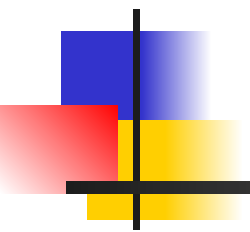


Лекція 6

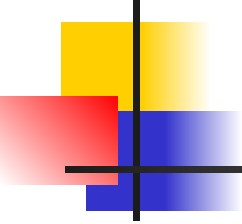


**Електродні процеси,
їх біологічна роль та
застосування в медицині**



План лекції

- Роль електрохімічних явищ в медицині.
- Електродні потенціали. Електроди .
- Окисно-відновні реакції.
- Прогнозування напрямку окисно-відновних процесів за величиною потенціалу.
- Потенціометрія.
- Біопотенціали.



Електропровідність – це здатність речовини проводити електричний струм.

Електропровідність L – це величина
обернена опору провідника струму:

$$L = \frac{1}{R}$$

де R – опір провідника.

Розмірність $1 \text{ Ом}^{-1} = 1 \text{ см}$ (сименс)

Провідники струму:



- **Провідники 1 роду** – проводять електричний струм за рахунок **електронів** і при цьому не змінюються (метали, карбіди і нітриди металів, графіт, йод, деякі оксиди).
- **Провідники 2 роду** – проводять електричний струму за рахунок руху заряджених **йонів**. Це розчини кислот, основ, солей, які називають *електролітами*.

Швидкість руху в них менша, бо відбувається розклад провідників за рахунок проходження хімічних реакцій.

Питома електропровідність

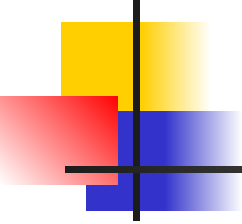


(χ)

–електропровідність 1 м³ розчину електроліту, розміщеного між двома електродами, що мають площу 1 м² і віддалені один від одного на 1 м.

$$\chi = \frac{1}{\rho}, \text{ см}^* \text{ м}^{-1}$$

де ρ – питомий опір.



В реальних умовах вимірюють опір, який залежить від довжини провідника (l) і площі його поперечного перерізу (S):

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

або при постійних значення ρ і S :

$$\mathbf{R = K/\chi ,}$$

де K – константа електродної посудини



Питома електропровідність залежить

- від концентрації електроліту і від сили електроліту (досягає певного максимального значення а при збільшенні концентрації зменшується)
- від температури (підвищення температури приводить до зростання електропровідності).

Молярна еквівалентна

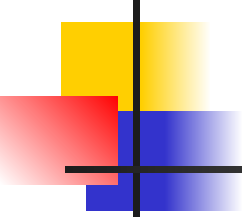
електропровідність (λ_c) -

це електропровідність 1 моля розчиненого електроліту розміщеного між електродами розміщенні на віддалі 1 м.

$$\lambda_c = \chi / C$$

якщо χ в см/м, а C – концентрація моль/м³,

то $\lambda_c = \chi / C \bullet 1000$, см • моль⁻¹ • м²



Молярна електропровідність досягає **максимуму** коли **всі молекули розпадуться на йони**.

При такому розведенні, яке називають **граничним**, електропровідність залежить тільки від природи електролітів.

Закон Кольрауша - гранична електропровідність (λ_{∞}) складається із незалежних одна від одної рухливостей катіонів і аніонів:

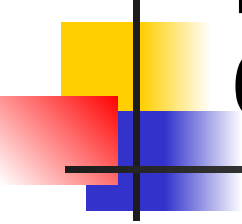
$$\lambda_{\infty} = \lambda^{+} + \lambda^{-}$$

- 
- Відповідно, **ступінь дисоціації** буде мати вигляд:

$$\alpha = \frac{\lambda_c}{\lambda_\infty}$$

Тоді, **константа дисоціації**:

$$K = \frac{\alpha^2 C}{1 - \alpha} = \frac{\left(\frac{\lambda_c}{\lambda_\infty}\right)^2 * C}{1 - \frac{\lambda_c}{\lambda_\infty}} = \frac{\lambda_c^2 * C}{\lambda_\infty (\lambda_\infty - \lambda_c)}$$



Електропровідність різних тканин і біологічних рідин неоднакова.

Високу електропровідність має спинно-мозкова рідина, лімфи, кров.

Нижча електропровідність легенів, серця, печінки.

Дуже низька у жирової і кісткової тканини.

За визначенням питомої електропровідності **сечі** та **крові** можна визначити наявність різних хворіб та патологій.

Електрохімічна реакція – це

різновид окисно-відновної реакції, особливість якої у взаємному переході хімічної енергії в електричну і навпаки.

Ці перетворення відбуваються в електрохімічних системах, які в залежності від напрямку переходу форм енергії ділять на 2 типи:

- 1) електрична енергія переходить в хімічну (під дією електричного струму проходять хімічні реакції) – процеси електролізу;
- 2) хімічна енергія переходить в електричну (в результаті протікння хімічних реакцій виникає струм) – гальванічні елементи, акумулятори.

Окисно-відновні процеси – це процеси, що супроводжуються зміною ступеня окиснення атомів.

Відновники – речовини, які в процесі реакції віддають електрони. **Окисники** – приймають електрони.

В організмі людини розрізняють 3 типи окисно-відновних реакцій:

- за участі атомів кисню, що супроводжуються утворенням нових зв'язків кисню з атомами карбону:

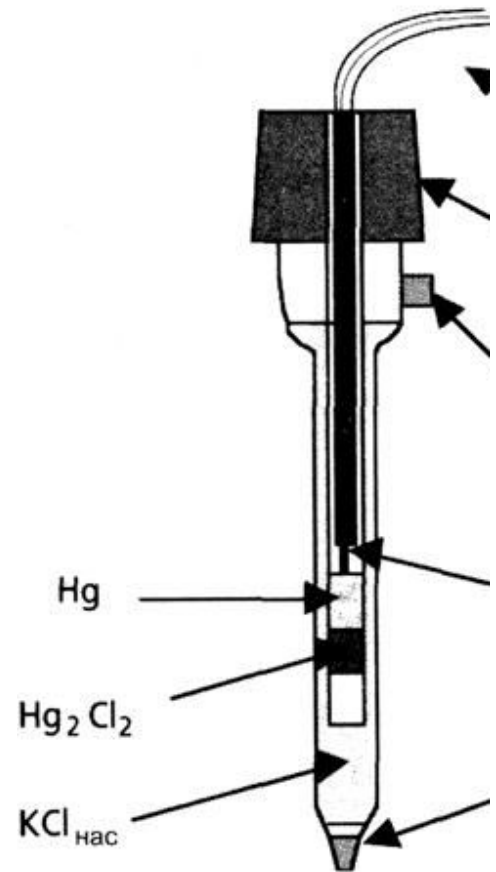


- перенос електронів без участі кисню і водню при процесах дихання в ділянці цитохромів:



Електрохімічна система складається з 2 частин: **електроду** та **електроліту**.

Електрод – це двофазний прилад, в якому одною фазою є метал бо напівпровідник, іншою – розчин бо розплав електроліту.



- Якщо пластинку металу (нап. Zn), занурити у воду, то **йони** металу (нап. Zn), занурити у воду, то **йони** металу (нап. Zn), занурити у воду, то йони **цинку**, під дією полярних молекул води **гідратуються** - деяка їх кількість, відірветься від металу і перейде у воду, а на металі залишиться еквівалентна кількість електронів:



- Між **катионами металу**, що перейшли у воду, і **негативно** зарядженою **пластинкою** виникає електростатичне притягання, яке зумовлює зворотній процес — перехід йонів металу на

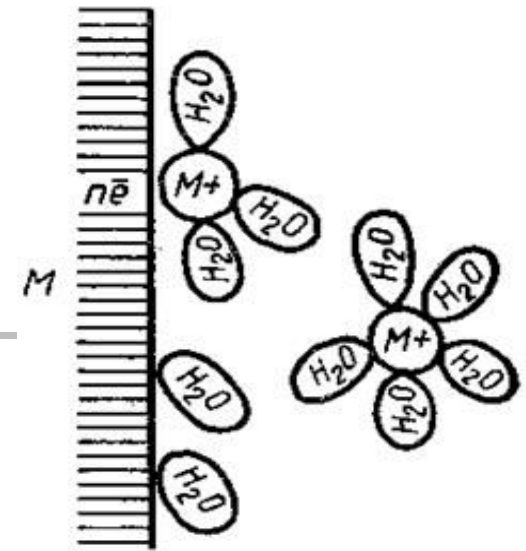
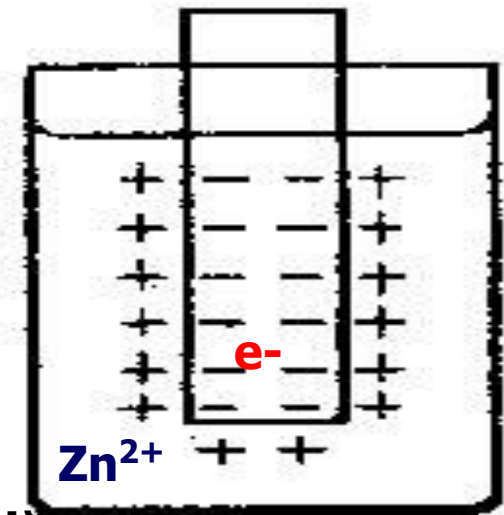


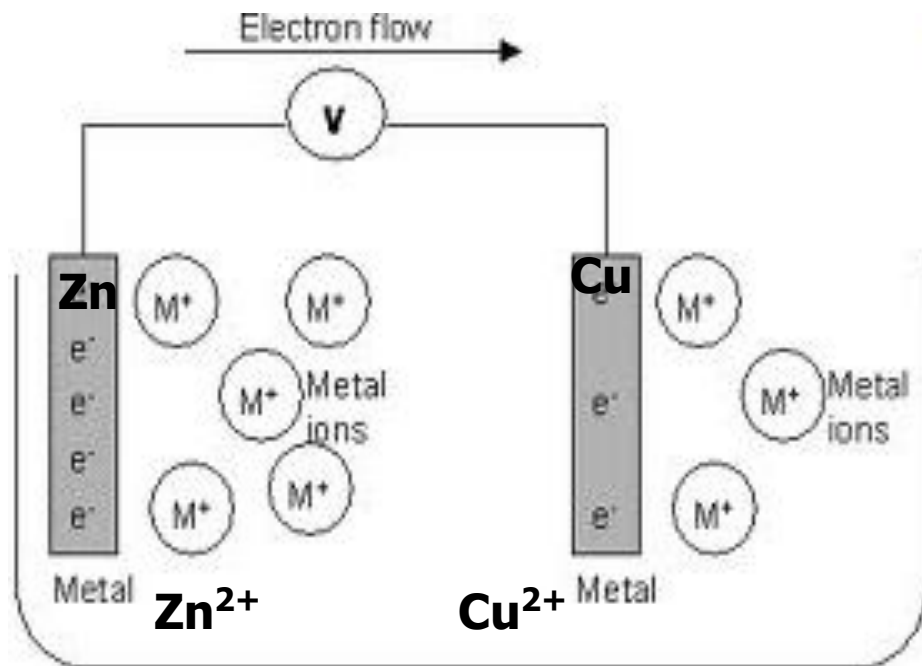
Схема утворення подвійного електричного шару



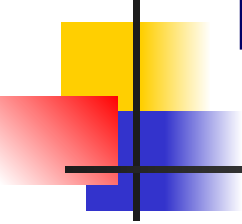
подвійний електричний шар

Абсолютні значення окисно-відновних потенціалів виміряти неможливо, тому порівнюють різні окисно-відновні пари із стандартною парою (стандартним електродом).

Таке вимірювання проводять за допомогою приладу – гальванометру.



На величину електродного потенціалу впливають:

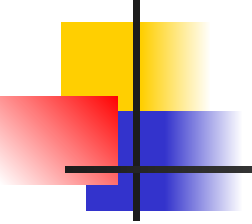


- температура;
- концентрація;
- активність металу;
- активність йонів металу;
- середовище розчину.

- **рівняння Нернста-Петерса:** виражає кількісну залежність між величиною потенціалу, співвідношенням окисленої і відновленої форми і температурою:

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[\text{окисл.}]}{[\text{відновл.}]}$$

- де E - окислювально відновний потенціал даної пар;
 E^0 – нормальний (стандартний потенціал виміряний за $T=25^{\circ}\text{C}$ і $p=1\text{атм.}$, а $c=1\text{моль/л}$);
 $[\text{окисл.}]$ – концентрація окисленої форми в моль/л;
 $[\text{відновл.}]$ – концентрація відновленої форми в моль/л;
 R – газова стала, $8,314\text{ кДж/моль}$;
 T – абсолютна температура, K ;
 n – число електронів прийнятих (або відданих).



Якщо підставити в це рівняння числові значення константи і від натуральних логарифмів перейти до десяткових, то для температури 25⁰С одержимо:

$$E = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[\text{окисл.}]}{[\text{відновл.}]}$$

- якщо [окисл.] = [відновл.], то = 0 і $E = E^0$

Електрооди діляться на

- Електрооди I роду - це металеві пластинки занурені в розчин власних йонів. Схематично записують:



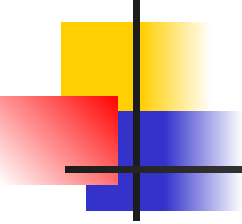
- Електрооди II роду - складаються із металу покритого його важкорозчинною сполукою (сіллю, оксидом, гідроксидом) і зануреного в розчин добре розчиненої сполуки з тим же аніоном. Схематично зображають так:



Стандартний (нормальний) водневий електрод

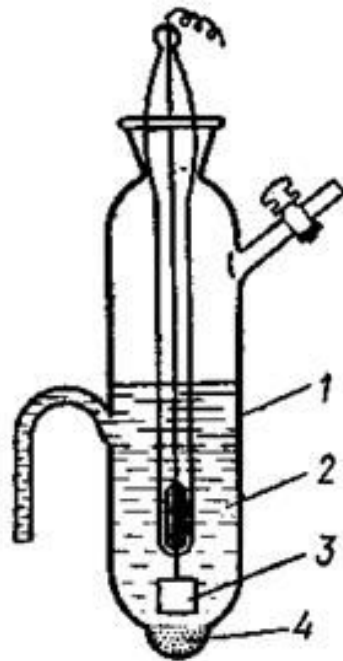
являє собою платинову пластинку, покриту платиною, занурену в розчин кислоти активність іонів H^+ у якому дорівнює моль/л. Через розчин пропускають водень під тиском 101325 Па (1 ат.).



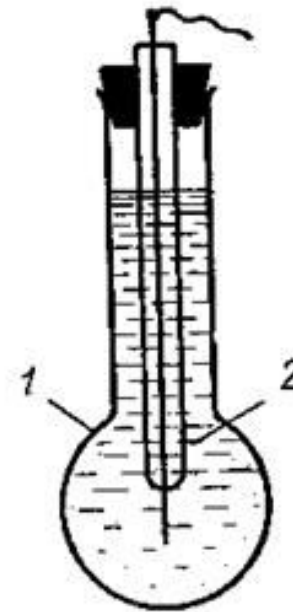


Електрод, потенціал якого визначають, називають **електродом визначення.** Інший електрод з відомим значенням електродного потенціалу називають **електродом порівняння.**

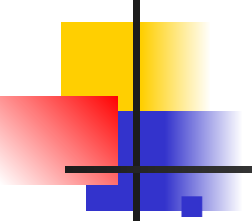
Найбільш широко застосування мають хлор срібний і каломельний електроди.



Хингидронный электрод:
1 - стеклянный сосуд;
2 - исследуемый раствор;
3 - платиновый электрод;
4 - хингидрон



Стеклянный электрод:
1 - тонкостенный стеклянный
шарик;
2 - раствор с известным значением
рН

- 
- **Потенціал спокою – 75 мВ** Цей потенціал виміряний у стані фізіологічного спокою клітини.

Якщо нервову тканину збуджувати електрично, хімічно чи механічно, клітинна мембранна стає більш прониклою для йонів Na^+ , що приводить до зміни мембранного потенціалу, який становить 50 мВ.

- **Отже, між мембранний потенціал змінюється від -75 до $+50$ мВ. Таке раптове підвищення чи падіння мембранного потенціалу називають **потенціалом дії**.**

Изобретение відноситься до мед
реєстрації біоелектричних сигнала.



рема до
пії.

