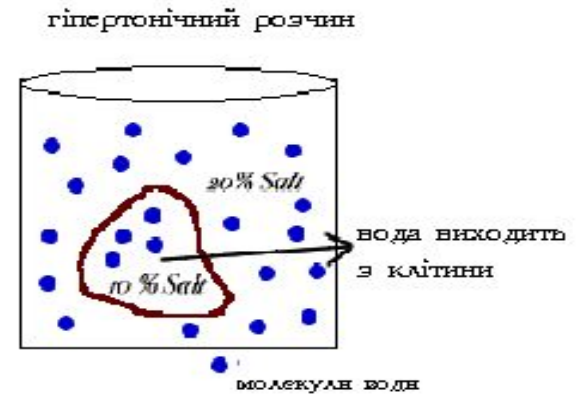
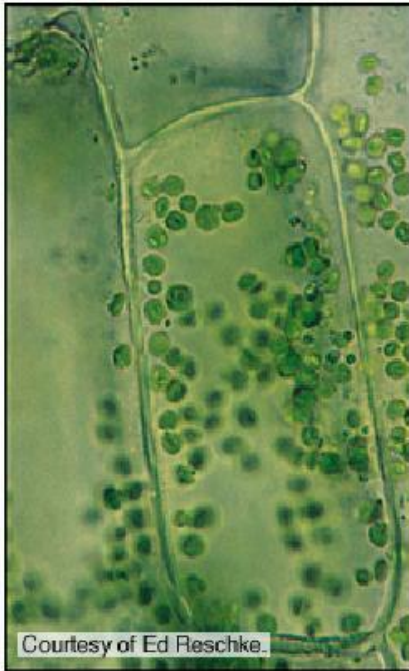
- Осмос – дифузія води через селективні проникні мембрани

*Відбувається рух води від високої її концентрації до низької*



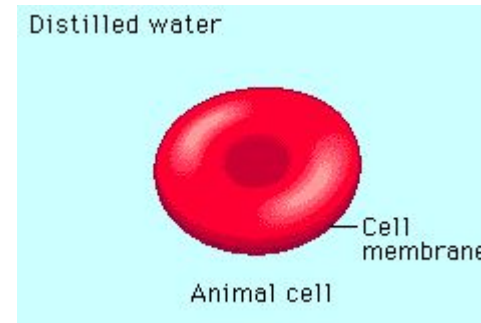
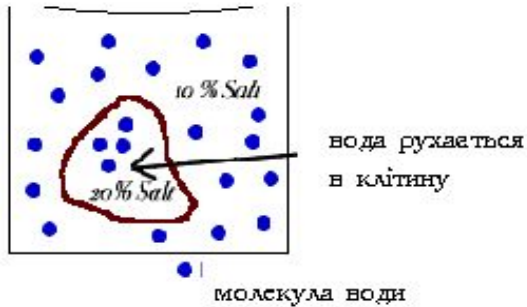


# Гіпертонічний розчин (клітини зморщуються)



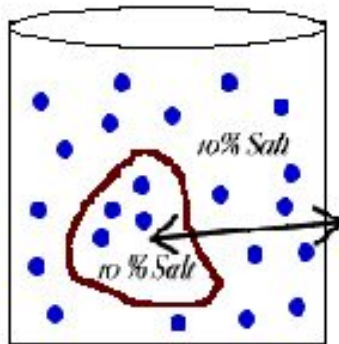
# Гіпотонічний розчин (клітини набухають)

гіпотонічний розчин

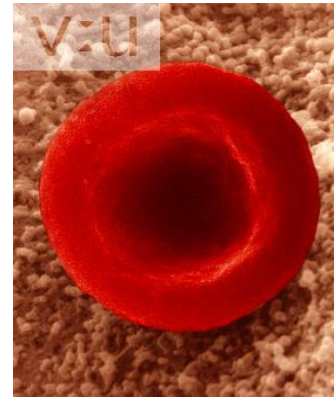


# Ізотонічний розчин (клітини зберігають свою форму)

ізотонічний розчин

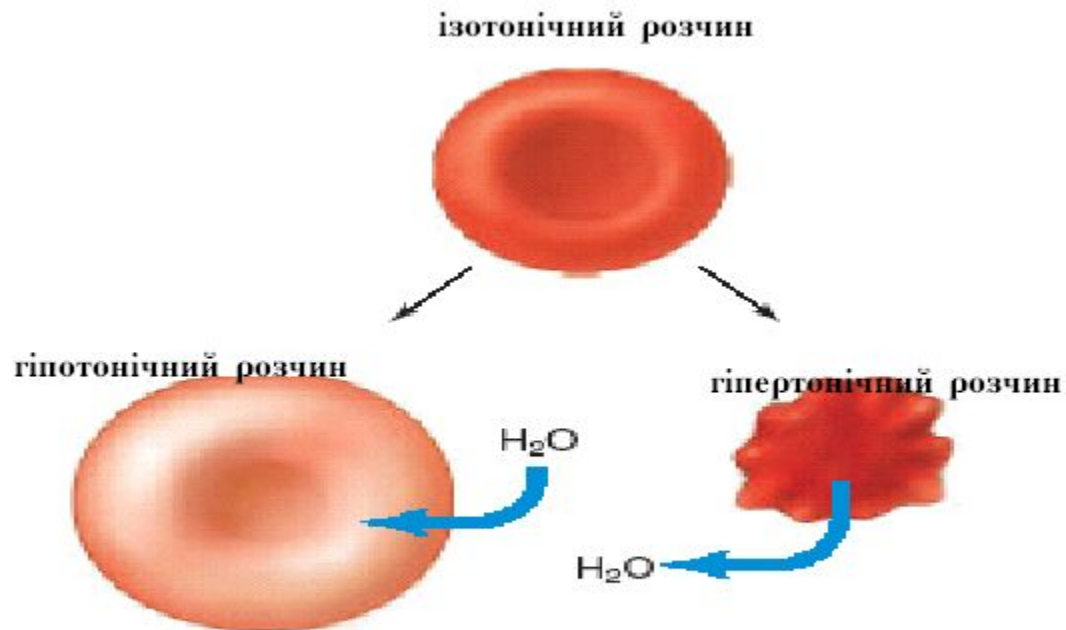


молекули води

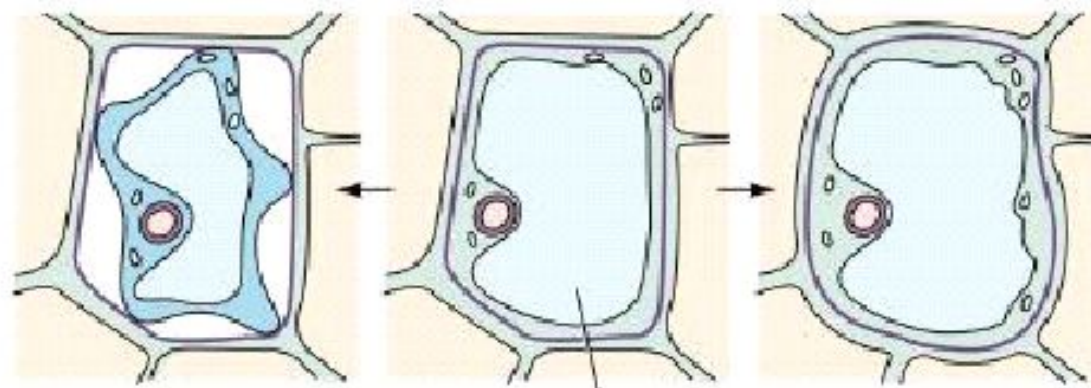
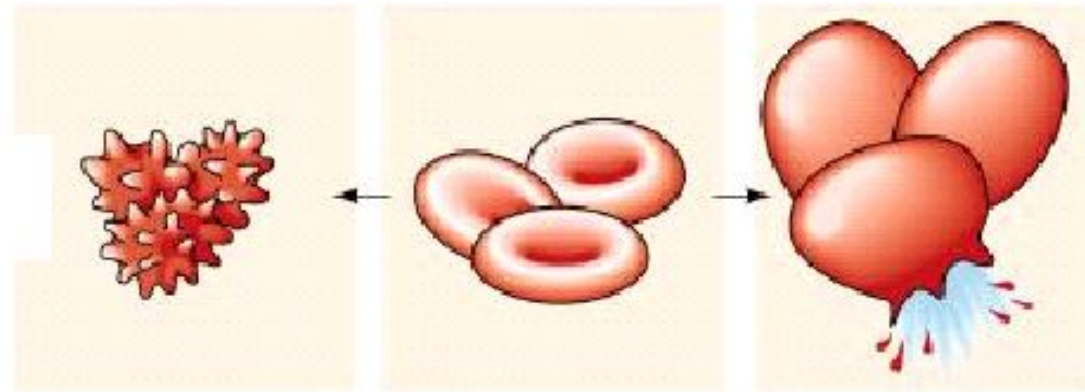




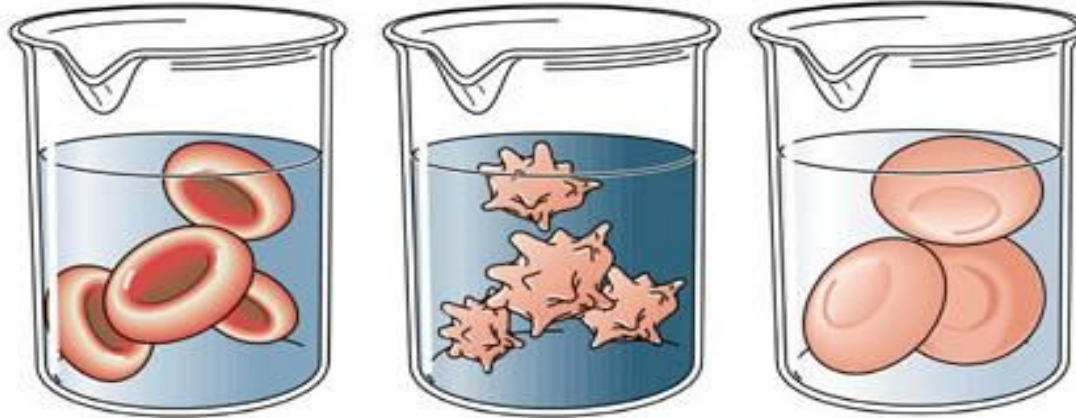
# Форми еритроцитів у розчинах з різним ОСМОТИЧНИМ ТИСКОМ



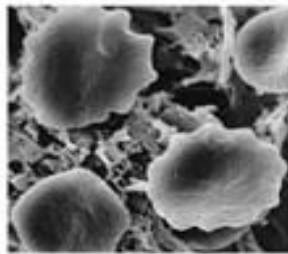
В якому типі розчинів знаходяться клітини?



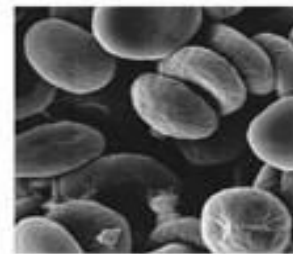
вакуоль



**A.**  
**Isotonic solution**  
(equal concentration  
of ions in solution  
and cell)



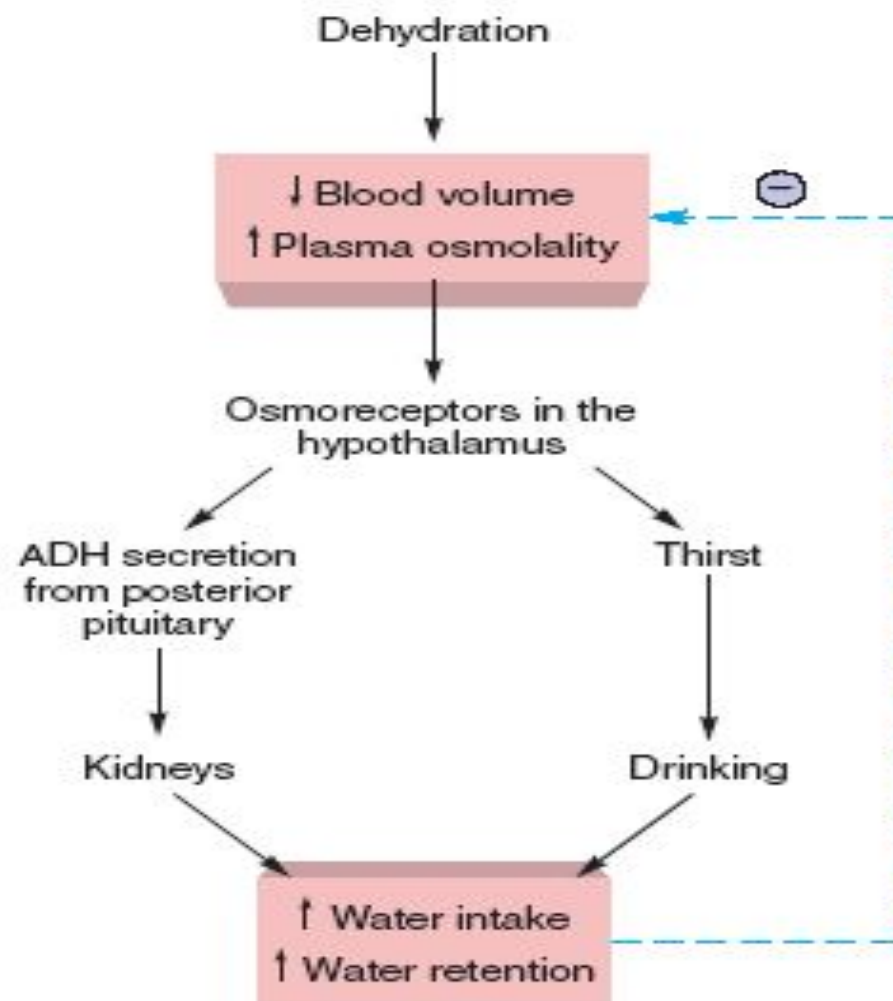
**B.**  
**Hypertonic solution**  
(higher concentration  
of ions in solution  
than in cell)



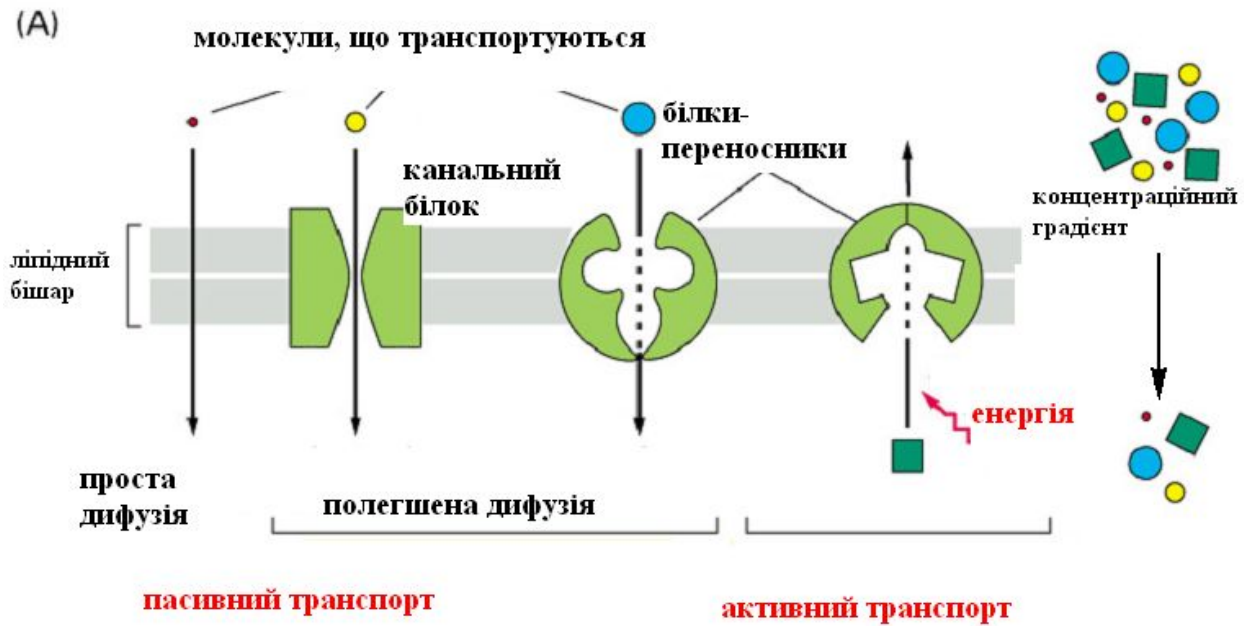
**C.**  
**Hypotonic solution**  
(lower concentration  
of ions in solution  
than in cell)

Всередині зрізаної квітки знаходиться рослинний сік, концентрація якого збільшується від основи до верхівки – листків і бутонів. Вода, що входить в клітини рослини, збільшує їх об'єм і квітка розпрямляється





# Види мембранного транспорту



# Активний транспорт

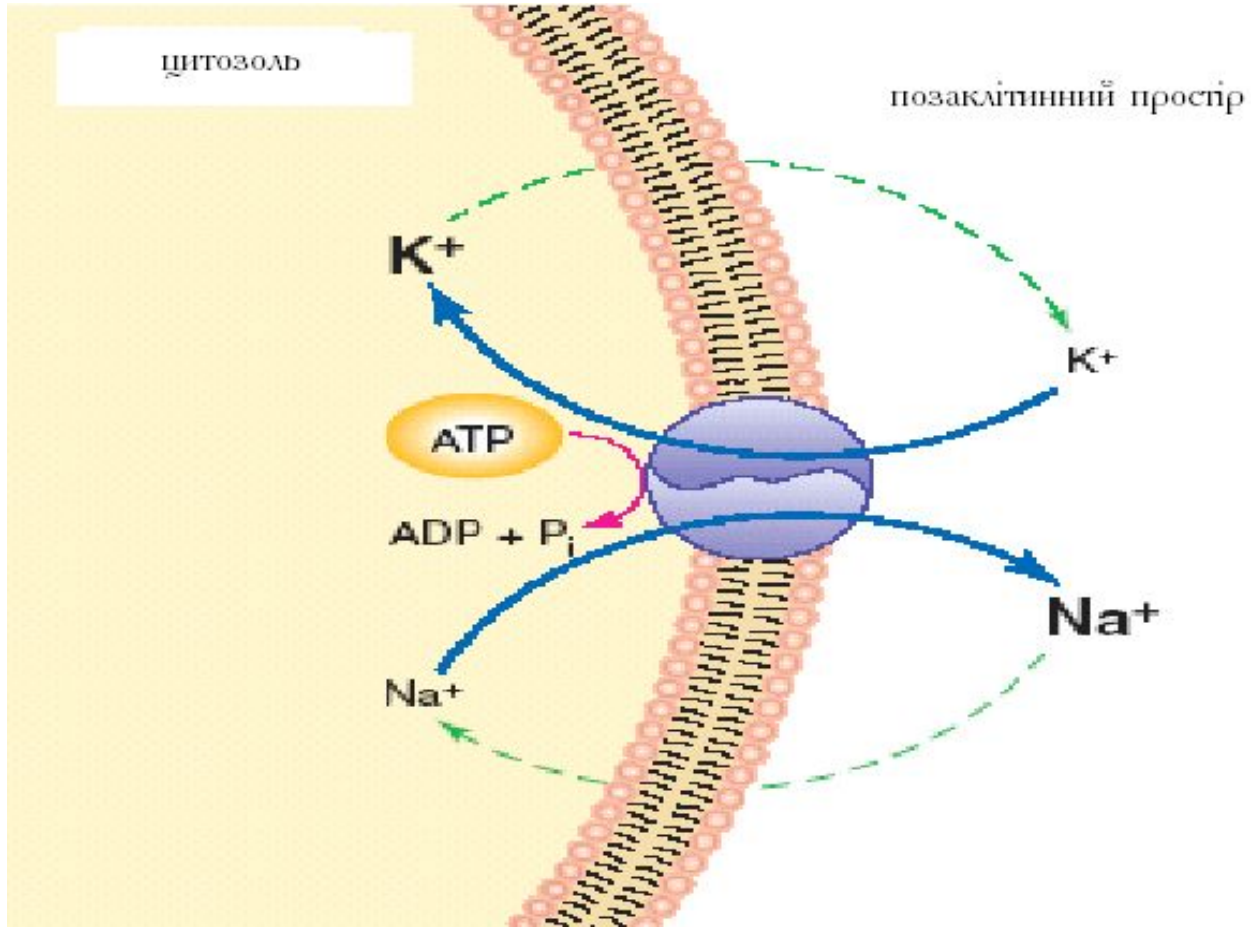
- *Активний транспорт – транспорт неелектролітів і іонів, пов'язаний з енергетичними витратами*
- Підрозділяють на:
  - *Первинний активний транспорт*
  - *Вторинний мембранний транспорт*

Вектор переміщення співпадає за напрямом з вектором концентраційного градієнту, тобто з напрямом збільшення концентрації

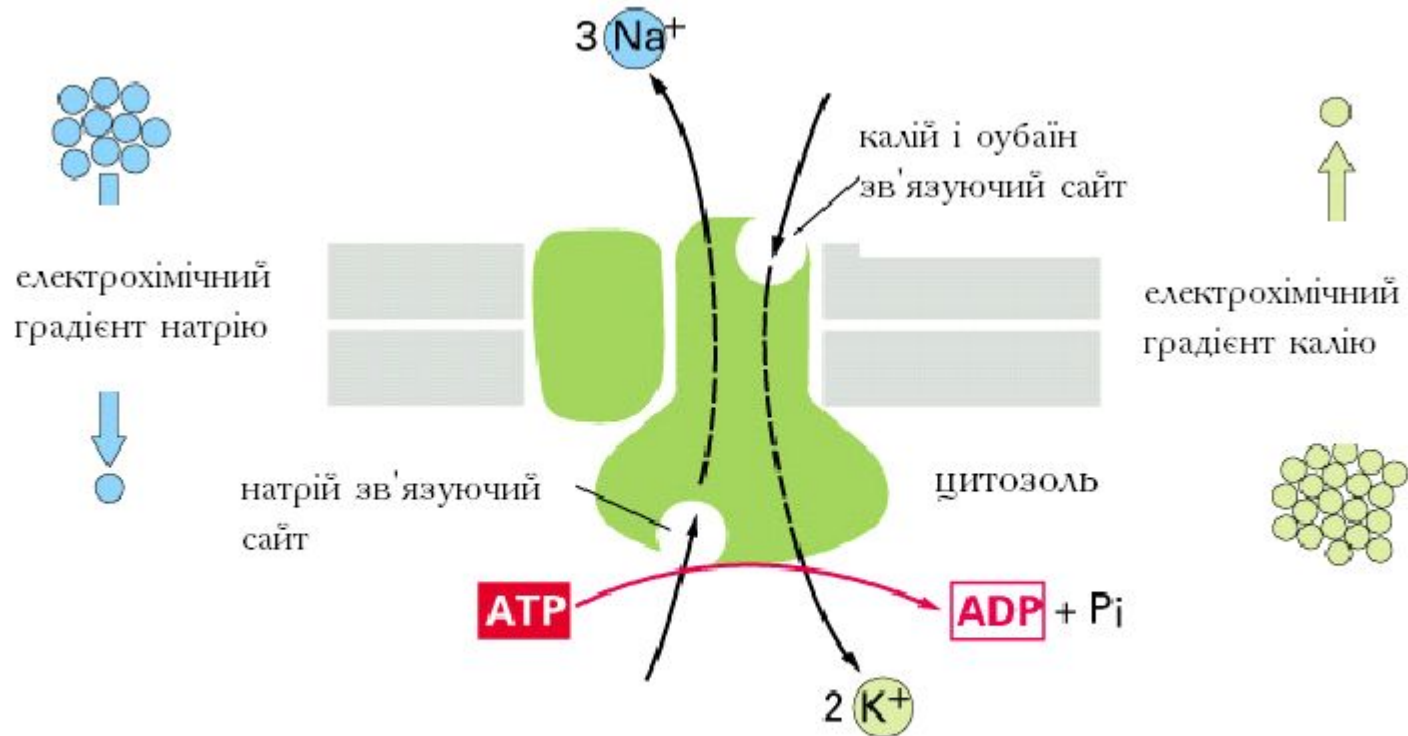
- При первинному активному транспорті реакції типу гідролізу АТФ безпосередньо зв'язані з транспортом речовин через мембрану



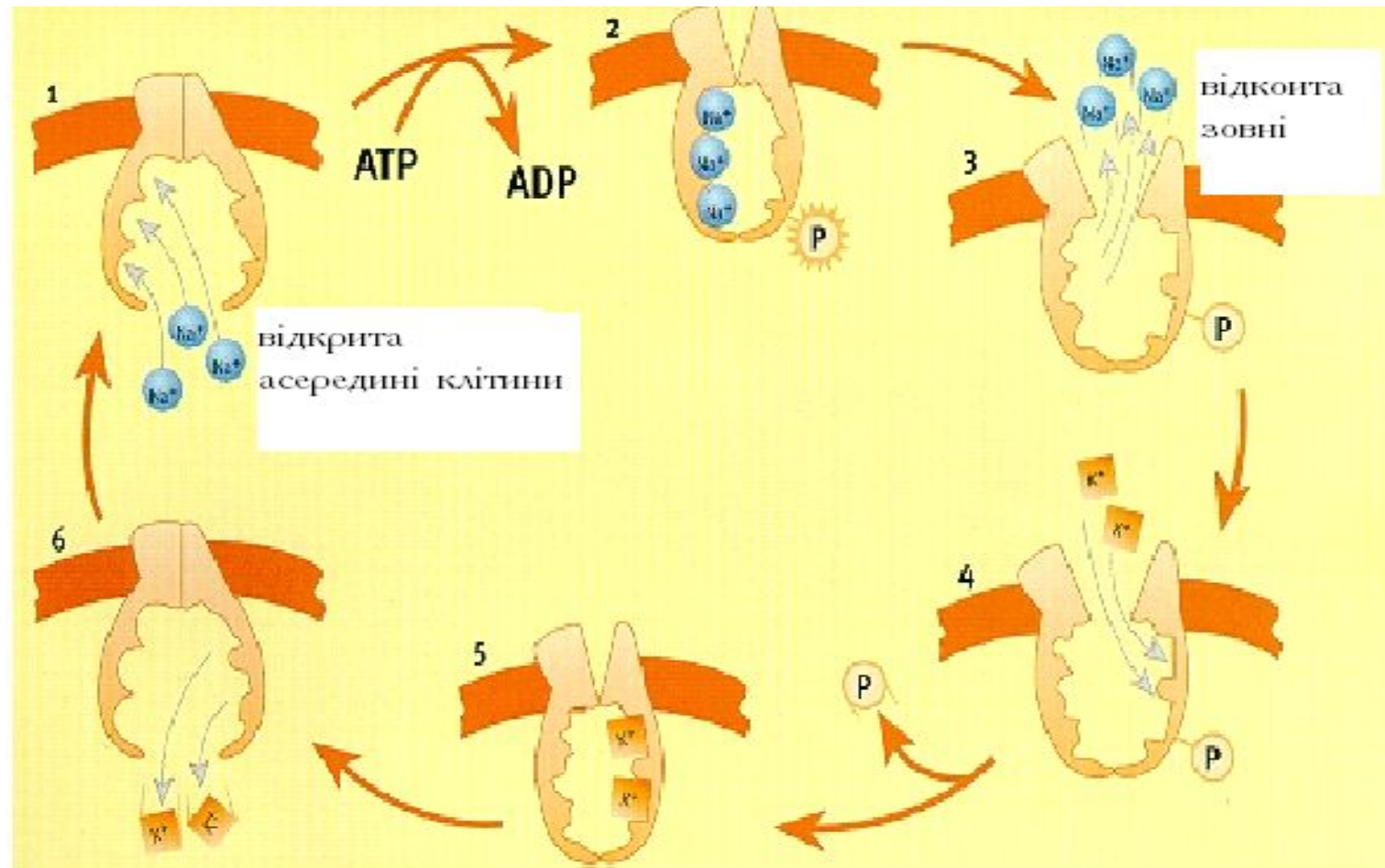
# Активний транспорт, дія Na,K-АТФ-ази



# Будова $K^+, Na^+$ -АТФази



# Схема роботи $\text{Na}^+, \text{K}^+$ -АТФази



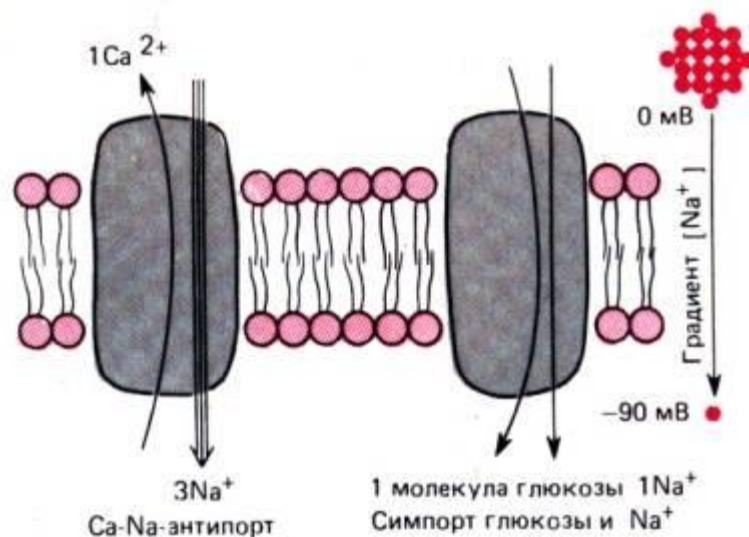
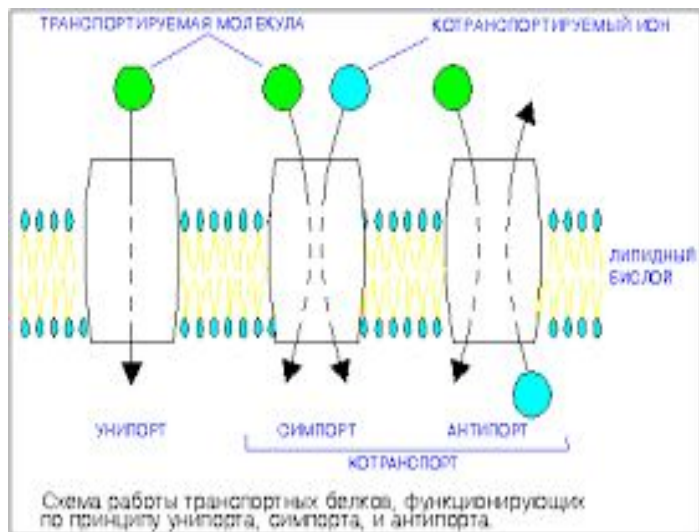
# Вторинний активний транспорт

- При вторинному активному транспорті для перенесення речовини використовується енергія електрохімічного потенціалу, створеного для іншої речовини

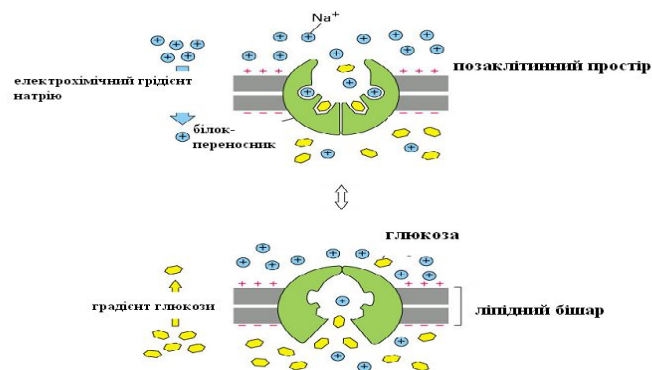
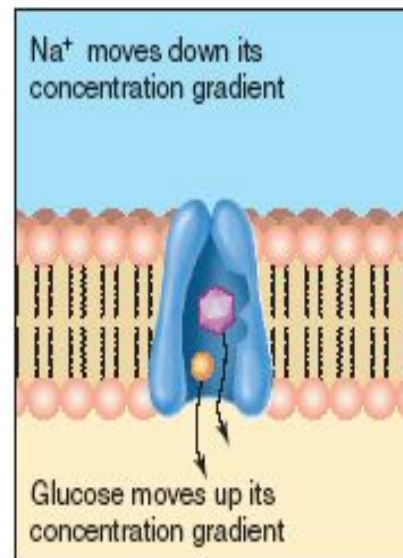
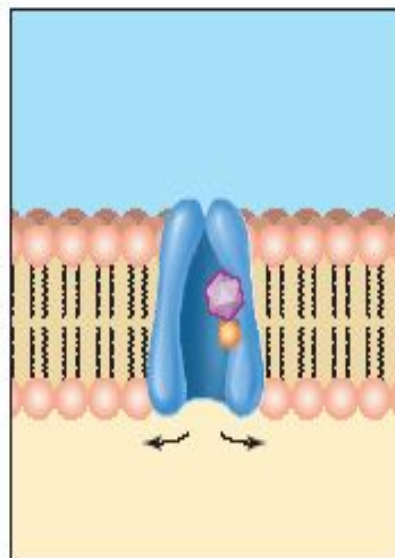
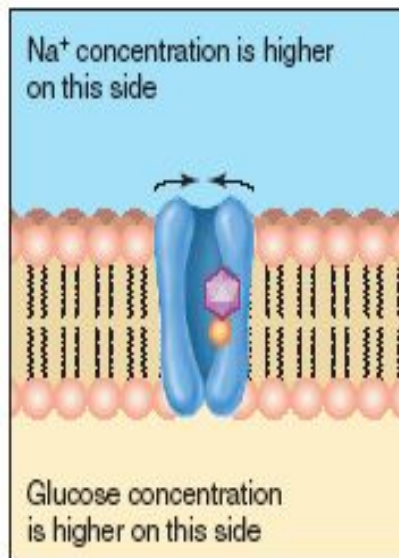
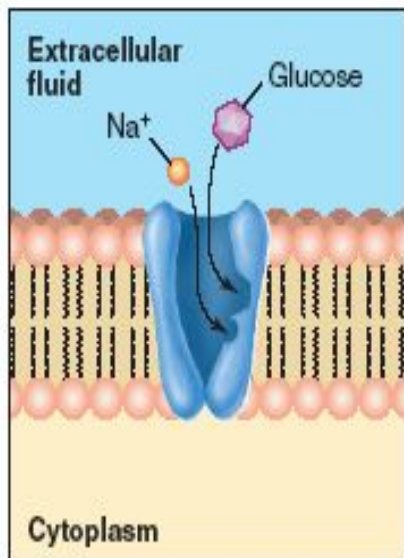
Існує дві головні форми вторинного активного транспорту - *антипорт* і *симпорт*.

- Під час *антипорту* два різних іони або молекули проходять мембрану у протилежних напрямках. Одна з цих молекул рухається уздовж градієнту електрохімічного потенціалу, звільняючи енергію, яка використовується для перенесення іншої молекули.

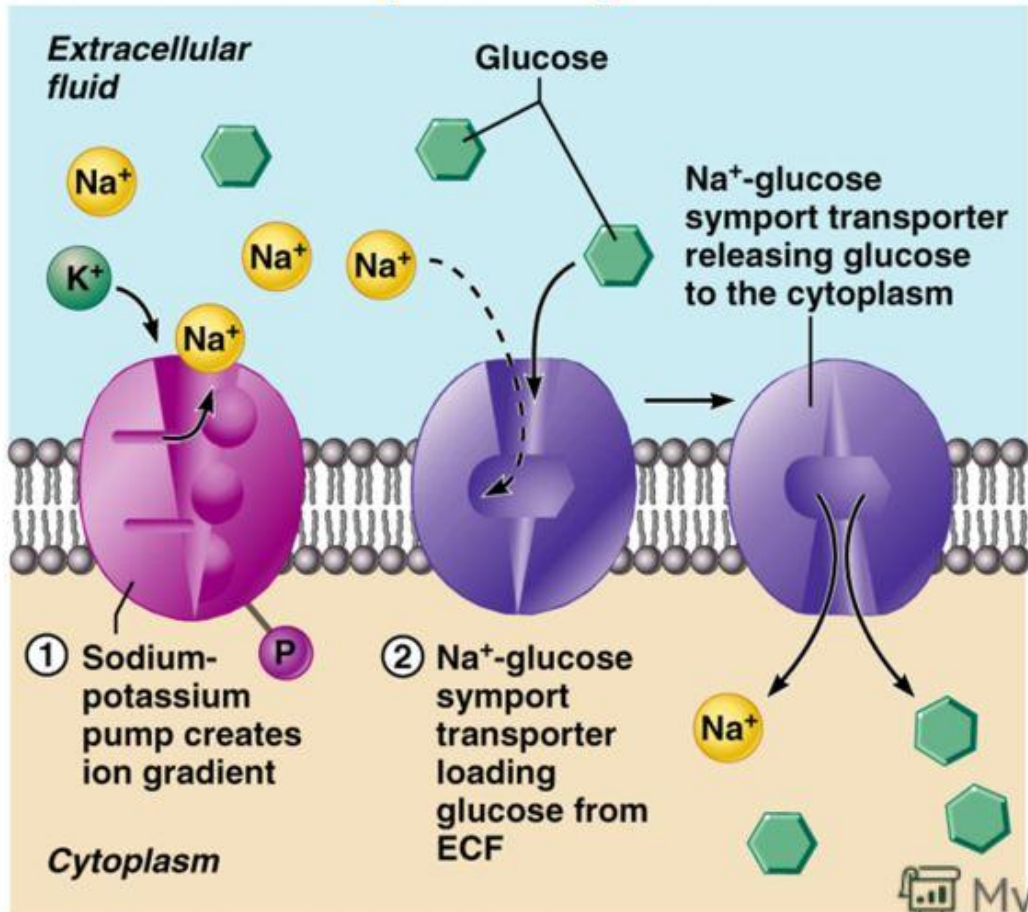
- *Симпорт* також використовує потік інших іонів або молекул уздовж електрохімічного градієнту для перенесення іншої молекули проти, але дві молекули рухаються у одному напрямку.



# Схема вторинного активного транспорту (симпорт глюкози і $\text{Na}^+$ )



## Типы активного транспорта

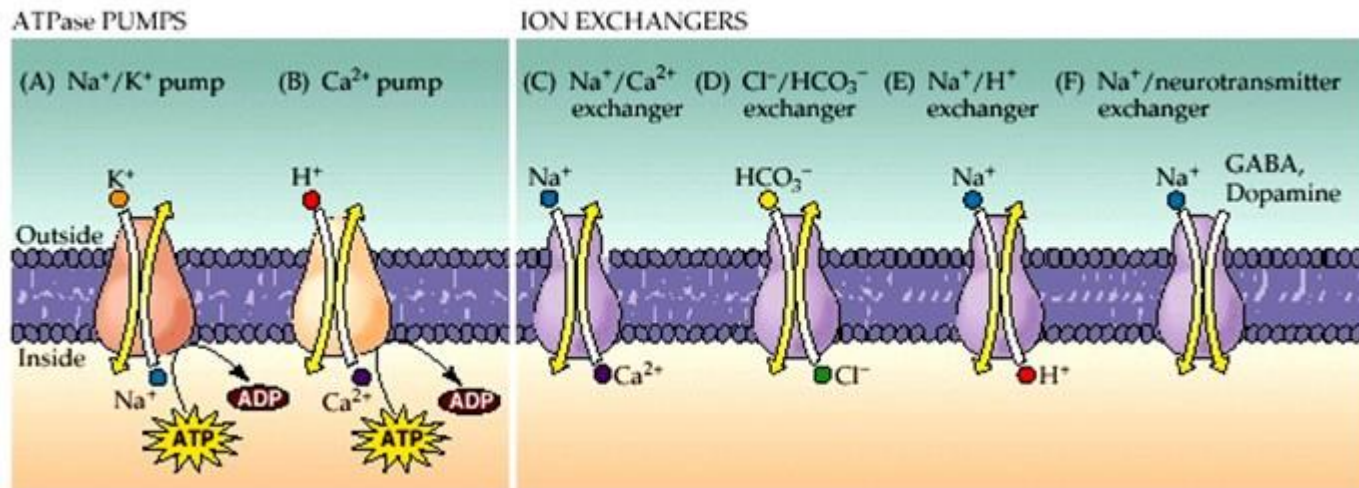


MyShared

## Активний транспорт – енергозалежний трансмембранний перенос проти електрохімічного градієнту.

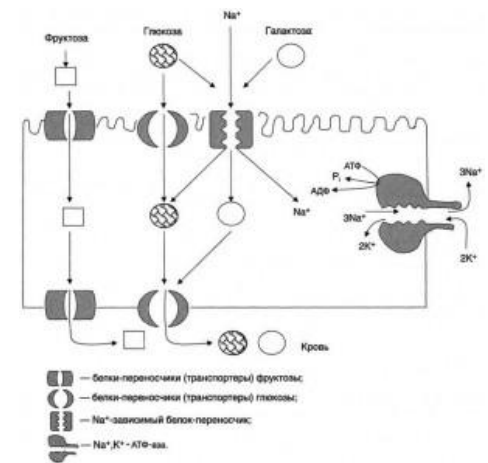
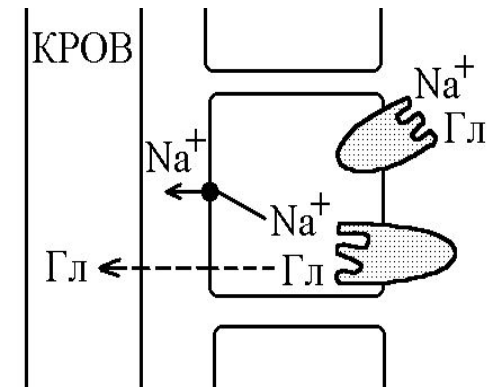
*Первинний активний транспорт:* енергія – ферментативний гідроліз макроергічних зв'язків АТФ (насоси=АТФази).

*Вторинний активний транспорт:* Перенос речовини через мембрану здійснюється за рахунок енергії градієнта концентрації іонів, створеного на мембрані механізмом первинного активного транспорту. Цей градієнт використовується для переносу інших речовин за допомогою білків-переносників.

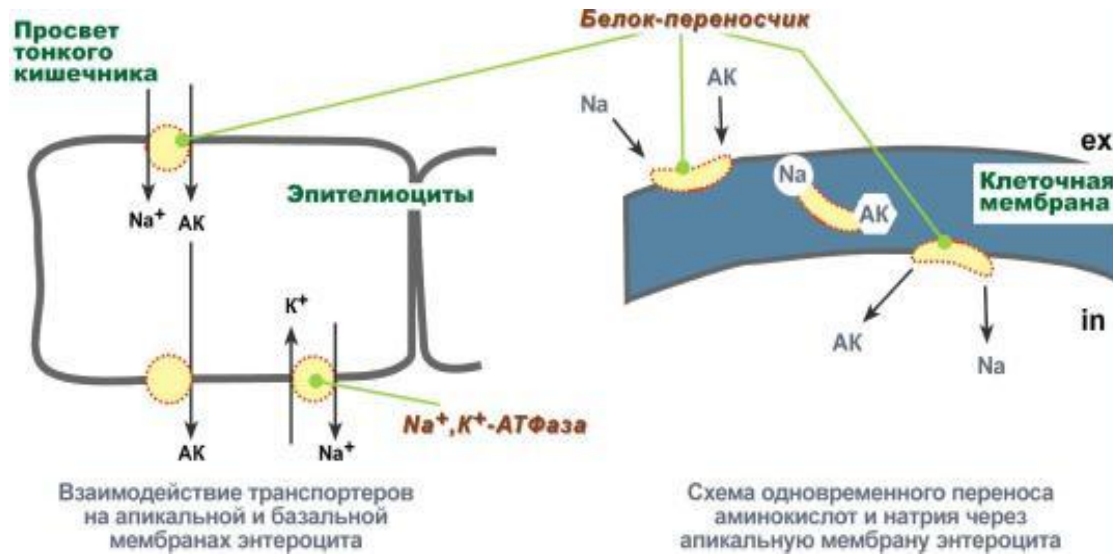




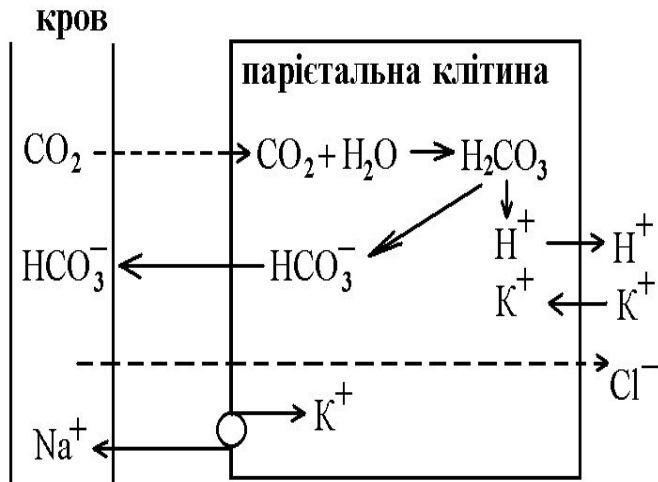
Вуглеводи всмоктуються тільки у вигляді моноцукрів, переважно за механізмом вторинного активного транспорту в комплексі з йонами Na. Na- насос з затратами енергії АТФ створює градієнт концентрації йонів Na. На апікальній мембрані є білки-переносники, які мають 2 активних центри. Один для зв'язування йонів Na, другий – для зв'язування моноцукрів (наприклад, глюкози). Комплекс білок-переносник – йон Na – глюкоза, рухається до внутрішньої поверхні мембрани клітини, цей рух викликає градієнт концентрації йонів Na в клітині та в порожнині кишки (цей градієнт створюється за допомогою Na-го насоса про дію якого було згадано вище). На внутрішній поверхні мембран клітин комплекс розпадається і в цитоплазму надходять йони Na та глюкоза. Далі йони Na видаляються із клітини Na-насосом, а глюкоза переходить в кров пасивно за механізмом дифузії. Білок-переносник стає вільним і цикл повторюється знову.



# Транспорт амінокислот в епітеліацитах



# Механізм секреції НСІ



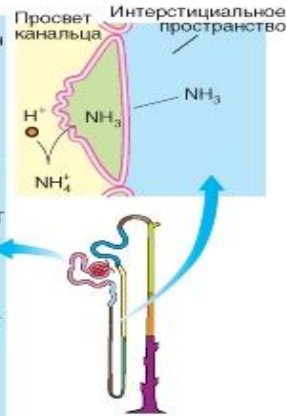
Соляна кислота секретується парієтальними клітинами залоз шлунка, в яких дуже активний фермент карбоангідраза (КА), який каталізує утворення вугільної кислоти  $\text{H}_2\text{CO}_3$  із води та вуглекислого газу ( $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ ), яка далі розщеплюється на йони водню та гідрокарбонату ( $\text{H}^+$  та  $\text{HCO}_3^-$ ).

Гідрокарбонат через базолатеральні мембрани парієтальних клітин поступає в кров, де він входить до складу буферних систем крові, а замість нього з крові в клітину надходять йони  $\text{Cl}^-$  (по градієнту концентрації). Йони  $\text{H}^+$  через апікальну мембрану цих же клітин, в якій знаходиться  $\text{H}^+/\text{K}^+$ -насос (АТФ-залежний процес), виходить в порожнину залози і далі в шлунок, а замість нього в клітину надходить  $\text{K}^+$ . Шляхом активного транспорту через апікальну мембрану парієтальних клітин в порожнину шлунка виводяться йони  $\text{Cl}^-$ , які надійшли з крові. Внаслідок всіх цих процесів в порожнину шлунка надходять йони  $\text{H}^+$  та  $\text{Cl}^-$ , які і утворюють соляну кислоту.

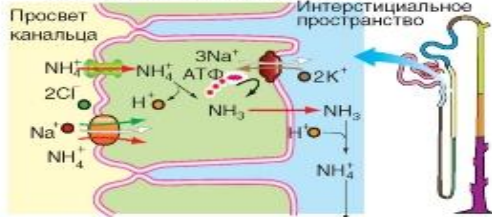
**А. Начальный отдел проксимального канальца**



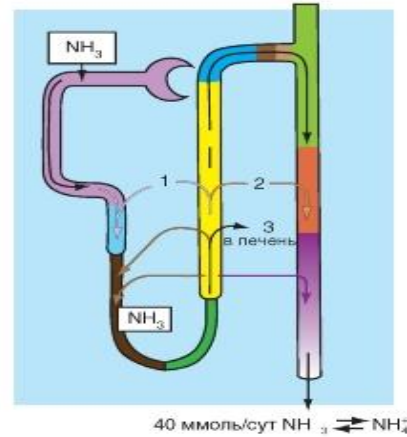
**Г. Нисходящий сегмент**



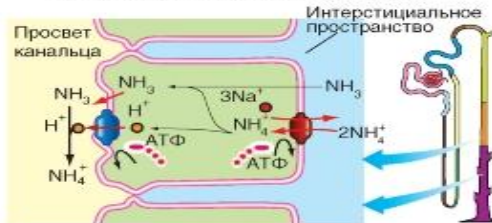
**Б. Дистальный прямой каналец**



**Д. Судьба NH4+ в мозговом слое**



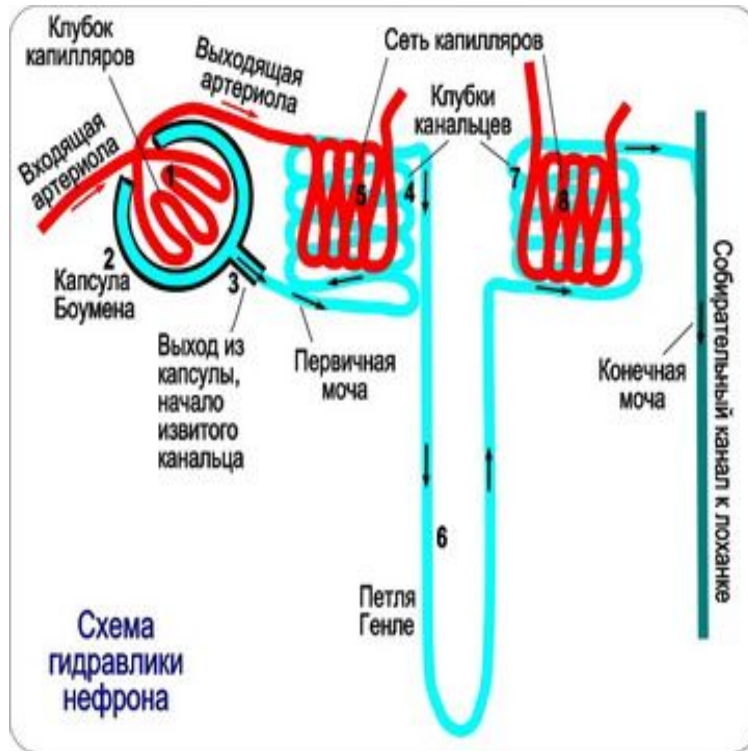
**В. Мозговой собирательный проток**



# Утворення сечі в нирках (А), апарат для гемодіалізу (Б)

А

Б



# Активний транспорт шляхом ендоцитозу і екзоцитозу

