

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

О. Ф. Рильський, Н. І. Костюченко

ФІЗИКА БІОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ

**Методичні рекомендації до лабораторних занять
для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності «Біологія»
освітньо-професійної програми «Біологія»**

Затверджено
Вченою радою ЗНУ
Протокол № від 2023 р.

Запоріжжя

2023

УДК 577.3:574(076.5)
Р 509

Рильський О. Ф., Костюченко Н. І. Фізика біологічних систем : методичні рекомендації до лабораторних занять для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності «Біологія» освітньо-професійної програми «Біологія». Запоріжжя : національний університет, 2023. 56 с.

Методичні рекомендації містять завдання до лабораторних робіт, які охоплюють основні розділи робочої програми навчальної дисципліни з фізики біологічних систем, необхідні для початкового розгляду фізичних процесів та механізмів, що складають основу життєдіяльності живих організмів; застосування сучасних фізичних методів та приладів у дослідженні зазначених процесів. Коротко описана методика визначення в'язкості біологічних рідин, електропровідності та проникності живих тканин, біоелектричних процесів, механізми фотобіологічних процесів. Кожна лабораторна робота містить теоретичні відомості, питання для актуалізації знань, коротку інструкцію, питання для самоконтролю, які включають як теоретичну, так і практичну частини роботи. Окремо наведені тестові завдання для поточного контролю знань здобувачів освіти за розділами курсу «Фізика біологічних систем».

Видання розраховане на здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності «Біологія» освітньо-професійної програми «Біологія» денної і заочної форми здобуття освіти та вчителів-біологів загальноосвітніх шкіл.

Рецензент

О.М. Войтович, кандидат біол. наук, доцент, доцент кафедри генетики та рослинних ресурсів

Відповідальний за випуск

О.Ф. Рильський, доктор біол. наук, проф., завідувач кафедри загальної та прикладної екології і зоології

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
Лабораторна робота № 1. В'язкість біологічних розчинів	6
Лабораторна робота № 2. Визначення ОВП води і біологічних рідин.....	10
Лабораторна робота № 3. Вплив аероіонів на бактеріальні клітини.....	16
Лабораторна робота № 4. Вивчення проникності тканин	19
Лабораторна робота № 5. Вивчення електропровідності біологічних розчинів	23
Лабораторна робота № 6. Дослідження опору тіла людини електричному струму	27
Лабораторна робота № 7. Вивчення фотодинамічного гемолізу еритроцитів	29
Лабораторна робота № 8. Дія ультрафіолетового випромінювання на бактеріальні клітини	34
Лабораторна робота № 9. Визначення проникності еритроцитів для іонів калію методом полум'яної фотометрії	36
ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ.....	40
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	55

ВСТУП

Біофізика – це самостійна наука, яка має свій предмет і методи дослідження, власну теоретичну концептуальну базу та області програми. Зараз викладання біофізики в університетах здійснюється на основі біологічної або фізичної освіти.

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Фізика біологічних систем» є явища живої природи, які відбуваються на всіх рівнях її організації, починаючи від молекулярного та клітинного рівня і закінчуючи біосферою в цілому, а також сучасні інформаційні технології, які використовуються при моделюванні медико-біологічних систем; біоелектричні процеси, які виникають під час функціонування клітин та біологічних систем в цілому.

Провідною ідеєю практичної підготовки здобувачів освіти є демонстрація міждисциплінарних зв'язків фізичних, хімічних і біологічних знань стосовно живого організму. Основним елементом структури знань предмета є теорія кінетики біологічних процесів, термодинамічних процесів, теорія впливу електромагнітного випромінювання на живий організм, теорія фотобіологічних процесів.

Метою вивчення навчальної дисципліни «Фізика біологічних систем» є: формування здобувачами освіти біофізичного мислення та базових знань, необхідних для сприйняття й розуміння біофізичних процесів, що відбуваються в біологічних системах; вироблення компетентностей використовувати фізичні поняття, закони, концепції, вчення й теорії для пояснення біологічних процесів, що відбуваються на молекулярному, мембранному, клітинному рівнях; здатність пояснювати єдність і принципові відмінності функціонування закритих і відкритих систем; здатність кількісного опису складних біологічних явищ на основі точних експериментів.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Фізика біологічних систем» є: опанувати на практиці методикою біофізичних досліджень; набути вмінь користуватися лабораторним обладнанням для дослідження біофізичних процесів у живих організмах; набути навички обирати і застосовувати методи вимірювання параметрів біофізичних процесів у живих організмах та обґрунтовувати отримані результати.

Курс базується на результатах наукових досліджень, отриманих в області цитології, генетики, молекулярної біології з використанням фізичних методів дослідження, тому він є основою для розуміння базових закономірностей поведінки біологічних систем.

Методичні рекомендації включають 9 лабораторних робіт, зміст яких викладено за схемою: назва теми лабораторної роботи; мета лабораторної роботи; необхідні матеріали, реактиви й обладнання; питання для актуалізації знань; інструкція для виконання; питання для самоконтролю та література (рекомендована та використана).

В умовах дистанційного навчання проведення лабораторних робіт безпосередньо в лабораторії неможливо, а тому, для забезпечення якісного

засвоєння знань, вмінь та навичок використовуються альтернативні підходи виконання робіт.

Це охоплює перегляд відеороликів виконання лабораторних робіт, як знятих самостійно в умовах лабораторій біологічного факультету ЗНУ, так і розміщених на різних доступних онлайн-сервісах (наприклад, YouTube). Переглядаючи відео виконання лабораторної роботи, студенти можуть набути досвіду спостереження за явищами і процесами; засвоїти знання про властивості досліджуваного об'єкта; сформувати вміння виконувати вимірювання, налаштовувати і керувати лабораторним обладнанням; робити розрахунки характеристик і параметрів дослідного зразка.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач освіти повинен **знати:**

- основні галузі застосування біофізичних досягнень;
- та історичні етапи розвитку біологічної науки, які стали основою біофізики;
- загальні принципи використання біологічних розчинів;
- особливості механізмів трансформації різних видів енергії в живих системах;
- принципи теорії проникності, особливості протікання явищ дифузії, теплопровідності, електропровідності в мембранній структурі;

вміти:

- користуватися схемами біофізичних процесів на практиці;
- визначати електропровідність біологічних рідин, в'язкість біологічних рідин;
- визначати окисно-відновний потенціал і рН води та складних біологічних рідин;
- орієнтуватися у впливах фізико-хімічних факторів (УФ-, γ - та х-випромінювання) на біологічні об'єкти;
- обирати і застосовувати методи вимірювання параметрів біофізичних процесів у живих організмах та обґрунтовувати отримані результати.

Згідно з вимогами освітньо-кваліфікаційної програми здобувачі освіти повинні досягти таких компетентностей: здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; здатність до використання інформаційних технологій; здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу; здатність застосовувати знання та вміння з математики, фізики, хімії та інших суміжних наук для вирішення завдань сучасної біології; здатність використовувати знання й практичні навички в галузі біологічних наук та на межі предметних галузей для дослідження рівнів організації живих організмів, біологічних явищ і процесів.

Дані методичні рекомендації складені відповідно до робочої програми навчальної дисципліни «Фізика біологічних систем» та призначені для проведення лабораторних робіт для здобувачів освіти зі спеціальності «Біологія» і можуть бути використані під час виконання науково-дослідної роботи.

Лабораторна робота № 1

В'ЯЗКІСТЬ БІОЛОГІЧНИХ РОЗЧИНІВ

Мета роботи: ознайомитись з методами віскозиметрії; визначити в'язкість біологічних розчинів за допомогою капілярного віскозиметра, встановити залежність в'язкості досліджуваних розчинів від концентрації речовин і температури.

Матеріали, реактиви, обладнання: віскозиметр скляний капілярний типу ВПЖ-2, гумова груша, скляні колби, мірні склянки, фільтрувальний папір, дистильована вода, фізіологічний розчин, спирт, розчини сахарози 10 %, 20 %, 40 %.

Питання для актуалізації знань

1. Що називається в'язкістю рідини? Яка одиниця її вимірювання?
2. Чим пояснюється виникнення градієнта швидкості між шарами рідини при її плинні в трубці?
3. Від яких фізичних факторів залежить коефіцієнт в'язкості рідини?
4. Поясніть відмінність між ньютонівськими і неньютонівськими рідинами.
5. Які гідродинамічні характеристики крові ви знаєте? Які з них використовують як діагностичний тест?



Теоретичні відомості

Гідродинамічні методи (вимірювання дифузії, седиментації, в'язкості) відіграють значну роль у вивченні властивостей біологічних рідин та макромолекул. Основною реологічною характеристикою рідини і газів є в'язкість, або внутрішнє тертя. Методи вимірювання в'язкості називають **віскозиметрією**.

Під в'язкістю рідини ми будемо мати на увазі опір переміщення одного шару рідини відносно іншого. Безпосередньо причиною цього опору є міжмолекулярні сили (такі, як сили Ван-дер-Ваальса).

Всі рідини поділяються на *ньютонівські* та *неньютонівські*.

Ньютонівською називають рідину, швидкість протікання якої прямо пропорційна силі, що прикладається. До таких рідин відносяться: індивідуальні рідини (вода, спирт та ін.), істинні розчини високомолекулярних сполук (білки, нуклеїнові кислоти, полісахариди та ін.), розчини-колоїди, в яких частинки мають сферичну форму. У цілому в'язкість ньютонівських рідин не залежить від швидкості протікання. Рух таких рідин описується **законом Ньютона**:

$$F = \eta S \, du/dx, \quad (1)$$

де: η – коефіцієнт в'язкості, який має розмірність $[\eta] = \text{маса/довжина} \cdot \text{час}$;

S – площа шару взаємодії;

du/dx – градієнт швидкості.

Формулу (1) неможливо застосовувати для практичних розрахунків через складність експериментального визначення її складових, тому в практичних

розрахунках користуються **формулою Пуазейля**:

$$\eta = \frac{\pi r^4 \Delta P}{8 l V}, \quad (2)$$

де: r – радіус капіляра,

l – довжина капіляра,

V – об'єм рідини;

ΔP – напруга зміщення – сила, віднесена до одиниці поверхні.

Неньютонівські рідини характеризуються тим, що швидкість протікання не пропорційна силі, що прикладається, і в'язкість залежить від швидкості. До таких рідин відносяться системи, які мають внутрішню структуру, так, наприклад, колоїди, які мають внутрішню структуру, або колоїди, що мають частинки паличкоподібної та ниткоподібної форми, концентровані розчини високомолекулярних сполук.

В'язкість рідин повністю визначається коефіцієнтом η . У практиці замість η користуються $\eta_{\text{відн}}$.

$$\eta_{\text{відн}} = \eta / \eta_0, \quad (3)$$

де: η_0 – коефіцієнт в'язкості деякої еталонної рідини.

Наприклад такою еталонною речовиною при дослідженні в'язкості біологічних мембран є олія оливи. **Питома в'язкість** називають відношення:

$$\eta_{\text{пит.}} = \eta - \eta_0 / \eta_0 = \eta_{\text{відн}} - 1 \quad (4)$$

а саме $\eta_{\text{відн}}$ та $\eta_{\text{пит.}}$ найчастіше фігурують у формулах, які характеризують в'язкі властивості рідин. В'язкість (η) залежить від концентрації речовини, тому більш інформативною є характеристична в'язкість:

$$[\eta] = \lim_{C \rightarrow 0} \eta_{\text{пит.}} / C \quad (5)$$

де: η – залежить від форми часточок:

для сферичних

$$\eta_{\text{відн}} = 1 + 0,5Q / (1-Q)^2 \approx 1 + 2,5Q \quad (6)$$

для асиметричних

$$\eta_{\text{відн}} = 1 + 0,5Q / (1-Q)^4 \approx 1 + 4,5Q, \quad (7)$$

де: Q – об'ємна доля розчиненої речовини :

$$Q = n V_M / V, \quad (8)$$

де: n – число молекул; V_M – об'єм однієї молекули; V – об'єм розчину.

Нарешті, в'язкість розчину залежить від *температури* ($\eta = A * e$), а також *тиску*, *заряду*. Таким чином $\eta = \eta(C, Q, T, P)$.

Значення методу віскозиметрії

Метод віскозиметрії знаходить широке застосування в медицині для діагностики. Патологічні процеси змінюють в'язкість крові, лімфи, цитоплазми клітин.

Використовуючи метод віскозиметрії в молекулярній біології, можна оцінити форму та масу молекул, а також співвідношення між окремими реагентами при протіканні реакцій. Наприклад, при розщепленні ДНК нуклеазами її маса зменшується і внаслідок цього зменшується в'язкість розчину.

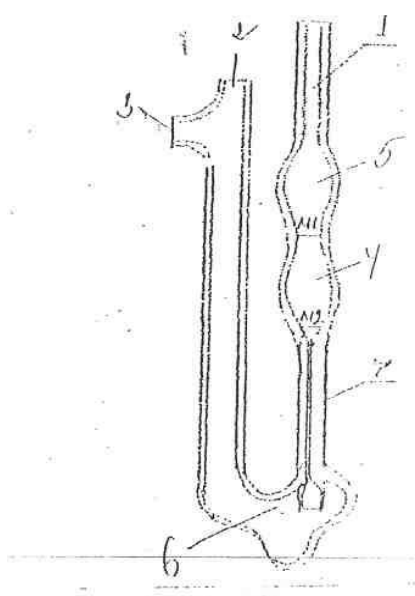
ІНСТРУКЦІЯ

Віскозиметр скляний капілярний типу ВПЖ-2 (рис. 1.1) являє собою U-подібну трубку, у коліно (1) якої впаяно капіляр (7). Вимірювання в'язкості за допомогою капілярного віскозиметра базується на визначенні часу протікання через капіляр певного об'єму рідини з вимірювального резервуара.

Завдання 1. Підготувати віскозиметр до роботи

Перед визначенням в'язкості віскозиметр повинен бути ретельно вимитий та висушений віскозиметр промивають хромовою сумішшю, спиртом або ацетоном. Після цього промивають дистильованою водою та висушують.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ



1. Для вимірювання часу протікання рідини через капіляр, рідину заливають у резервуар (6) віскозиметра через коліно (2).
2. За допомогою гумової груші рідину набирають у капіляр (1) до 1/3 розширення (5).
3. Сполучають коліно (1) з атмосферою та визначають час опускання меніска рідини від відмітки M1 до відмітки M2.

Після закінчення роботи віскозиметр ретельно промивають дистильованою водою і висушують.

Рисунок 1.1 – Віскозиметр скляний капілярний типу ВПЖ-2

Завдання 2. Визначити відносну та питому в'язкості фізіологічного розчину, спирту та сахарози різних концентрацій.

У якості контролю взяти дистильовану воду, для якої за допомогою віскозиметра ВЖ-2 визначити час витікання t_0 при 22°C . Потім визначити t для фізіологічного розчину, спирту, сахарози. Розрахунки провести за формулами:

$$\eta_{\text{відн.}} = \eta / \eta_0 = t / t_0 \text{ та } \eta_{\text{пит.}} = (\eta - \eta_0) / \eta_0 = (t - t_0) / t_0$$

Отримані дані занести до таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Рідина	Швидкість протікання рідини, t , сек	$\eta_{\text{відн.}} = t / t_0$	$\eta_{\text{пит.}} = (t - t_0) / t_0$	$[\eta] = \eta_{\text{пит.}} / C$
1.				
2.				
3.				
4. ...				

Завдання 3. Визначити характеристичну в'язкість розчинів сахарози.

Визначити відносну та удільну в'язкість розчинів сахарози таких концентрацій: 20 %, 40 %. Для кожної концентрації зробити не менше 3-х вимірювань. У якості контролю взяти дистильовану воду. За даними *табл. 1.1* побудувати графік залежності приведеної в'язкості від концентрації та визначити характеристичну в'язкість.

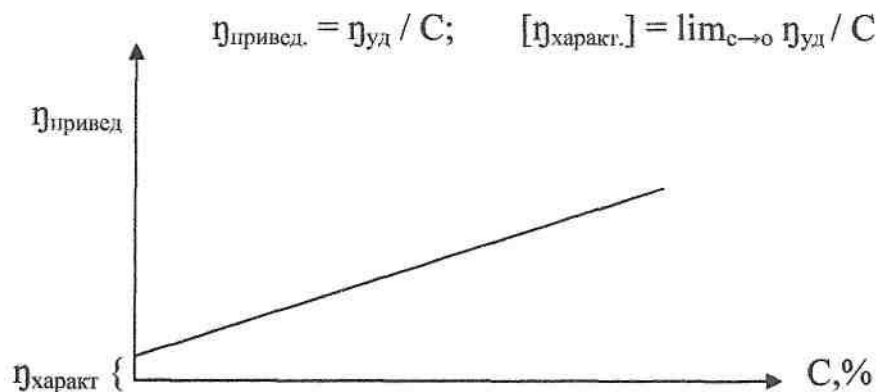


Рисунок 1.2 – Графік залежності приведеної в'язкості від концентрації

Завдання 3. Визначити вплив температури на в'язкість розчинів сахарози.

Для цього визначити питому в'язкість (як у завданні 1) для 20 % сахарози при таких фіксованих температурах: 22°C, 37°C, 62°C. У якості контролю взяти дистильовану воду при тих самих температурах. Отримані дані занести до таблиці 1.2

Таблиця 1.2

Рідина	Температура, Т°С	Швидкість протікання рідини, t, сек	$\eta_{\text{відн}} = t / t_0$	$\eta_{\text{пит.}} = (t-t_0)/t_0$
1. Дистильована вода	22		-	-
	37		-	-
	62		-	-
2. Сахароза 20 %	22			
	37			
	62			

За даними розрахунків побудувати графік залежності питомої в'язкості сахарози 20 % від температури.

? питання для самоконтролю

1. У чому суть методу віскозиметрії і яке його значення?
2. Як визначається коефіцієнт в'язкості?
3. Які розчини належать до ньютонівських і неньютонівських рідин?
4. Сформулюйте закон Ньютона.
5. Наведіть формулу Пуазейля.
6. Від яких параметрів залежить в'язкість рідини?
7. Як розраховуються відносна і питома в'язкість рідини?
8. Що означає та чим обумовлена характеристична в'язкість?
9. Яка залежність в'язкості від концентрації рідини та температури?

Лабораторна робота № 2

ВИЗНАЧЕННЯ ОВП ВОДИ І БІОЛОГІЧНИХ РІДИН

Мета роботи: визначити ОВП та рН води, обробленої діафрагменним електролізом; порівняти отримані дані з показниками Дніпровської води, водопровідної води та біологічними рідинами.

Матеріали, реактиви, обладнання: скляні стакани, фільтрувальний папір, дистильована вода, водопровідна вода, Дніпровська вода, біологічні рідини; pH/mV/Temp Meter MP-103, електроактиватор води АП-1.

Питання для актуалізації знань:

1. Яке значення має водневий показник (pH) для протікання хімічних реакцій у клітині?
2. До яких наслідків може призвести зміна показників pH у клітинах?
3. Що означає окисно-відновний потенціал (ОВП)?
4. Які нормативи значення для питної води, показників крові?
5. Назвіть методи, які застосовують для покращення показників ОВП питної води.



Теоретичні відомості

Водневий показник (pH) – величина, що показує міру активності іонів водню (H^+) в розчині, тобто ступінь кислотності або лужності цього розчину, pH нейтрального розчину становить 7, розчини із більшим значенням водневого показника є лужними, із меншими – кислими. pH обчислюється як від’ємний десятковий логарифм активності іонів H^+ (або, точніше, для водних розчинів – іонів гідроксонію [H_3O^+]) і є безрозмірною величиною:

$$pH = -\lg [H^+]$$

Майже всі хімічні реакції, що відбуваються в живих клітинах, суттєво залежать від pH. Навіть невелика зміна кислотності може призвести до сильно виражених змін в цих процесах. Це справедливо не тільки для багатьох реакцій, в яких безпосередньо залучені іони H^+ , а й для інших, оскільки більшість біомолекул, зокрема ферменти, містять групи, здатні до іонізації. Для кожного ферменту характерне певне оптимальне значення pH, при якому найефективніше приєднується молекула субстрату і каталізується необхідне хімічне перетворення. Живі клітини підтримують pH цитоплазми, а багатоклітинні тварини також pH рідин внутрішнього середовища на сталому рівні, переважно близько 7, завдяки буферним системам. Тому всі речовини, що впливають на склад і кислотність води, мають величезний вплив на весь організм в цілому. Практично всі рідини, що знаходяться в системі організму людини, є або нейтральними, або слабо лужними. Навіть невеликий зсув в бік підвищення кислотності системи може призвести до виникнення різних захворювань. Саме тому так важливо стежити за лужністю питної води.

Окислювально-відновний потенціал (редокс-потенціал від англ. *redox* – *reduction-oxidation reaction*, або **Eh**) – міра здатності хімічної речовини приєднувати електрони (відновлюватися).

Окислювально-відновний потенціал (ОВП) води – це здатність води вступати в біохімічні реакції. Вода може бути окиснювачем, тобто сприяти

процесу старіння, і відновником, тобто перешкоджати цьому процесу. ОВП вимірюється в мілівольтах, і може мати як позитивний (окислення), так і негативний заряд (відновлення).

Внутрішнє середовище організму має свій ОВП і в нормі завжди менше нуля, тобто має негативні значення, які зазвичай знаходяться в межах від -100 до -200 мілівольт. Вода вважається питною при показнику ОВП не більш +20 мВ. При цьому ОВП сучасної питної води практично завжди більше нуля і зазвичай знаходиться в межах від +150 до +400 мВ. Це справедливо практично для всіх типів питної води: водогінної, пляшкової, очищеної за допомогою різних фільтрів, або з використанням установок зворотного осмосу. Відмінності ОВП внутрішнього середовища організму людини (-100 -150 мВ) і питної води (+150 +400 мВ) означають, що організм змушений змінювати окислювально-відновні властивості питної води. Коли звичайна питна вода проникає в тканини людського організму, вона забирає електрони від клітин, внаслідок чого біологічні структури організму зазнають окислювальної атаки. Таким чином організм зношується і старіє. Проте, ці негативні процеси можуть бути сповільнені, якщо в організм з питтям і їжею надходить вода, що володіє окислювально-відновними властивостями внутрішнього середовища людини. На сьогодні існують прилади, за допомогою яких можна змінювати фізико-хімічні властивості води в потрібний бік (наприклад, електроактиватор води АП-1).

БУДОВА І ПРИНЦИПИ РОБОТИ ЕЛЕКТРОАКТИВАТОРА АП-1

1. Електроактиватор АП-1 складається з чотирьох основних частин (рисунок 2.1):

- блоку живлення (1);
- основної ємності (2);
- керамічного стакана, що вставляється в основну ємність (3);
- верхньої кришки з електродами, що знімається (4).

2. Блок живлення (1) являє собою імпульсне джерело постійного струму з захистом від перевантаження по первинному та вторинному ланцюгах, також на блоці живлення є тримач плавкої вставки (5).

3. Основна ємність (2) виготовлена з харчової пластмаси. У процесі електролізу в ній утворюється католіт – «жива» вода.

4. Керамічний стакан (3) виконує функцію діафрагми між катодом і анодом. У ньому утворюється аноліт – «мертва» вода.

5. У нижній частині кришки (4) на основі з ізоляційного матеріалу встановлені електроди – два аноди зі спеціальним хімічно стійким покриттям (чорні) і два катоди з харчової нержавіючої сталі (світлі). Електроди в процесі експлуатації, завдяки використанню спеціальних матеріалів, не піддаються електрохімічному руйнуванню.

6. На бічній поверхні знімною верхньої кришки електроактиватора встановлений стрілковий індикатор струму електроактивації (7), а на верхній поверхні – світловий індикатор (6) наявності напруги на електродах.

7. Принцип роботи електроактиватора води АП-1 заснований на мембранному електролізі. В якості мембрани використовується конструкція у вигляді пористого керамічного стаканчика.

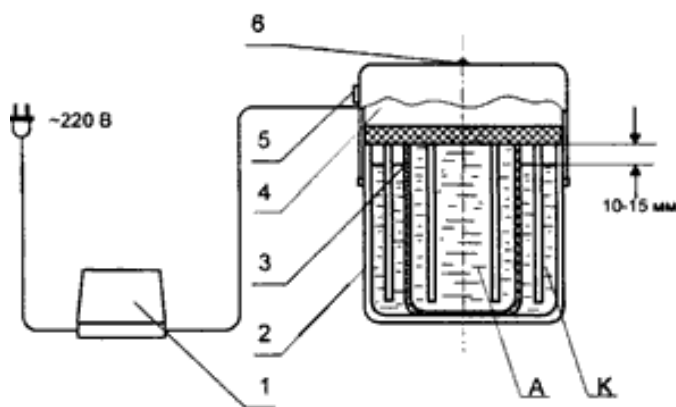


Рисунок 2.1 – Загальний вигляд електроактиватора АП-1

У результаті катодної електрохімічної обробки води, будь-яка, навіть дистильована, набуває лужної реакції внаслідок перетворення деякої частини розчинених солей в гідроксид. Її окислювально-відновний потенціал різко знижується, зменшується поверхневий натяг, знижується вміст розчинених молекул кисню, азоту, зростає концентрація водню, вільних гідроксильних груп, зменшується електропровідність, змінюється структура не тільки гідратних оболонок іонів, але і вільного об'єму води. В результаті утворення добре розчинних гідроксидів натрію і калію, і підвищення внаслідок цього рН, відбувається зрушення вуглекислотної рівноваги з утворенням важкорозчинних карбонатів кальцію і магнію. Іони важких металів і заліза практично повністю перетворюються в нерозчинні гідроксиди.

При анодній електрохімічній обробці кислотність води збільшується, ОВП зростає в наслідок утворення стійких і нестабільних кислот (сірчаної, соляної), а також пероксиду водню, пероксосульфату, кисневмісних сполук хлору. В результаті такої електрохімічної обробки збільшується електропровідність, збільшується вміст розчинених хлору, кисню, зменшується концентрація водню, азоту, змінюється структура води.

Католіт є стимулятором біологічних процесів, має підвищену розчинну і екстрагуючу здатність, має підвищену абсорбційно-хімічну активність. На смак вода – лужна, м'яка, нагадує дощову воду. Ця вода швидко загоює свіжі рани, стимулює обмін речовин в організмі, підвищує кров'яний тиск, покращує

апетит і травлення. Свої цілющі властивості вона втрачає швидше, ніж мертва вода, але якщо її зберігати в темному місці, без доступу повітря, то свої властивості вона зберігає протягом тижня. Застосовується для замочування насіння, стимуляції росту рослин, посилення властивостей розчинення в ньому речовин і багато іншого. Католіт не токсичний і не шкідливий.

Аноліт є потужним антисептиком і консервантом. Має інгібувальні властивості і уповільнює біопроцеси. При внутрішньому застосуванні кислотна вода знижує кров'яний тиск, уповільнює обмін речовин в організмі, зменшує біль у суглобах тощо. При зовнішньому – знезаражує бинти, знищує мікроби в гнійних ранах. Застосовується для боротьби з мікроорганізмами та грибками, обробки овочів і фруктів з метою збільшення термінів їх зберігання, а також для багатьох інших цілей.

ІНСТРУКЦІЯ

Завдання 1. Приготувати «живу» та «мертву» воду за допомогою електроактиватора АП-1.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Зніміть верхню кришку з електродами електроактиватора.
2. Встановіть керамічний стакан по центру основної ємності.
3. Залийте воду в керамічний стакан до повного наповнення.
4. Залийте воду в основну ємність таким чином, щоб її рівень був на 10-15 мм нижче верхнього краю керамічного стакану.
5. Встановіть верхню кришку на основну ємність так, щоб стрілки-показники, розташовані на бічних поверхнях верхньої кришки і основної ємності, виявилися один навпроти одного, при цьому чорні аноди повинні бути всередині керамічного стакану, а світлі катода – зовні його. Обережно посадіть верхню кришку на основну ємність до упору.
6. Увімкніть вилку шнура блоку живлення в розетку ~ 220 В. Запам'ятайте час включення. Про роботу електроактиватора сигналізує світіння індикатора напруги на електродах. Переконайтесь візуально, що виділення бульбашок газу спостерігається на обох катодах.
7. Контролюйте процес електроактивації за показниками індикатора струму:
 - *зелена зона* (інтервал за шкалою індикатора з 4 по 14 поділ), свідчить про нормальний струм електроактивації. Оптимальний режим роботи дотримується при знаходженні стрілки індикатора струму по центру шкали;
 - *жовта зона* (інтервал від 0 до 4 поділ шкали) – струм електроактивації менше необхідного для нормального процесу. Потрібно виявити і усунути причину;
 - *червона зона* (інтервал з 14 по 20 поділ шкали) – присутній неприпустимо великий струм електроактивації. Електроактиватор потрібно

відключити від мережі, щоб уникнути перегріву і виходу з ладу блоку живлення, виявити і усунути причину.

8. Для отримання необхідної концентрації аноліта і католіта достатньо 10-40 хвилин роботи електроактиватора: у цьому інтервалі часу концентрація одержуваного розчину буде тим вище, чим триваліше процес електроактивації.

9. По закінченні необхідного часу електроактивації спочатку відключіть вилку з розетки, потім обережно зніміть верхню кришку з електродами (не допускається її перевертання), витягніть керамічний стакан і злийте з нього аноліт («мертву» воду) у приготовлену ємність. Після цього перелийте в іншу ємність католіт («живу» воду).

Завдання 2. Виміряти ОВП та рН «живої», «мертвої» та водопровідної води за допомогою рН/mV/Temp Meter MP-103. Аналогічні показники виміряти для інших рідин (вода з природних водойм, кисле молоко, плазма крові тощо).

Вимірювання проводять після витримування електродів у досліджуваному розчині впродовж 5 хвилин. Після кожного вимірювання електроди ретельно промити дистильованою водою. Після закінчення роботи електроди ретельно промити дистильованою водою і висушити.

Отримані дані занести в таблицю, проаналізувати та порівняти результати, зробити висновки.

Таблиця 2.1

Результати вимірювання показників ОВП і рН різних рідин

№	Досліджувана рідина	ОВП, mV	рН
1	Водогінна вода		
2	«Жива» вода»		
3	«Мертва» вода»		
4	Вода з природної водойми		
5	Кисле молоко		
6	Кров (плазма крові)		

? питання для самоконтролю

1. Що таке рН?
2. Що таке ОВП? У яких одиницях він вимірюється?
3. Які значення мають ОВП та рН крові?
4. Назвіть фізико-хімічні властивості «живої» води.
5. Які фізико-хімічні властивості притаманні аноліту («мертва» вода)?
6. Яку роль відіграють «жива» та «мертва» вода у метаболізмі різних організмів?
7. Чим відрізняються показники ОВП і рН досліджуваних рідин? Чим це обумовлено?

Лабораторна робота № 3

ВПЛИВ АЕРОІОНІВ НА БАКТЕРІАЛЬНІ КЛІТИНИ

Мета роботи: визначити рівень заспорошеності повітря навчальних приміщень седиментаційним методом; дослідити вплив аероіонів повітря, що утворились під впливом іонізатора повітря «ЕФІ-ЗН», на кількісні та якісні показники повітряної мікрофлори.

Матеріали, реактиви, обладнання: іонізатор повітря «ЕФІ-ЗН» (лампа Чижевського), термостат, стерильні чашки Петрі з МПА, маркер.

Питання для актуалізації знань

1. У чому полягає біологічна дія електричних зарядів повітря на організми?
2. Що таке аероіони, псевдоаероіони, аерозолі? Який механізм їх утворення?
3. Які чинники впливають на кількість аероіонів у повітрі?
4. Який механізм впливу аероіонів кисню на біологічні процеси?
5. Яке практичне застосування лампи Чижевського?
6. З чим пов'язаний лікувальний ефект аероіонів?



Теоретичні відомості

Еволюція живих організмів на Землі відбувалася в іонізованому повітрі, Він є одним із основних умов нормального розвитку і підтримання високоорганізованого життя.

Газ за нормальних умов є діелектриком. Під впливом зовнішніх чинників відбувається його іонізація, внаслідок чого утворюються додатні та від'ємні іони й електрони, що є носіями струму.

У 1918 наш видатний земляк А.Л. Чижевський першим відкрив біологічну дію електричних зарядів повітря на організм. Повітря, яке позбавлене іонів, подібне до їжі без вітамінів або воді без мінеральних солей, що призводить до гіпоксії.

Аероіони утворюються під впливом радіоактивного випромінювання ґрунту, космічних променів, електричних розрядів під час грози тощо. Молекули кисню захоплюють електрони і набувають негативного заряду. Саме від'ємні аероіони кисню характеризуються підвищеною біологічною активністю. Аероіони здатні приєднувати до себе кілька інших аероіонів чи нейтральних молекул, утворюючи таким чином комплекси з негативним або позитивним зарядом, які називаються легкими аероіонами. Останні адсорбуються на найдрібніших часточках повітря (рідинних або твердих), перетворюються на важкі (додатні) аероіони – **псевдоаероіони**.

Саме вони утворюються в переповнених людьми приміщеннях. Чим менше в повітрі важких аероіонів, тим він чистіший. Існують надважкі

аероіони, які називають *аерозолями*. Вони складаються із кіптяви, туману, дрібних краплин дощу.

Кількість аероіонів у повітрі залежить від багатьох причин: метеорологічних та географічних умов, пори року, часу доби, від вологості та забруднення повітря. У гірському та морському повітрі в сонячний день знаходиться 1000 негативних аероіонів в 1 см³ повітря. На деяких гірських курортах їх кількість може становити 5-10 тис., а поряд з водограєм – 100 тис. Важкі аероіони в чистому повітрі відсутні.

У повітрі міст, робочих та житлових приміщеннях, де людина проводить понад 90 % життя, кількість негативних аероіонів до початку робочого дня не перевищує 500, а до кінця знижується до 50-100, а кількість важких збільшується до декількох тисяч у 1 см³, що призводить до виникнення втоми і погіршення самопочуття.

Кількість псевдоаероіонів у повітрі, що видихається з легень, становить понад 300 тис. 1 см³. Відкриті вікна, вентиляція і кондиціонування не впливають суттєво на аероіонний режим приміщень за присутності людей. Для усунення надлишку псевдоаероіонів необхідне штучне насичення його легкими негативними аероіонами за допомогою люстри Чижевського. Тільки таким чином можна підтримати аероіонний комфорт у приміщеннях.



Рисунок 3.1 – Іонізатор повітря «ЕФІ-ЗН» (лампа Чижевського)

Який механізм впливу аероіонів кисню на біологічні процеси? На думку А. Л. Чижевського, позитивний вплив негативних аероіонів пов'язаний з тим, що вони діють як біокаталізатори, що стимулюють і нормалізують метаболізм.

Негативні аероіони, як донори електронів, впливають на молекули, підіймають їх електричні рівні. Як відомо, біокаталізатори полегшують протікання біохімічних реакцій. Присутність невеликої кількості каталізаторів створює особливий стан речовин, що реагують, прискорюючи протікання

обмінних процесів. За сприятливих умов одна молекула каталізатора здатна перетворювати до 100 тис молекул субстрату за секунду, що призводить до лавиноподібного наростання реакції. Виходячи з цього, окисно-відновні процеси пов'язані з електричними явищами: між електричними системами організму і електричною аеросистемою відбувається неперервний обмін електричними зарядами.

ІНСТРУКЦІЯ

Завдання 1. Визначити кількісний і якісний склад мікрофлори повітря різних приміщень седиментаційним методом.

Для визначення мікрофлори повітря седиментаційним методом у приміщенні розміщують 3 чашки Петрі зі стерильним МПА і відкривають на 10 хвилин. Часточки пилу з мікробами осідають на поверхню поживного агару. По закінченні експозиції чашки Петрі закривають, підписують. Першу чашку закривають кришкою (контроль), другу і третю ставлять на відстані 0,5 м під лампу Чижевського і піддають іонізації: другу чашку впродовж 15 хвилин, а третю – 30 хвилин. Після цього всі чашки ставлять для культивування до термостата за температури 28-30°C на 2-3 доби.

Для підрахунків мікроорганізмів користуються формулою, основою на принципі В. Л. Омелянського, за яким на площі чашки в 100 см³ за 5 хвилин осідає стільки мікроорганізмів, скільки їх міститься в 10 л повітря.

Для кількісного визначення мікроорганізмів у повітрі проводять такі розрахунки:

1) визначають площу поживного агару на чашках Петрі за формулою:

$$S = \pi r^2$$

2) проводять перерахунок кількості колоній, що вирости на чашці, на площу 100 см².

3) отриманий результат перераховують на 1 м³ повітря.

Наприклад: на площі чашки Петрі (78,5 см²) за 48 годин виростило 17 колоній. Відповідно на площі 100 см² колоній буде більше:

$$\begin{array}{lcl} 78,5\text{см}^2 & \text{----} & 17 \text{ колоній} \\ 100\text{см}^2 & \text{----} & x \end{array} \qquad x = \frac{100 \cdot 17}{78,5} = 21,6$$

При перерахунку кількості колоній в 1 м³ повітря:

$$\begin{array}{lcl} 21,6 \text{ колоній} & \text{----} & 10 \text{ л} \\ x & \text{----} & 1000 \text{ л} \end{array} \qquad x = \frac{21,6 \cdot 1000}{10} = 2160$$

Результат: у 1 м³ повітря в приміщенні знаходиться 2160 мікробних клітин.

Отримані результати занести до *таблиці 3.1*.

Таблиця 3.1

Кількісний склад мікрофлори повітря

Варіант	Кількість колоній, що виросли		Кількість мікроорганізмів	
	бактерії	гриби	У 10 л повітря	У 1 м ³ повітря
Чашка № 1 (контроль)				
Чашка № 2 (експозиція 15 хв.)				
Чашка № 3 (експозиція 30 хв.)				

Отримані результати проаналізувати. Порівняти вплив лампи Чижевського на бактеріальну і грибну мікрофлору. Який ефект (стимулювальний, бактеріостатичний чи бактерицидний) ви спостерігали? Зробити висновки щодо впливу аероіонів, що утворюються іонізатором повітря, на кількісний склад повітряної мікрофлори.

? питання для самоконтролю

1. У чому полягає суть методу седиментації для визначення мікрофлори повітря?
2. Наведіть формулу В.Л. Омелянського. Де її застосовують?
3. Яка методика розрахунку кількості мікробних клітин у повітрі?
4. Який вплив аероіонів на бактеріальну і грибну мікрофлору повітря?
5. Обґрунтуйте необхідність регулярного провітрювання приміщень.

Лабораторна робота № 4.

ВИВЧЕННЯ ПРОНИКНОСТІ ТКАНИН

Мета роботи: ознайомитись з явищем дифузії речовин через біологічні мембрани; вивчити проникність жаб'ячої шкіри для розчину барвника.

Матеріали, обладнання, реактиви: фотоколориметр, набір препаратувальних інструментів: скляні циліндри, гумові кільця, нитки, склянки; 0,05 % розчин метиленового синього на фізіологічному розчині, 0,125М розчин KCl, 0,05% розчин NaCl, спирт 70°, жаб'яча шкіра.

Питання для актуалізації знань

1. Які особливості структурної організації клітинних мембран?
2. Які функції біологічних мембран у процесах метаболізму клітин?
3. Яке значення має проникність біологічних мембран?

4. Яким шляхом відбувається обмін речовин між клітиною і середовищем?
5. Поясніть суть мембранної і фазової теорії проникності.
6. Який механізм пасивного транспорту?
7. За яких умов відбувається активний транспорт речовин?



Теоретичні відомості

Проблема проникності (можливості клітин та тканин пропускати воду та розчинені в ній речовини) має велике значення в фізіології обміну речовин; у питаннях розподілу речовин між клітинами та тканинними рідинами; виникнення біопотенціалів та фармакології.

Для вивчення проникності клітин та тканин розроблено цілий ряд методів. Ступінь проникності оцінювалась за зменшенням об'єму клітини при дії на неї гіпертонічного розчину досліджуваної речовини та за наступною швидкістю *зворотного деплазмолізу*. Однак, у його основі лежав надійний метод – застосування гіпертонічних розчинів, які, без сумніву, пошкоджують клітини.

Деякі дані про проникність клітин були одержані шляхом хімічного аналізу вмісту клітинної вакуолі великих рослинних клітин. Результати цих досліджень більш надійні, хоча в них для одержання вірогідних даних автори використовували високі концентрації.

Ряд даних про проникність були одержані при вивченні проникності до клітини барвників. Однак, в цьому разі вивчалась звичайно не проникність, а адсорбція, констатувалось проникнення барвника тільки тоді, коли він накопичувався у великій кількості, інакше його присутність важко було встановити.

З відкриттям ізотопів та розробкою *методу мічених атомів* відкрились більш широкі можливості вивчення проникності в значно більш нормальних фізіологічних умовах.

Основним механізмом переносу розчинених речовин через клітинні мембрани є **дифузія**. Швидкість дифузії визначається за **законом Фіка**, згідно з яким швидкість потоку речовини із ділянки з однієї концентрації в область з іншою концентрацією пропорційна градієнту концентрацій. Рівняння Фіка визначає густину потоку дифундуючої речовини, в еквівалентній формі має вираз:

$$dm/dt = -DS * dc/dx,$$

де: m – кількість розчиненої речовини (г);

t – час (сек.);

S – площа поверхні розділу (см²);

D – коефіцієнт дифузії (см²*сек.);

c – концентрація речовини в г*см³.

x – відстань від початкової точки дифузії в см.

Константа дифузії залежить від в'язкості середовища та розміру молекул. Для вираження проникності клітин у **рівнянні Фіка** градієнт концентрації звичайно замінюють різницею концентрацій в зовнішньому середовищі і в клітинах, а коефіцієнт **D** замінюють коефіцієнтом проникності **P**, який характеризує окрім D також опір, який клітини чинять проникненню до них речовин завдяки своїм біологічним особливостям. У такому разі проникність виражається формулою:

$$Dm /dt = PS (C_1 - C_2),$$

де: $(C_1 - C_2)$ – концентрації речовини, що вивчається з обох боків мембрани.

Необхідно зазначити, що в клітині у великій кількості нагромаджуються іони білків, фосфоліпідів, аніони амінокислот й інших органічних речовин, що нездатні дифундувати, вміст яких у рідині, що оточує клітину незначний.

Разом з тим у протоплазмі еритроцитів, м'язових та нервових волокон у 8-10 разів менше, а іонів хлору в 50 разів менше, ніж у позаклітинній рідині.

Таке нерівномірне розподілення іонів між клітиною та позаклітинною рідиною обумовлене, вочевидь, не тільки дифузією під впливом різних градієнтів, але й іншими силами.

Для пояснення причин нерівномірного розподілу іонів у клітині та середовищі були запропоновані різні теорії.

Прибічники **мембранної теорії** проникності приписували головну роль у розподіленні речовин між клітиною та середовищем клітинній мембрані, проникній для одних речовин і непроникній для інших.

Фазова теорія стверджує, що в основі розподілу речовин між живим організмом та зовнішнім середовищем лежать процеси сорбції на внутрішньоклітинних структурах. Однак, ця теорія не пояснює механізму проникності, а тільки допомагає зрозуміти механізм перерозподілу речовин, мається на увазі кінцевий результат.

В останні роки обидві ці теорії розвивалися в цілому ряді робіт. Окрім цього, накопичено великий експериментальний матеріал з питання проникності. Все це дало можливість зробити висновки відносно механізму проникності цілого ряду речовин із зовні в клітину.

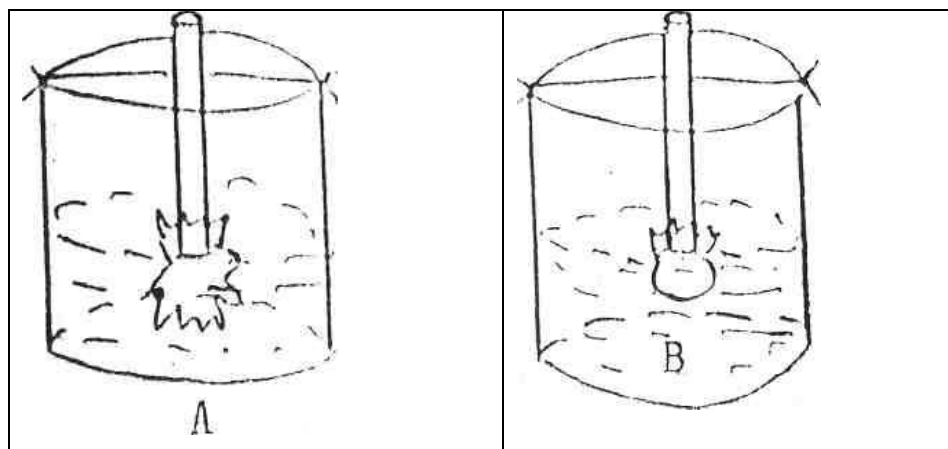
ІНСТРУКЦІЯ

Завдання 1. Вивчити проникність шкіри жаби для метиленового синього у фізіологічному розчині.

Мішечки із шкіри жаби закріпити за допомогою гумових кілець на кінчиках скляних циліндрів у двох положеннях: епітелієм у середину, та ззовні (рис. 1).

Наповнити шкіряні мішки фізіологічним розчином, щоб впевнитися в їх герметичності. Замінити фізіологічний розчин 0,05% розчином барвника. Налити в склянку рівну кількість фіз. розчину. Помістити в склянки шкіряні

мішки. При цьому треба слідкувати, щоб рівень барвника в циліндрі та фізичного розчину в склянці збігався. Через 1 годину із склянок видалити шкіряні мішки, а розчин, що знаходиться в склянках, виміряти за допомогою ФЕКу.



А

Б

Рисунок 4.1 – Мішечки із шкіри жаби: А – епітелієм усередину; Б – епітелієм назовні.

Завдання 2. Вивчити проникність шкіри жаби для метиленового синього у дистильованій воді, у 0,125 М розчині КСІ та 70° спирті.

Аналогічні досліди провести зі шкіряними мішками, які попередньо знаходилися протягом 30 і 60 хвилин у дистильованій воді, 0,125 М розчині КСІ, 70° спирті. Результати дослідів занести до таблиці.

Таблиця 4.1

Кількість барвника за показниками ФЕКу

Досліджуваний об'єкт	Оптична щільність, D			
	0,125 М розчин КСІ		спирт	
	30 хвилин	60 хвилин	30 хвилин	60 хвилин
Нормальний мішок				
Вивернутий мішок				

? питання для самоконтролю

1. Що називається дифузією?
2. Які існують методи вивчення проникності клітин та тканин?
3. Сформулюйте закон Фіка.
4. Напишіть формулу Фіка.
5. Які області застосування проникності тканин?

Лабораторна робота № 5

ВИВЧЕННЯ ЕЛЕКТРОПРОВІДНОСТІ БІОЛОГІЧНИХ РОЗЧИНІВ

Мета роботи: визначити електропровідність біологічних розчинів за допомогою кондуктометра.

Матеріали, обладнання, реактиви: кондуктометр, хімічні склянки, дистильована вода, фізіологічний розчин, розчин сахарози 40 %, козяче та коров'яче молоко, кров, серветки.

Питання для актуалізації знань

1. Поясніть механізм дії електричного струму на живі організми.
2. Що називається поляризацією?
3. Які електричні властивості виявляють біотканини на зміну електричного струму?
4. Які особливості проходження постійного струму через біологічні мембрани?
5. Які особливості проходження через живі об'єкти перемінного струму?



Теоретичні відомості

Вивчення електропровідності живих тканин дозволяє досліджувати живий об'єкт, не порушуючи його структури та функції. Іншою перевагою є те, що результати вимірювання електропровідності можуть одержати чітке кількісне математичне вираження. Вимірювання питомого опору різноманітних рослинних та тваринних клітин показало, що для постійного струму воно вимірюється величинами порядку 10^6 - 10^7 Ом/см. Це означає, що живі клітини віднесені до групи напівпровідників.

Вивчення електричного опору живих тканин при дії постійного струму показало, що під час проходження струму їх електропровідність змінюється. У перший момент при включенні струму опір невеликий, але через дуже короткий час опір швидко зростає та тримається на такому рівні достатньо довго. Пояснюється це поляризацією тканини, при проходженні через нього постійного струму.

Більшість дослідників зв'язують механізм поляризації в клітині з присутністю в них напівпроникних мембран з обох боків яких знаходяться вільні іони. Згідно з уявленнями цих авторів, клітинні мембрани проникні для іонів одного знаку при проходженні струму, ті іони, для яких мембрана не проникна, накопичуються та викликають поляризацію. Виникнення сильної поляризації тканин при проходженні постійного струму ускладнює вимірювання опору. Тому на початку XX ст. були розпочаті роботи з дослідження електропровідності біологічних об'єктів при змінному струмі. Дослідження проводилися на різних біооб'єктах у широкому діапазоні частот.

Виявлено, що різноманітним об'єктам, починаючи з бактерій та закінчуючи клітинами людини, притаманні подібні електричні параметри, що вказує на спільну їх будову.

Сумарний опір тканин включає ємнісний – реактивний та омичний – активний опір. При проходженні **постійного струму** через живу тканину, струм проходить через омичний опір.

При проходженні **змінного струму** необхідно враховувати як омичний опір, так і ємнісний опір, причому омичний опір мало залежить від частоти.

Ємнісний опір значно змінюється, а саме, зменшується зі зростанням частоти, що призводить до явища **дисперсії електропровідності** живої тканини. Опір зменшується під час збільшення частоти змінного струму до деякого значення, після чого стає практично сталим. Це явище називається **дисперсією імпедансу**. У багатьох біоб'єктів максимальна електропровідність спостерігається при частоті 10^6 Гц, а нерву – 10^9 Гц.

Припускають, що дисперсія електропровідності живих тканин є результатом, того, що при низьких частотах, як і при постійному струмі, електропровідність пов'язана з поляризацією – зі збільшенням частоти явище поляризації відбувається менше.

Дисперсія електропровідності, як і можливість поляризуватися притаманна тільки живим клітинам, при відмиранні живого об'єкта вони поступово зникають. Таким чином, поляризація та дисперсія електропровідності є характерними властивостями структур живих тканин.

Поляризація може бути декількох видів:

1. **Електронна поляризація** – проходить зміщення електронів відносно ядер в атомах та іонах. У результаті атоми та іони перетворюються в індукований диполь, направлений проти поля.
2. **Іонна поляризація** – проходить зміщення іону відносно кристалічної решітки. В результаті диполь направлений проти зовнішнього поля.
3. **Орієнтаційна поляризація** – вільні та полярні молекули орієнтуються проти зовнішнього поля.
4. **Макроструктурна поляризація** – спостерігається в шарах з різною електропровідністю, де вільні іони та електрони переміщуються в межах провідного шару.
5. **Поверхнева поляризація** – відбувається перерозподіл зарядів близько поверхні, яка має подвійний електронний шар.

Описані явища мають застосування при вивченні властивостей мембран, при діагностиці патологічних процесів для оцінки дії різних шкідливих факторів, ступеня гідратації білкових молекул, співвідношення між кількістю вільних та зв'язаних іонів в цитоплазмі, для вивчення зв'язування іонів білками.

Електропровідність розраховується за формулою:

$$L = 1 / R ; \quad R = \rho \cdot l / S ,$$

де: L – електропровідність;
 R – опір;
 l – довжина провідника;
 S – поперечний розріз провідника;
 ρ – дорівнює $10^6 - 10^7 \text{ Ом/см}$.

Закон Ома для клітин виражається рівнянням:

$$Y = U - P(t) / R,$$

де: $P(t)$ – поляризація

Значення методів гальванізації, електрофорезу і реографії

Метод лікування невеликим постійним струмом називають **гальванізацією**. Залежно від місця прикладення електродів подразнення передається нервовим клітинам зі шкіри в той чи інший орган, у якому під дією струму відбуваються зміни обмінних та функціональних властивостей. В наслідок швидкої реакції на подразнення в шкірі і внутрішніх органах рефлекторно розширюються капіляри, змінюється проникність клітинних мембран. Електрофорез, що відбувається в клітинах і тканинах, зумовлює проникнення нових речовин з іншою фізіологічною активністю.

З лікувальною метою використовують імпульсні струми, які спричиняють скорочення м'язів, наприклад у післяопераційний період для відновлення їхньої функціональної активності.

Лікувальний електрофорез – метод лікування постійним струмом, який використовується в медичній практиці. Цей метод полягає у введенні за допомогою струму лікарських препаратів у живий організм через шкіру або слизові оболонки. Дія струму поєднується з дією введених лікарських речовин. Речовини, введені у тканини постійним струмом, надходять у кровоносні судини і розносяться. Цим методом визначають стан гемодинаміки крові і лімфи по всьому організму.

Реографія – метод реєстрації зміни *імпедансу* органів під час їх кровонаповнення. Використовуючи багатоканальні реографи, можна досліджувати перерозподіл крові між органами в нормі і патології.

Реоенцефалографія – це метод дослідження мозкового кровообігу, який ґрунтується на реєстрації пульсових коливань імпедансу головного мозку під час проходження через нього струму високої частоти але малої сили і напруги. Цим методом визначають стан гемодинаміки, характер пульсового кровонаповнення окремих ділянок головного мозку, стан стінок судин та венозного кругообігу.

ІНСТРУКЦІЯ

Вимірювання електропровідності L виконують за допомогою кондуктометра без компенсації температури.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Датчик помістити в досліджуваний розчин так, щоб відстань від електродів до дна ємності складала більше ніж 2 см;
2. при вимірюванні в діапазоні 0,3–3 С/м клавіша **Hz³⁵⁰⁰** повинна бути натиснута, а при вимірюванні в діапазоні 0,1-10 С/м клавіша **Hz³⁵⁰⁰** – відключена;
3. натиснути вмикач **T** та ручкою **REG** встановити стрілку кондуктометра на 25°C (шкала 0-100);
4. натиснути вмикач **S/m** і поворотом перемикача підібрати такий діапазон виміру, щоб стрілка кондуктометра відхилялась до кінця шкали.

Завдання 1. Виміряти електропровідність (L) дистильованої води, фізіологічного розчину, розчину сахарози 40 %, козячого та коров'ячого молока, крові за допомогою кондуктометра.

Вимірювання проводять після витримання електродів у досліджуваному розчині впродовж 5 хвилин. Після кожного вимірювання датчик ретельно промити дистильованою водою.

Отримані дані занести до *таблиці 5.1*, проаналізувати отримані результати, зробити висновки.

Таблиця 5.1

Показники електропровідності

Досліджувана рідина	Показники кондуктометра		Показники електропровідності, mS/m
	Показники за шкалою	Діапазон вимірювань	
1.			
2.			
3. ...			

? питання для самоконтролю

1. Що таке електропровідність? Які одиниці її вимірювання?
2. Що таке поляризація?
3. Які види поляризації виникають у біотканинах?
4. Що таке сумарний опір тканин?
5. Сформулюйте закон Ома для клітин.
6. Назвіть області застосування електропровідності.

Лабораторна робота № 6

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПОРУ ТІЛА ЛЮДИНИ ЕЛЕКТРИЧНОМУ СТРУМУ

Мета роботи: ознайомитись із основними положеннями, які характеризують опір тіла людини електричному струму, опанувати методику їх дослідження.

Матеріали, реактиви, обладнання: мегаметр типу М-503, пристрій з набором контактних пластин площею 2, 4, 8, 16, 32 см² на поворотному диску; склянки з водою, серветки.

Питання для актуалізації знань

1. Дайте визначення поняттям змінний струм, змінна напруга. Чим вони вимірюються?
2. Чим відрізняються індуктивний і ємнісний опір?
3. З чого складається опір тіла людини.
4. Які фактори впливають на зниження опору тканин людини?
5. Які органи людини найкраще проводять струм?
6. Які органи мають більший опір



Теоретичні відомості

При дотику людини до деяких струмопровідних частин пристроїв, які знаходяться під напругою і мають низький опір ізоляції або взагалі без ізоляції, через тіло людини може замкнутися електричне коло. При цьому через тіло людини тече струм, величина якого визначається рядом факторів, найголовнішим з яких є напруга електроструму та опір тіла людини.

Опір тіла людини – величина нестала, нелінійна і залежить від цілого ряду факторів. Він складається з опору шкіри, опору внутрішніх органів, крові і нервових волокон. Різниця в будові і вмісті клітин внутрішніх органів у людини є причиною їх різного опору. Кісткова тканина, хрящі, жир, шкіра мають значно більший опір ніж м'язи, легенева тканина, печінка та кров, а найменший опір мають нервові волокна і спинномозкова тканина.

Головним, вирішальним є опір шкіри, а точніше зовнішнього шару – епідермісу, який в 1000 разів більше, ніж опір дерми – внутрішнього шару. У сухому, чистому непошкодженому стані роговий шар епідермісу має опір 100000 – 300000 Ом.

Опір тіла людини не залишається постійним, а змінюється в досить широких межах у залежності від стану шкіри, площі і щільності контакту, його тривалості, від прикладеної напруги, температури тощо. Зволоження шкіри, особливо в результаті потовиділення, збільшення площі контакту зі струмопровідними

частинами та його тривалості різко знижують її опір.

При виборі захисних та технічних засобів захисту людини від ураження електричним струмом за величину опору тіла приймають 1000 Ом. Опір тіла людини електричному струму може бути виміряний за допомогою мегаметру (омметра); мосту постійного току; мосту змінного струму; методом вольтметра-амперметра.

Процес вимірювання опору ізоляції струмопровідних частин електропристроїв зводиться до визначення опору ізоляції цих частин до «землі» або «корпусу», або між окремими частинами.

ІНСТРУКЦІЯ

Завдання 1. Дослідити силу опору тіла людини електричному струму в залежності від площі контакту

Для дослідження опору тіла людини в залежності від площі контакту зі струмоведучою частиною електропристрою та вологості шкіри використовують пристрій з набором контактних пластин з площею 2, 4, 8, 16 і 32 см², який встановлено на поворотному диску.

Для вимірювання застосовують мегаметр типу М-503, який має два діапазони вимірювань: 0 – 1000 кΩ та 0 – 100 МΩ; встановлюються поворотом перемикача кΩ ⇔ МΩ.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Увімкнути мегаметр у електричну мережу.
 2. Встановити перемикач діапазонів мегаметра в положенні **кΩ**.
 3. Встановити у робочу зону контактні пластини з площею 2 см².
 4. Притискуючи долоні до контактних пластин, зняти показання опору шкіри.
 5. Послідовно встановлюючи у робоче положення контактні пластини площею 4, 8, 16 і 32 см², зробити аналогічні дії.
- Результати занести до *таблиці 6.1*.

Таблиця 6.1

Показники опору шкіри

Площа контакту, см ²	Опір, кОм	
	Для сухої шкіри	Для зволоженої шкіри
2		
4		
8		
16		
32		

Завдання 2. Дослідити опір тіла людини електричному струму в залежності від зволоження шкіри.

1. Зволожити тампоном долоні та зробити вимірювання опору шкіри, послідовно встановлюючи у робоче положення контактні пластини площею 2, 4, 8, 16 і 32 см². Після кожного вимірювання необхідно зволожувати долоні. Результати записати до *таблиці 6.1*.

2. За результатами вимірювань побудувати графіки залежності опору тіла людини від площі контакту та вологості шкіри в координатах «площа контакту – опір».

? питання для самоконтролю

1. Що таке електричний струм?
2. Що таке постійний і змінний електричний струм?
3. З чого складається опір тканин тіла людини?
4. Які відмінності опору шкіри людини в сухому і зволоженому стані?
5. Якими приладами може бути виміряний опір тіла людини електричному струму?

Лабораторна робота № 7

ВИВЧЕННЯ ФОТОДИНАМІЧНОГО ГЕМОЛІЗУ ЕРИТРОЦИТІВ

Мета роботи: дослідити явище фотодинамічного гемолізу еритроцитів.

Матеріали, обладнання, реактиви: ФЕК, освітлювач, мірні циліндри, піпетки, колби, пробірки, посудина із плоскими паралельними стінками, фізіологічний розчин, розчин сульфату міді 0,5 %, розчин еритрозину 0,04% та 0,004 %, дистильована вода, суспензія еритроцитів, 0,1М розчин тіосульфату натрію ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).

Питання для актуалізації знань

1. Які процеси називають фотобіологічними?
2. Які закономірності фотобіологічних процесів?
3. Охарактеризуйте фотофізичну і фотохімічну стадії фотобіологічних процесів.
4. Назвіть механізми міграції енергії електронного збудження.
5. Опишіть механізми переносу збудженого стану (обмінно-резонансний, індуктивно-резонансний)
6. Що називається реабсорбцією?
7. Назвіть закони фотохімії.



Фотобіологія вивчає закономірності та механізми дії світла на біологічні об'єкти. **Фотобіологічні процеси** протікають під дією випромінювання в ультрафіолетовій, видимій та близької інфрачервоної області спектра. Згідно з різноманітними біологічними реакціями, пов'язаними з дією світла, сучасна фотобіологія диференціювалась на ряд самостійних дисциплін, які вивчають певні *фотобіологічні процеси*. Так виникли проблеми фотосинтезу, зору, морфогенезу, мутагенезу і т.п. Своєю чергою окремий фотобіологічний процес є складною послідовністю різноманітних стадій, які розпочинаються з моменту поглинання кванта, та закінчуються різноманітними біохімічними, фізіологічними ефектами. Ці стадії настільки різні за своєю природою, що вимагають послідовної зміни підходів дослідження.

Основні стадії фотобіологічного процесу із зазначенням деяких методів можна уявити у вигляді схеми.

Для фотобіології в основному типовими є *одноквантові фотохімічні реакції*. Відомі такі одноквантові фотохімічні реакції органічних молекул:

1. **Фоторозпад**, при якому з розривом хімічних зв'язків відбувається розпад молекул на радикали, Іони або нейтральні молекули.
2. **Фотоперегрупування**, в ході яких один ізомер або *таутомер* перетворюється в інший.
3. **Фотоприєднання**. Сутність цієї реакції - приєднання до активованої молекули інших молекул.
4. **Фотоперенос електронів**, при якому активована молекула віддає свій електрон іншій, неактивованій молекулі, або навпаки, одержує зайвий електрон.
5. **Фотоперенос протона**. Сутність цієї реакції – приєднання до активованої молекули протона від неактивованої кислоти або навпаки – у віддаванні активованою кислотою свого протона основі.

На такі об'єкти, як клітини та тканини тварин, видиме світло звичайно помітно не впливає. Однак, в присутності деяких барвників, освітлення призводить до пошкодження та загибелі клітин. Це явище має назву **фотодинамічної дії**. Які молекулярні структури клітини в цьому випадку пошкоджуються в першу чергу, визначається з одного боку, природою барвника, а з іншого – особливостями біологічного об'єкта: проникністю клітин для барвника, його мікророзподілом у середині клітини. Природа акцептора фотодинамічного активного світла очевидна – це барвник, що потрапляє до клітини. З утворенням збудженого стану барвника починається ланцюг подій, які призводять до **біологічного ефекту**. При цьому найбільш ефективно будуть руйнуватися ті речовини, з якими барвник з-за підвищеного сприяння утворює комплекс, або знаходиться в безпосередній близькості. Численними дослідженнями вдалося показати, що фотодинамічним шляхом окислюються практично всі біологічно важливі речовини.

ІНСТРУКЦІЯ

Завдання № 1. Вивчити явище гемолізу еритроцитів крові за допомогою ФЕКу ($\lambda = 610$ нм).

При руйнуванні еритроцитів (гемоліз) відбувається зменшення мутності суспензії і збільшення світлопропускання: розчин стає більш прозорим, тому зміна оптичної щільності суспензії еритроцитів може слугувати мірою гемолізу. Оптичну щільність суспензії еритроцитів можна виміряти на фотоелектроколориметрі (ФЕК). Аби поглинання гемоглобіну не заважало вимірюванню світлорозсіювання, вивчення гемолізу проводять з червоним світлофільтром у спектральній області, де гемоглобін не поглинає, і всі зміни світлопропускання пов'язані виключно зі зміною оптичної щільності розчину (світлорозсіюванням).

Приготувати 1% суспензію еритроцитів криси у фізіологічному розчині. Дві проби суспензії розвести в 10 разів: одну – дистильованою водою, іншу – фізіологічним розчином. Пропускання обох розчинів виміряти за допомогою ФЕКу з червоним світлофільтром. Розчином-еталоном є дистильована вода.

Завдання № 2. Вивчити явище гемолізу еритроцитів під дією освітлення в присутності барвника.

Як джерело для опромінення суспензії еритроцитів використовують лампу в 500 Вт. Пробірки з суспензією, що опромінюються поміщають на відстань 25 см від лампи. Щоб запобігти нагріванню пробірки із суспензією еритроцитів інфрачервоним випромінюванням лампи, між нею та суспензією поміщають скляну посудину з плоскопаралельними стінками, яка заповнена 0,5% розчином сульфату міді (товщина шару повинна бути близько 5-ти см).

Приготувати 1% суспензію відмитих еритроцитів та 0,04% розчин еритрозину на фізіологічному розчині. В дві пробірки налити по 9 мл. розчину еритрозину та додати в кожен пробірку по 1 мл 1% суспензії еритроцитів (проби № 1 і № 2).

У дві контрольні пробірки налити по 9 мл фізіологічного розчину та по 1 мл 1% суспензії еритроцитів (проби 3, 4).

Ретельно перемішати розчини в усіх пробірках. Виміряти світлопропускання за допомогою ФЕКу. Проблеми 1 та 3 опромінити, проблеми № 2 і № 4, які є контролем, у цей час повинні знаходитися в темряві за тієї ж (кімнатної) температури; потім вимірювати через кожні 15 хвилин протягом однієї години. Як еталонний розчин використовують 0,04 % розчин еритрозину на фізіологічному розчині. Дані занести до *таблиці 7.1*.

Таблиця 7.1

Показники фотодинамічного гемолізу еритроцитів

Варіант	№ пробірки			
	1	2	3	4
1% суспензія еритроцитів	1 мл	1мл	1мл	1мл
0,04% розчин еритрозину на фіз. розчині	9 мл	9 мл	-	-
Фізіологічний розчин	-	-	9 мл	9 мл
Освітлення	+	-	+	-
Показники ФЕКу (D) Початкові дані через 15 хвилин 30 хвилин 45 хвилин 60 хвилин				

Результати вимірювання представити у вигляді графіку залежності пропускання (D) від часу опромінення (t) для всіх чотирьох проб.

Завдання № 3. Вивчити вплив антиоксидантів на фотодинамічний гемоліз.

Оскільки в ряді випадків у основі фотодинамічної дії лежить реакція фотоокислення білків внаслідок світлової енергії, поглиненої барвником, швидкість та ступінь фотодинамічного гемолізу можна зменшити, додаючи до суспензії еритроцитів речовину антиокислювального характеру. В якості однієї з них можна використати гіпосульфит натрію ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$).

Приготувати 4 пробірки, у які наливо по 9 мл 1 % суспензії еритроцитів у 0,004% розчині еритрозину, який приготували на фізіологічному розчині.

У 2 пробірки (проби 1 та 2) додати по 1 мл 0,1 М розчину гіпосульфиту натрію (розчин цієї концентрації ізотонічний фізіологічному розчину та не викликає гемолізу). У 2 інші пробірки (проби № 3 та № 4) додати по 1 мл фізіологічного розчину, щоб концентрація суспензії еритроцитів у досліді та контролі була однаковою. Ретельно перемішати розчин в усіх пробірках, виміряти світлопропускання за допомогою ФЕКу. Проби № 1 та № 3 опромінити, проби № 2 та № 4 тримати в темряві. Через кожні 15 хв. вимірювати світлопропускання проб впродовж однієї години. В якості розчину-еталону використовують 0,004 % розчин еритрозину. Отримані дані занести до таблиці 7.2.

Таблиця 7.2

Вплив антиоксидантів на фотодинамічний гемоліз

Варіант	№ пробірки			
	1	2	3	4
1 % суспензія еритроцитів у 0,004% розчині еритрозину	9 мл	9 мл	9 мл	9 мл
0,1 М розчину гіпосульфиту натрію ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)	1 мл	1 мл	-	-
Фізіологічний розчин	-	-	1 мл	1мл
Освітлення	+	-	+	-
Показники ФЕКу (D) Початкові дані через 15 хвилин 30 хвилин 45 хвилин 60 хвилин				

Результати вимірювання представити у вигляді графіку залежності пропускання (D) від часу, який пройшов після опромінення (t), для всіх чотирьох проб.

? питання для самоконтролю

1. З якими фотобіологічними процесами ви ознайомились?
2. У чому полягає явище фотодинамічного гемолізу еритроцитів?
3. Які пігменти беруть участь у фотобіологічних процесах?
4. Назвіть типові одноквантові фотохімічні реакції.
5. У чому суть процесів фотоокисдування, фотогідролізу, фотосенсибілізації?
6. Поясніть чому гіпосульфит натрію не викликає гемоліз еритроцитів.
7. Назвіть природні фотосенсибілізуючі речовини.

Лабораторна робота № 8

ДІЯ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА БАКТЕРІАЛЬНІ КЛІТИНИ

Мета роботи: вивчити вплив дії УФ опромінення на бактеріальні клітини за допомогою фотоколориметричного методу.

Матеріали, обладнання, реактиви: лампа УФ, ФЕК, 2 колби на 100 мл, робоча ванночка, чашка Петрі, пробірки, піпетки, фіз. розчин 0,9%, суспензія мікроорганізмів.

Питання для актуалізації знань

1. Опишіть біологічну дію УФ-випромінювання.
2. Охарактеризуйте біологічну дію іонізуючого випромінювання
3. Які властивості рентгенівського випромінювання вам відомі?



Теоретичні відомості

Різні види мікроорганізмів мають різну чутливість до впливу ультрафіолетового опромінення, стійкість бактерій визначається їх природою та фазою розвитку.

Відомо, що при ультрафіолетовому опроміненні відбувається димеризація пиримидинів, яка супроводжується розривом водневих зв'язків та локальною денатурацією молекули ДНК, яка призводить до зміни її конфігурації.

Важливим параметром для обробки бактеріальних клітин є потужність, доза та час впливу опромінення. В залежності від дози опромінення можна спостерігати три основних періоди змінення, яке призводить до загибелі клітини.

Перша фаза – при дуже малому опроміненні в клітині з'являються вакуолі, які поступово збільшуються.

Друга фаза характеризується появою в плазмі клітин надзвичайно маленьких жирових кульок у результаті розщеплення ліпопротеїнового комплексу плазми.

Третя фаза настає при більш тривалому опроміненні, внаслідок чого відбуваються незворотні зміни в клітині. Спостерігається зникнення оболонки, залишається плазматичний вміст, який з'єднується між собою у грубозернисту масу, яка поступово руйнується.

Таким чином ультрафіолетове опромінення прискорює темп життєздатності мікроорганізмів і викликає швидке старіння клітин.

ІНСТРУКЦІЯ

Завдання 1. Побудувати калібрувальну криву для вимірювання.

Приготувати суспензію бактеріальних клітин з концентрацією 10^{-10} . З цієї суспензії методом децимальних розведень приготувати суспензії з концентрацією 10^{-9} , 10^{-8} та 10^{-7} клітин. Для цього в 3 пробірки внести по 10 мл фізіологічного розчину. Потім у першу пробірку внести 1 мл суспензії клітин 10^{-10} , після ретельного перемішування 1 мл суспензії перенести з 1-ї пробірки в 2-гу пробірку, з 2-ї пробірки відібрати 1 мл у 3 пробірку, а з 3 пробірки 1 мл суспензії клітин вилити в робочу ванночку.

Виміряти за допомогою ФЕКу оптичну густину чотирьох розчинів: вихідної суспензії та розведеної. Контролем є фізичний розчин, світлофільтр – червоний. Побудувати калібрувальну криву в координатах.

Завдання 2. Провести опромінення УФ суспензії клітин

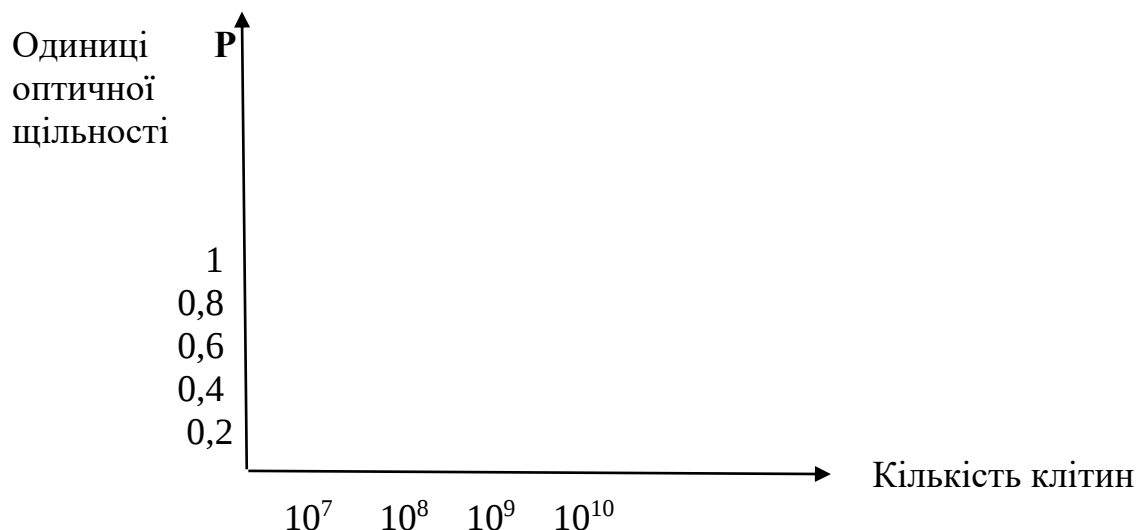
Суспензію клітин з концентрацією 10^{-9} дослідити таким чином: у 2 чашки Петрі залити по 10 мл суспензії, помістити їх під лампу УФ на відстані 0,5 м та опромінити одну з них 30 хв, другу 60 хв.

Вимірювання оптичної густини проводити за допомогою ФЕКу, світлофільтр – червоний, контроль – фізіологічний розчин.

Реєстрацію показників приладу здійснювати через 10-15 хв. після установки кювети.

Кількість клітин, які не зруйнувалися під дією УФ, розрахувати використовуючи калібрувальну криву.

За результатами проведених вимірювань зробити висновки.



❓ питання для самоконтролю

1. Що таке бактерицидна дія та бактериостатичний ефект?
2. У чому проявляється дія УФ-променів на бактеріальні клітини?

3. До яких змін у будові бактеріальної клітини призводить їх опромінення УФ-променями?
4. У чому суть методу десятичних розведень?
5. Опишіть методику приготування суспензії бактеріальних клітин за допомогою методу десятичних розведень.
6. Опишіть методику побудови калібрувальної кривої.

Лабораторна робота № 9

ВИЗНАЧЕННЯ ПРОНИКНОСТІ ЕРИТРОЦИТІВ ДЛЯ ІОНІВ КАЛІЮ МЕТОДОМ ПОЛУМ'ЯНОЇ ФОТОМЕТРІЇ

Мета роботи: дослідити за допомогою методу полум'яної фотометрії проникність еритроцитів для іонів калію.

Матеріали, обладнання, реактиви: мікроамперметр, центрифуга, центрифужні пробірки, скляні палички; кров, еталонні розчини, дистильована вода, 1,48 % розчин NaCl.

Питання для актуалізації знань

1. Що називається фотометрією?
2. На чому базується метод полум'яної фотометрії?
3. Яке застосування має полум'яна фотометрія?
4. Опишіть механізми міграції енергії електронного збудження.
5. Що таке обмінно-резонансна та індукційно-резонансна міграція енергії.
6. Чим обумовлені коливальні та хвильові процеси у живій системі? Який їх механізм?
7. Поясніть, що таке ядерно-магнітний резонанс.



Теоретичні відомості

Полум'яна фотометрія відноситься до порівняно нових методів емісійної спектроскопії, які швидко розвиваються.

Базується метод полум'яної фотометрії на тому, що термічна енергія високотемпературного полум'я достатня для збудження багатьох елементів. Збуджені в полум'ї елементи випускають випромінювання, довжина хвиль якого знаходяться у видимій області спектра, яке може бути зареєстровано фотоелементами або фотопластинками, які чутливі до цих областей.

Частота випромінюваного світла пов'язана з енергіями стану атому чи молекули відомим співвідношенням:

$$E_2 - E_1 = h\nu,$$

де: E_2 – енергія атома в збудженому стані;

E_1 – енергія атома в кінцевому стані;
 h – константа Планка;
 ν – частота випромінювання.

Елемент збуджений в полум'ї, завжди дає характерне випромінювання певної довжини хвилі. Довжина хвилі є, таким чином, характерним якісним фактором, який дає можливість зробити висновки щодо наявності інших елементів.

Таблиця 9 1

Довжина хвилі деяких хімічних елементів

Елемент	Довжина хвилі, λ	Максимальна чутливість визначення, %
Калій	7665,4	5×10^{-8}
Натрій	5890	1×10^{-6}
Літій	6740	5×10^{-6}
Кальцій	4227	3×10^{-4}
Магній	2852	1×10^{-4}
Залізо	3737	1×10^{-2}
Мідь	3275	1×10^{-3}

Разом з тим, інтенсивність випромінювання є якісною характеристикою процесу, який протікає в полум'ї. Дійсно, оскільки інтенсивність випромінювання збільшується зі зростанням кількості збуджених у полум'ї атомів, а проби, що аналізуються, зазвичай вводяться зі сталою швидкістю, то інтенсивність випромінювання буде залежати від концентрації розчину. Експериментальні результати, представлені у вигляді графіка залежності показників приладу від концентрації, дають стандартну калібрувальну криву, за якою простою інтерполяцією може бути вирахована концентрація розчину, який аналізується. Сьогодні за допомогою полум'яної фотометрії можна визначити цілий ряд елементів (таблиця 9.1).

У приладі можна виділити три основні частини.

1. Система збудження. Вона складається з полум'я – джерела емісії, куди подається суміш горючих газів; розпилювальної системи, яка складається з розпилювача та розпилювальної камери, де утворюється аерозоль, який надходить до полум'я, системи живлення, мається на увазі газового балона, компресора, регулятора тиску, манометру та ін.

2. Система виділення. До цієї системи входять усі деталі приладу, які призначені для виділення монохроматичного пучка світла: світлофільтри або монохроматори та лінзи, які до них відносяться, діафрагма та щілини.

3. Система реєстрації. Вона об'єднує всі засоби визначення випромінювання (фотоеlementи), електронні схеми підсилення та електричні прилади для одержання експериментальних прорахунків або безпосередніх

вимірів.

Область полум'яної фотометрії обмежена як кількістю елементів, які визначаються, так і тими обставинами, що аналізувати можна лише розчини. Однак у тих випадках, коли можна застосувати цей метод, він дає цілий ряд переваг. Це – висока чутливість, швидкість проведення дослідів (тривалість одного виміру 10–30 сек), невелика кількість розчину, необхідного для проведення аналізу (5–15 мл). Тому в останні роки метод полум'яної фотометрії одержав визнання та знаходить широке застосування в найрізноманітніших галузях науки та техніки.

ІНСТРУКЦІЯ

Завдання 1. Побудувати калібрувальну гриву за еталонними розчинами.

Визначення концентрації K^+ у дослідних розчинах розпочинається з побудови градуйованої кривої. Будується вона за еталонними розчинами, які готуються з чистих розчинів солі калію.

Побудова градуйованої кривої починають з фотометрування дистильованої води. При цьому регулятором «компенсація» світловий вказівник мікроамперметра встановлюють на «нуль». Необхідно мати два «нульових» розчина: один для промивки капіляра при переході від однієї концентрації до іншої, а другий – для перевірки нуля шкали.

Після фотометрування «нульової» проби провести фотометрування еталонного розчину, починаючи з найбільшої концентрації. При фотометруванні розчину найбільшої концентрації регулятором приладу «чутливість» потрібно виставити світловий показник на поділці «50» шкали мікроамперметра. Після цього знову профотометрувати добре очищену воду та регулятором приладу «компенсація» виставити світловий вказівник на «нуль», якщо він сам не повернеться в початкове положення через 3-4 хвилини.

Потім взяти еталонні розчини елементу з рівномірним підвищенням концентрації і по чергово ввести їх через розпилювач у полум'я фотометра.

Кожній концентрації розчину буде відповідати певне відхилення світлового показника мікроамперметра за рахунок зміни потоку. Із-за деякої інертності приладу показники знімаються через 1,5-2 хвилини після початку розпилення фотометричного розчину, коли світловий вказівник займе стійке положення.

Тиск повітря, газу, положення регулятора «компенсація» та «чутливість» повинні бути незмінними при фотометруванні всіх еталонних розчинів.

За одержаними результатами побудувати калібрувальну криву. Потім профотометрувати 1,48 % розчин NaCl та відмітити відсутність у ньому іонів калію.

Завдання 2. Дослідити проникність еритроцитів для іонів калію.

Зібрати кров, зараз же її відцентрифугувати (20 хв. при 5000 об/хв.), відділити сироватку, приготувати суспензію еритроцитів у 5 см³ 1,48 % розчині NaCl, обережно перемішуючи розчин скляною паличкою. Через 5 хвилин суспензію відцентрифугувати. Рідину злити в склянку для вимірювань та провести вимірювання, реєструючи появу в ній іонів калію, який вийшли з еритроцитів, за відхиленням світлового показника мікроамперметра. Потім у центрифужну пробірку з еритроцитами злити рідину зі склянки для вимірювання, обережно помішуючи скляною паличкою.

Через 30 хвилин розчин відцентрифугувати та провести аналогічне вимірювання центрифужної рідини. Дослід повторити через годину. Користуючись кривою, яка побудована за показниками мікроамперметра при фотометруванні еталонних розчинів KCl, визначити кількість іонів калію, що вийшли в розчин NaCl з еритроцитів. Побудувати криву залежності виходу K⁺ з еритроцитів від часу.

? питання для самоконтролю

1. Як розподіляються іони калію та натрію між клітиною та середовищем та чим це зумовлено?
2. Розкрийте методи визначення іонів калію та натрію, їх чутливість.
3. В чому полягає принцип методу полум'яної фотометрії, його переваги та недоліки.

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ

1. *Яку систему називають закритою (замкненою) термодинамічною системою?*
 - А) систему, яка не обмінюється з середовищем ні речовиною, ні енергією;
 - Б) систему, яка обмінюється енергією, але не речовиною;
 - В) систему, у якій відбувається обмін і речовиною, і енергією.
2. *Живі організми розглядають як:*
 - А) закриті системи;
 - Б) відкриті системи;
 - В) ізольовані системи.
3. *Живий організм – це:*
 - А) відкрита, гомогенна, самоврегульована, самовідтворювана система, яка розвивається, найважливішими функціями котрої є утворення біополімерів.
 - Б) замкнена, гомогенна, самоврегульована, самовідтворювана система, яка розвивається, найважливішими функціями котрої є утворення біополімерів.
 - В) відкрита, гетерогенна, самоврегульована, самовідтворювана система, яка розвивається, найважливішими функціями котрої є утворення біополімерів.
4. *Структурні властивості живих систем характеризують:*
 - А) відношення до зовнішніх систем;
 - Б) відносини між компонентами системами;
 - В) «матеріал», з якого створена система.
5. *Ідеалізація – один із методів біофізичних досліджень, означає:*
 - А) знехтування властивостями об'єктів або процесів, якими вони насправді володіють і які в цьому випадку не важливі;
 - Б) врахування тільки головних перемінних, що визначають дане явище, і нехтування другорядними;
 - В) наділення об'єктів і процесів властивостями, якими в реальності вони не володіють.
6. *Рівноважний стан системи характеризується:*
 - А) можливістю мимовільної зміни термодинамічних параметрів;
 - Б) однаковим значенням об'єму, тиску, температури тощо в усіх точках системи;
 - В) різним значенням параметрів у різних частинах системи.

7. Ізольованою термодинамічною системою називають:

- А) систему, яка не обмінюється з середовищем ні речовиною, ні енергією;
- Б) систему, яка обмінюється енергією, але не речовиною;
- В) систему, у якій відбувається обмін і речовиною, і енергією.

8. Формула, що зв'язує теплову енергію і температуру, має вигляд:

- А) $E = \frac{2}{3}kT$;
- Б) $E = kT$;
- В) $E = \frac{2}{3}T$.

9. Перший закон термодинаміки має вигляд:

- А) $U = \text{const}, \Delta U = 0$;
- Б) $H = U + pV$;
- В) $S = Q/T$.

10. Перший закон термодинаміки можна сформулювати наступним чином:

- А) тепловий ефект хімічної реакції визначається тільки різницею ентальпій кінцевих та вихідних речовин, що вступають в реакцію;
- Б) теплота не може мимовільно передаватись від більш холодного тіла до більш нагрітого;
- В) в ізольованій термодинамічній системі повний запас енергії – величина постійна.

11. Який вираз має формула, що описує вільну енергію Гельмгольца у диференційованій формі?

- А) $dF = dU - TdS$;
- Б) $dG = dH - TdS$;
- В) $dH = dU - pdV$.

12. Ізохорний процес відбувається за умови:

- А) $V = \text{const}$;
- Б) $P = \text{const}$;
- В) $t = \text{const}$.

13. Функція ентропії має вигляд:

- А) $dS = \frac{dU}{dT}$;
- Б) $dS = \frac{dQ}{dT}$;
- В) $dS = \frac{dQ}{T}$.

14. Термодинамічний потенціал Гельмгольца визначає корисну роботу процесу, що відбувається за постійних:

- А) температури і об'ємі;
- Б) температури і тиску;
- В) об'ємі і тиску.

15. Математичне вираження закону Гесса має вигляд:

- А) $Q = \sum H_i R - \sum H_j U$;
- Б) $Q = A + \Delta U$;
- В) $H = U + pV$.

16. Як формулюється закон Гесса?

- А) тепловий ефект хімічної реакції визначається тільки різницею ентальпій кінцевих та вихідних речовин, що вступають у реакцію;
- Б) теплота не може мимовільно передаватись від більш холодного тіла до більш нагрітого;
- В) в ізольованій термодинамічній системі повний запас енергії – величина постійна.

17. Хімічний потенціал описується рівнянням...

- А) $\mu_i = \frac{dU}{dn_i} = \frac{dH}{n_i} = \frac{dG}{dn_i} = \frac{dF}{dn_i}$;
- Б) $\mu_i = \frac{dU}{dn_i} + \frac{dH}{dn_i} + \frac{dG}{dn_i} + \frac{dF}{dn_i}$;
- В) $\mu_i = \frac{dU}{dn_i} = \frac{dH}{dn_i} = \frac{dG}{dn_i} = \frac{dF}{dn_i}$.

18. Для системи в стаціонарному стані характерно:

- А) максимальне значення ентропії;
- Б) наявність постійних градієнтів;
- В) вільна енергія дорівнює нулю.

19. Універсальним джерелом енергії в клітині є:

- А) АТФ;
- Б) ФМН;
- В) НАД

20. АТФ зазвичай знаходиться в комплексі з такими металами:

- А) Mg^{2+} , Mn^{2+} ;
- Б) Cu^{2+} , Mg^{2+} ;
- В) Cu^{2+} , Mn^{2+} .

21. Швидкість продукції ентропії для відкритої системи описується рівнянням:

- А) $dS/dt = deS/dt + diS/dt$;
- Б) $diS/dt = dS/dt + deS/dt$;

B) $deS/dt = diS/dt + dS/dt$

22. **Закон Фіка має вигляд:**

- A) $dm/dt = DS \, dc/dx$;
 Б) $dQ/dt = kS \, dT/dx$;
 В) $dV/dt = \pi r^4 / 8\eta l \cdot \Delta P$.

23. **Якими параметрами характеризується рівноважний стан системи?**

- A) можливістю мимовільної зміни термодинамічних параметрів;
 Б) однаковим значенням об'єму, тиску, температури і т.д. у всіх точках системи;
 В) різним значенням параметрів у різних частинах системи.

24. **Які із зазначених характеристик притаманні системі в стаціонарному стані?**

- A) максимальне значення ентропії;
 Б) наявність постійних градієнтів;
 В) вільна енергія дорівнює нулю.

25. **Встановіть відповідність процесів і потоків:**

- | | |
|-----------------------|---------------------------------|
| A) Дифузія; | Д) Потік іонів; |
| Б) Електричний струм; | Е) Об'ємний потік; |
| В) Течія рідини; | Ж) Потік незаряджених частинок; |
| Г) Електродифузія; | З) Потік електронів. |

26. **Прикладом стаціонарного стану є:**

- A) жаба;
 Б) закрита пробірка з водою;
 В) лампа накаливання (вимкнена).

27. **Приклад термодинамічної рівноваги – це:**

- A) жаба;
 Б) закрита пробірка з водою;
 В) австралійська мухоловка.

28. **До процесів пасивного транспорту відноситься:**

- A) проста дифузія;
 Б) транспорт з використанням АТФ;
 В) транспорт через пори.

29. **Що називається дифузією?**

- A) мимовільний процес проникнення речовини із області більшої концентрації в область меншої;

- Б) рух молекул води через напівпроникну мембрану із області меншої в область більшої концентрації розчиненої речовини;
- В) рух рідини через пори клітини під дією гідростатичного тиску.

30. Фільтрація – це:

- А) мимовільний процес проникнення речовини із області більшої концентрації в область меншої;
- Б) рух молекул води через напівпроникну мембрану із області меншої в область більшої концентрації розчиненої речовини;
- В) рух рідини через пори клітини під дією гідростатичного тиску.

31. Осмос – це: .

- А) рух води через напівпроникну мембрану із області з меншою в область з більшою концентрацією розчиненої речовини;
- Б) рух води через напівпроникну мембрану із області з більшою в область з меншою концентрацією розчиненої речовини;
- В) рух молекул речовини через напівпроникну мембрану із області з більшою в область з меншою концентрацією розчиненої речовини.

32. Активний транспорт речовин – це:

- А) перенесення молекул та іонів за електрохімічним градієнтом;
- Б) перенесення молекул та іонів проти електрохімічного градієнта, який відбувається завдяки енергії теплових процесів;
- В) перенесення молекул та іонів проти електрохімічного градієнта, який відбувається завдяки енергії метаболічних процесів.

33. Мимовільний процес проникнення речовини із області більшої концентрації в область меншої концентрації – це:

- А) дифузія;
- Б) осмос;
- В) аномальний осмос;
- Г) фільтрація.

34. Рух молекул води проти осмотичного градієнта – це:

- А) дифузія;
- Б) осмос;
- В) аномальний осмос;
- Г) фільтрація

35. Рух рідини через пори клітини під дією гідростатичного тиску – це:

- А) дифузія;
- Б) осмос;
- В) аномальний осмос;
- Г) фільтрація

36. Фільтрація обумовлена:

- А) гідростатичним тиском;
- Б) осмотичним тиском;
- В) тепловим хаотичним рухом;
- Г) електрохімічним градієнтом.

37. Дифузія обумовлена:

- А) гідростатичним тиском;
- Б) осмотичним тиском;
- В) тепловим хаотичним рухом;
- Г) електрохімічним градієнтом.

38. Активний транспорт фосфату спряжений:

- А) з гідролізом АТФ;
- Б) з мембранним потенціалом;
- В) з різницею потенціалів протонів.

39. Яким рівнянням описується загальна робота (A)?

- А) $A = RT \ln (c_2 / c_1) + F n (E_1 - E_2)$;
- Б) $A = mRT \ln (c_2 / c_1) + F m n (E_1 - E_2)$;
- В) $A = mRT \ln (c_2 / c_1) - F m n (E_1 - E_2)$.

40. Осмотична робота, що виконується системою при зміні концентрацій, описується формулою:

- А) $zF (c_2 - c_1)$;
- Б) $RT \ln (c_2 / c_1)$;
- В) $RT (c_2 - c_1)$.

41. Рівняння Вант-Гоффа, що описує осмотичний тиск, має вигляд:

- А) $p = icRT$;
- Б) $p = ic / RT$;
- В) $p = cRT$.

42. Потік речовини завдяки дифузії описується:

- А) законом Фіка;
- Б) законом Фур'є;
- В) рівнянням Пуайзеля

43. Перенесення твердих частинок через мембрану носить назву...

- А) піноцитозу;
- Б) фагоцитозу;
- В) ендоцитозу.

44. Рівняння Пуассона має вигляд:

- А) $d^2\varphi/dx^2 = \rho / \epsilon$;
- Б) $d^2\varphi/dx^2 = \epsilon / \rho$;
- В) $d^2\varphi/dx^2 = \rho \cdot \epsilon$.

45. Під в'язкістю рідини розуміють:

- А) здатність рідини рухатись через напівпроникні мембрани клітини;
- Б) швидкість руху одного шару рідини відносно іншого;
- В) опір переміщенню одного шару рідини відносно іншого.

46. Для практичних розрахунків коефіцієнта в'язкості користуються формулою:

- А) Фур'є;
- Б) Пуайзеля;
- В) Фіка

47. Яка з перелічених речовин є неньютонівською рідиною:

- А) колоїди, у яких частинки мають сферичну форму;
- Б) колоїди, які мають частинки паличкоподібної форми;
- В) розведені розчини високомолекулярних сполук.

48. Ньютонівською рідиною називається така, швидкість якої:

- А) непропорційна доданій силі;
- Б) не залежить суттєво від прикладеної сили;
- В) прямо пропорційна доданій силі.

49. Якою є залежність в'язкості від концентрації рідини?

- А) прямопропорційною;
- Б) зворотньо-пропорційною;
- В) лінійною.

50. Як залежить в'язкість рідини від температури ?

- А) прямопропорційно;
- Б) зворотньо-пропорційно;
- В) має лінійну залежність.

51. Чим обумовлена характеристична в'язкість?

- А) міжмолекулярними зв'язками макромолекул?
- Б) залежністю від концентрації рідини?
- В) залежністю від прикладеної сили?

52. Якою з наведених формул описується відносна в'язкість?

- А) $(\eta - \eta_0)/\eta_0 = (t - t_0)/t_0$;
- Б) $\eta / \eta_0 = t / t_0$;

В) $\eta = \text{Pr}^4\text{Pt}/81V$.

53. За якою формулою розраховують характеристичну в'язкість?

- А) $F = \eta S \, du/dx$;
- Б) $Q = nV_M/V$;
- В) $[\eta] = \lim_{c \rightarrow 0} \eta_{\text{пит}}/C$.

54. Збільшення трансмембранної різниці потенціалів називається:

- А) гіперполяризацією;
- Б) деполяризацією;
- В) реполяризацією.

55. Na^+ , K^+ - насос транспортує:

- А) із клітини 3 Na^+ , до клітини 2 K^+ ;
- Б) із клітини 3 K^+ , до клітини 2 Na^+ ;
- В) із клітини 2 Na^+ , до клітини 3 K^+ .

56. Для яких іонів є проникною біологічна мембрана в стані збудження?

- А) іонів Na^+ ;
- Б) іонів K^+ ;
- В) іонів Cl^- .

57. Вибіркова проникність біологічних мембран залежить від:

- А) осмотичного тиску ;
- Б) транспортних каналів;
- В) концентрації іонів

58. У яких структурах локалізуються Na^+ , K^+ -канали?

- А) мембрани мітохондрій;
- Б) мембрани пластид;
- В) плазматичні мембрани.

59. Під час генерації потенціалу дії проникність мембрани для іонів калію:

- А) значно більшої проникності, ніж для іонів натрію;
- Б) значно меншої проникності, ніж для іонів натрію;
- В) приблизно дорівнює проникності для іонів натрію.

60. У процесі уніпорту здійснюється:

- А) транспорт однаково заряджених іонів двох типів у різні боки;
- Б) транспорт протилежно заряджених іонів у один бік;
- В) односпрямований транспорт заряджених частинок зі зниженням градієнта електричного потенціалу на мембрані.

61. Дзета-потенціал має вигляд:

- А) $\xi = 4\pi\eta/UД$;
- Б) $\xi = 4\pi\eta U/VД$;
- В) $\xi = 4\pi\eta V/UД$.

62. Різниця електрохімічного потенціалу на мембрані клітини має вигляд:

- А) $\Delta\mu_{H^+} = F\Delta\phi + 2,3 RT\Delta pH$;
- Б) $\Delta\mu_{H^+} = F\Delta\phi + 2,3 RN\Delta pH$;
- В) $\Delta\mu_{H^+} = F\Delta\phi + 2,3 RP\Delta tH$.

63. Збільшення трансмембранної різниці потенціалів називається:

- А) гіперполяризацією;
- Б) деполяризацією;
- В) реполяризацією.

64. Пондермоторну силу можна описати за допомогою рівняння:

- А) $\vec{F} = (\epsilon_A - \epsilon_B) \cdot E_A \cdot V \cdot \vec{E}_B$;
- Б) $\vec{F} = \epsilon_A - \epsilon_B / E_A \cdot V \cdot \vec{E}_B$;
- В) $F = (\epsilon_A - \epsilon_B) \cdot E_A \cdot E_B$.

65. За допомогою якого приладу визначають електропровідність?

- А) ФЕКу;
- Б) віскозиметра;
- В) кондуктометра.

66. Які структури клітин рослин, тварин, бактерій є напівпровідниками?

- А) рибосоми;
- Б) мітохондрії;
- В) мембрани.

67. За якою формулою розраховується електропровідність?

- А) $Q = nV_M/V$;
- Б) $L = 1/R$;
- В) $R = \rho l/S$.

68. В'язкість рідин визначають за допомогою:

- А) ФЕКу;
- Б) віскозиметра;
- В) кондуктометра.

69. Опір, що виникає при проходженні постійного струму – це:

- А) омичний;
- Б) ємнісний;
- В) омичний і ємнісний.

70. Явище дисперсії електропровідності живої тканини спостерігається:

- А) при зменшенні ємнісного опору;
- Б) при проходженні змінного струму;
- В) при проходженні постійного струму.

71. Рівняння, що описує закон Ома має вигляд:

- А) $F = \eta S \, du/dx$;
- Б) $Y = U - P(t)/R$;
- В) $H = U + pV$.

72. Явище поляризації спостерігається:

- А) тільки в живих клітинах;
- Б) тільки в мертвих клітинах;
- В) як у живих, так і в мертвих клітинах.

73. Встановіть відповідність переміщення іонів і електронів виду поляризації:

- | | |
|---------------------|---|
| А) Орієнтаційна; | 1. Зміщення електронів відносно ядер; |
| Б) Електронна; | 2. Переміщення іонів та електронів в межах провідного шару; |
| В) Макроструктурна; | 3. Переміщення іонів та електронів проти зовнішнього поля; |
| Г) Іонна; | 4. Перерозподіл зарядів поблизу подвійного електронного шару; |
| Д) Поверхнева. | 5. Зміщення іонів відносно кристалічної решітки. |

74. Що називається поляризацією?

- А) проникність іонів одного знаку заряду при проходженні електричного струму;
- Б) непроникність іонів одного знаку заряду при проходженні електричного струму;
- В) здатність іонів рухатись через мембрани клітин.

75. При пониженні температури на 10^0C час існування потенціалу дії:

- А) збільшується в 3 р.;
- Б) зменшується в 3 р.;
- В) збільшується в 2 р.

76. Товщина подвійного електричного шару описується рівнянням:

A) $\sigma = \frac{\sqrt{RTE}}{2F^2C}$;

Б) $\sigma = \frac{\sqrt{RT\varepsilon}}{2FC}$;

В) $\sigma = \frac{\sqrt{RT\varepsilon}}{2F^2C}$.

77. Рівняння Гольдмана має вигляд:

A) $\varphi_m = RTF \cdot \ln \frac{P_K[K^+]_0 + P_{Na}[Na^+]_0 + P_{Cl}[Cl^-]_0}{P_K[K^+]_j + P_{Na}[Na^+]_j + P_{Cl}[Cl^-]_j}$;

Б) $\varphi_m = \frac{RT}{F} \ln \frac{P_K[K^+]_0 + P_{Na}[Na^+]_0 P_{Cl}[Cl^-]_j}{P_K[K^+]_j + P_{Na}[Na^+]_j + P_{Cl}[Cl^-]_0}$;

В) $\varphi_m = \frac{RT}{F} \ln \frac{P_K[K^+]_0 + P_{Na}[Na^+]_0 + P_{Cl}[Cl^-]_0}{P_K[K^+]_j + P_{Na}[Na^+]_j + P_{Cl}[Cl^-]_j}$.

78. У стані спокою потенціал нервової клітини наближується до рівноважного:

A) кальцієвого потенціалу;

Б) натрієвого потенціалу;

В) калієвого потенціалу

79. Абсолютний рефракторний період – це:

A) коли нервово волокно надзбуджене;

Б) коли поріг виникнення потенціалу дії значно підвищений;

В) коли нервово волокно не збуджується.

80. Телеграфне рівняння має вигляд:

A) $\frac{\partial^2 V}{\partial X^2} = \frac{\rho_a}{r} \left[C_m \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{V}{\rho_m l} \right]$;

Б) $\frac{\partial^2 V}{\partial X} = \frac{2\rho_a}{r} \left[C_m \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{V}{\rho_m l} \right]$;

В) $\frac{\partial^2 V}{\partial X^2} = \frac{2\rho_a}{r} \left[C_m \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{V}{\rho_m l} \right]$.

81. Основна функція ферментів – збільшення швидкості хімічної реакції внаслідок:

A) зниження енергії активації хімічної реакції;

Б) підвищення температури хімічної реакції;

В) підвищення енергії активації хімічної реакції.

82. Внутрішньо-молекулярні рухи атомів зумовлюють поглинання:

- А) інфрачервоної області спектра;
- Б) видимої області спектра;
- В) ультрафіолетової області спектра.

83. Іонізуюче випромінювання викликає:

- А) збудження атомів, але не іонізацію;
- Б) збудження і іонізацію атомів;
- В) переважно іонізацію атомів.

84. Явище пошкодження та загибелі клітин при освітлюванні за присутності деяких барвників має назву:

- А) фотоперегрупування;
- Б) фоторозпаду;
- В) фотодинамічної дії.

85. Приєднання молекулярного кисню до фотозбудженої молекули називається:

- А) фотоокислення;
- Б) фотовідновлення;
- В) фотооксидування.

86. Повторне поглинання квантів світла, які випромінюються збудженими молекулами, називається:

- А) реадсорбцією;
- Б) реабсорбцією;
- В) фільтрацією.

87. Які з вказаних розчинів мають антиокислювальні властивості?

- А) розчин еритрозину;
- Б) фізіологічний розчин;
- В) розчин гіпосульфїту натрію.

88. Бактерицидний ефект чинить УФ-випромінювання з довжиною хвилі:

- А) 400-315 нм;
- Б) 315-280 нм;
- В) 280-200 нм.

89. Найпростіший випадок міжмолекулярної міграції енергії електронного збудження – повторне поглинання квантів світла, які випромінюються збудженими молекулами, називається:

- А) реадсорбцією;
- Б) реабсорбцією;
- В) фільтрацією.

90. *Фотохімічні зміни відбуваються тільки під впливом світла, який поглинається хімічною системою. Це закон...*
А) Ейнштейна;
Б) Дрепера;
В) Гротгуса–Дрепера.
91. *Поглинення світла і міграція енергії електронного збудження – це:*
А) фотофізична стадія фотобіологічного процесу;
Б) фотохімічна стадія фотобіологічного процесу;
В) фотосинтез.
92. *Перенесення електрона на збуджену молекулу – це:*
А) фотоокиснення;
Б) фотовідновлення;
В) фотодеструкція.
93. *Закон фотохімічної еквівалентності – це:*
А) закон Дрепера;
Б) закон Енштейна;
В) закон Гротгуса-Дрепера.
94. *Обмінно-резонансна міграція енергії здійснюється при:*
А) значній відстані між донором і акцептором;
Б) досить сильному зближенню донора і акцептора;
В) певній фіксованій відстані між донором і акцептором.
95. *Обмінно- резонансна міграція енергії відбувається при:*
А) перекритті електронних орбіталей молекул донора;
Б) перекритті електронних орбіталей молекул акцептора;
В) перекритті електронних орбіталей молекул донора і акцептора.
96. *До пігментів, що беруть участь у фотобіологічних процесах, належать:*
А) хлорофіли;
Б) меланіни;
В) гемоглобін.
97. *До пігментів морфолого-приспосувального значення відносяться:*
А) меланіни;
Б) каротиноїди;
В) каталаза.

98. *Пігменти, які вибірково поглинають видиму частину спектру:*

- А) гемоглобін;
- Б) меланіни;
- В) каталаза.

99. *Які сполуки належать до порфіринів?*

- А) гем гемоглобіну;
- Б) каротиноїди;
- В) каталаза.

100. *Роздільна здатність мікроскопа залежить від:*

- А) апертури об'єктива;
- Б) освітленості предмета;
- В) довжини хвилі джерела світла.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна:

1. Сливко Е. І., Мельнікова О. З., Іванченко О. З. Медична і біологічна фізика : навчальний посібник для студентів спеціальності 222 «Медицина». Запоріжжя, 2018. 291 с.
2. Терещенко М. Ф., Тимчик Г. С., Яковенко І. О. Біофізика : підручник. Київ : КПІ ім. І. Сікорського : Політехніка, 2019. 444 с.
3. Фізика з основами біофізики : навчальний посібник / за заг. ред. С.С. Авотіна. Харків : Харківський нац. аграр. ун-т. ім. В. В. Докучаєва. 2020. 291 с.

Додаткова:

1. Біофізика. Фізичні методи аналізу та метрологія : підручник /під. ред. Е. І. Личковського, В. О. Тіманюк, О. В. Чалого та ін. Вінниця : Нова книга, 2014. 464 с.
2. Біофізика і біомеханіка : підручник. /під. ред. В. С. Антонюк, М. О. Бондаренко та ін. Київ : Політехніка, 2012. 344 с.
3. Гродзинський Д. М. Радіобіологія: підручник для студентів біологічних спеціальностей вищих навчальних закладів. Київ : Либідь, 2001. 448 с.
4. Зима В. Л. Біофізика : навчальний. посібник для студ. біол., медичн. та фізичн. фак. вищих навчальних закладів. Київ : Вища школа, 2001. 128 с.
5. Ємчик Л.Ф., Кміт Я.М. Медична і біологічна фізика : підручник. Львів : Світ, 2003. 592 с.
6. Костюк П. Г., Зима В. Л., Магура І. С., Мірошніченко М. С. Біофізика. Київ : Видавництво «Обереги», 2001. 544 с.
7. Літнарів Р. М. Біофізика. Медична фізика, теоретична і прикладна фізика. Рівне : МЕРУ, 2011. 208 с.
8. Медична та біологічна фізика : підручник /під. ред. О. В. Чалого, Е. І. Личковського та ін. Вінниця : Нова книга, 2013. 528 с.
9. Посудін Ю. І. Біофізика : підручник. Київ : Ліра-К, 2016. 472 с.
10. Posudin Yu. Physics with Fundamentals of Biophysics. Kyiv, 2016. 212 p.

Інформаційні ресурси:

1. Біофізика. Відкритий підручник. URL: <http://build.molpit.org/pub/biophysics/tutorial.pdf>
2. Medical and biological physics (Vol.3: Electromagnetism and optics in Medicine). 2013. URL : https://0db4a40c-a-111754dc-s-sites.googlegroups.com/a/bsmu.edu.ua/fizika-2/vidavnica-dialnist/posibniki-ta-pidrucniki/book-2013_1.jpg?attachauth=ANoY7c
3. Посудін Ю. І. Фізика з основами біофізики : підручник. Київ : Світ, 2003. URL : <https://repository.ldufk.edu.ua/handle/34606048/24506>

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бойко В. В., Залоїло І. А., Годлевська О. О. Практикум з біофізики : посібник для студентів вищих навчальних закладів. Київ : Ліра-К, 2017. 432 с.
2. Ємчик Л.Ф., Кміт Я.М. Медична і біологічна фізика : підручник. Львів : Світ, 2003. 592 с.
3. Кравець В. І. Методичні рекомендації до проведення практичних занять з біофізики. Івано-Франківськ : Прикарпатський національний університет, 2003. 48 с.
4. Кравець В. І. Лабораторний практикум з біофізики. Івано-Франківськ : Прикарпатський національний університет, 2004. 24 с.
5. Лопушанський Я. Й. Збірник задач і запитань з медичної і біологічної фізики. Вінниця : Нова книга, 2010. 584 с.
6. Медична та біологічна фізика. Лабораторний практикум : посібник / под. ред. Е. І. Личковського, М. А. Пайкуш, З. Я. Федорович та ін. Київ : Знання, 2012. 415 с.
7. Попов Є. Г., Толстенко О. В., Цоцко В. І. Фізика з основами біофізики : лабораторний практикум і збірник задач. Дніпропетровськ : Дніпропетровський державний аграрний університет. 2008. 129 с.
8. Практикум з біофізики : навчальний посібник : [для студентів вищих навчальних закладів] /А. В. Тарновська, М. Б. Галан, Н. П. Головчак та ін. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. 182 с.
9. Рильський О. Ф., Костюченко Н. І. Біофізика : методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» напряму підготовки «Біологія» денної форми навчання. Запоріжжя : ЗНУ, 2014. 48 с.

Навчальне видання
(українською мовою)

Рильський Олександр Федорович
Костюченко Наталія Іванівна

ФІЗИКА БІОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ

Методичні рекомендації до лабораторних занять
для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавр спеціальності «Біологія»
освітньо-професійної програми «Біологія»

Рецензент *О. М. Войтович*
Відповідальний за випуск *О. Ф. Рильський*
Коректор *Н. М. Притула*