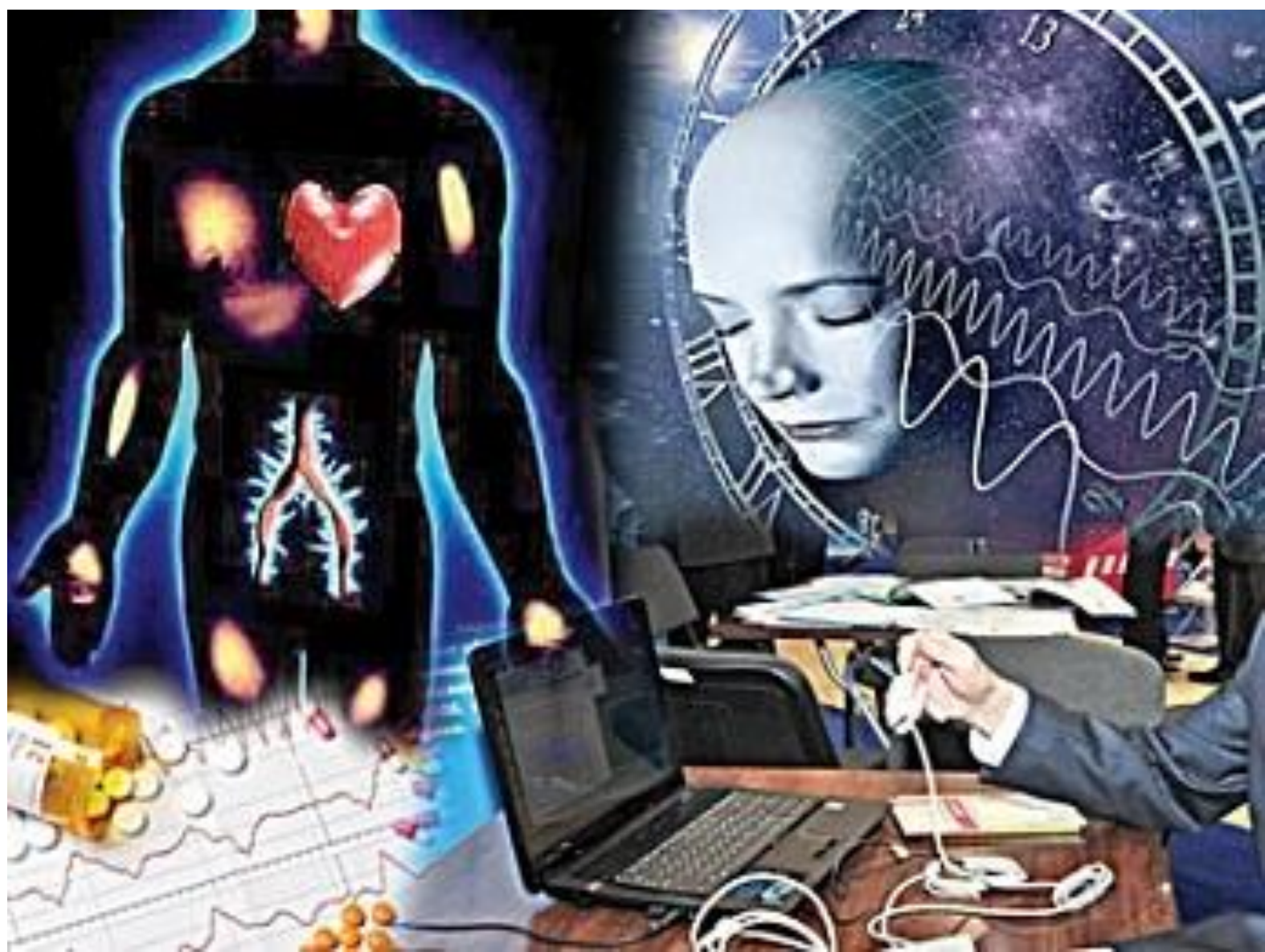


БІОФІЗИКА



Міністерство освіти і науки України
Житомирський державний університет імені Івана Франка

Укладачі:
Л. А. Васільєва
О.А. Сорочинська

БІОФІЗИКА

Методичні рекомендації до виконання лабораторних занять

Житомир
Вид-во ЖДУ імені Івана Франка
2018

УДК 577.3(075.8)
Б63

*Рекомендовано до друку вченою радою Житомирського державного університету
імені Івана Франка
(протокол №4 від 30 листопада 2018 р.)*

Рецензенти:

С. В. Гордійчук – кандидат біологічних наук, проректор з навчальної роботи Житомирського медичного інституту;

Т. В. Пінкіна – кандидат біологічних наук, доцент кафедри біоресурсів, аквакультури та природничих наук Житомирського національного агроекологічного університету.

Б63 Біофізика: Методичні рекомендації до виконання лабораторних занять. /
Укладачі: Л. А. Васільєва, О. А. Сорочинська – Житомир: Вид-во ЖДУ
ім. І. Франка, 2018. – 44 с.

Запропоновані методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт містять основні теми, необхідні для початкового розгляду фізичних процесів та механізмів, що складають основу життєдіяльності живих організмів; застосування сучасних фізичних методів та приладів у дослідженні зазначених процесів.

Для студентів вищих навчальних закладів освіти спеціальності 091 Біологія та вчителів-біологів загальноосвітніх шкіл.

УДК 577.3(075.8)

© □ Л.А. Васільєва, О.А. Сорочинська. 2018
© Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2018

Зміст

<u>Передмова</u>	6
<u>Лабораторна робота 1-2.</u> ТЕМА: Вступ до біофізики. Історія розвитку біофізики. Методи біофізики ...	7
<u>Лабораторна робота 3-5.</u> ТЕМА: Термодинаміка біофізичних процесів. Терморегуляція. Термобіологія	13
<u>Лабораторна робота 6-7.</u> ТЕМА: Основи молекулярної біофізики. Біофізика клітин	24
<u>Лабораторна робота 8-9.</u> ТЕМА: Основи біомеханіки та механобіології. Дослідження гемодинамічних процесів в організмі людини.....	30
<u>Лабораторна робота 10-12.</u> ТЕМА: Основи біоакустики та фотобіології.....	36
<u>Перелік питань до контрольних робіт</u>	40
<u>Список використаної літератури</u>	42

Передмова

Біофізика – це розділ біологічної науки, який вивчає фізичні явища, що відбуваються на різних рівнях організації життя. Залежно від цього виділяють різні галузі біофізики: молекулярна біофізика, біофізика клітини, біофізика складних систем; теоретична та прикладна біофізика тощо. Біофізика як окрема навчальна дисципліна вперше була введена у 1920 році в Гарвардській медичній школі, а науковий інститут біофізики було засновано у Німеччині в 1937 році. В українських закладах вищої освіти біофізика як окремий курс викладається порівняно недавно. Проте біофізика разом із іншими дисциплінами, такими як фізіологія, молекулярна біологія тощо стала фундаментом для розвитку наук про живе. Тому підготовка висококласного фахівця біолога неможлива без опанування базових понять, ключових компетентностей даної дисципліни.

Метою дисципліни «Біофізика» є формування у студентів біофізичного мислення, здатності кількісного опису складних біологічних явищ на основі точних експериментів. Під час вивчення даного курсу студенти з'ясовують молекулярні основи структури та функціонування субклітинних утворів, виявляють загальні закони обміну речовин і енергії на рівні клітини, вивчають шляхи та механізми трансформації різних видів енергії в живих системах, з'ясовують фізичні процеси кровообігу, зору, слуху тощо.

У методичних рекомендаціях до виконання лабораторних робіт розміщено інструкції до їх виконання, питання до контрольної роботи та список використаної літератури. Кожна лабораторна робота містить методичні рекомендації до її виконання, ключові поняття, цікаві корисні дані, перелік тем для підготовки повідомлень, презентацій, а також контрольні питання та тестові завдання для самоконтролю, рекомендовану літературу.

Зазначені рекомендації написані відповідно до програми курсу «Біофізика» для студентів-біологів природничого факультету. Але, автори сподіваються, що вони будуть корисні магістрантам, аспірантам, учителям біології і фізики та іншим, хто цікавиться сучасною біологічною наукою.

Лабораторна робота 6-7

Тема: ОСНОВИ МОЛЕКУЛЯРНОЇ БІОФІЗИКИ. БІОФІЗИКА КЛІТИН

Мета: з'ясувати особливості біофізики органічних та неорганічних сполук живих організмів та ознайомитися з основними фізичними процесами, що протікають в клітині.

Ключові поняття: біополімери, амінокислоти, нуклеїнові кислоти, вітаміни, гормони, кофактори, ферменти, комплексні сполуки, ліганди, біполярний шар, трансмембранний потенціал, потенціал спокою, гіперполяризація, деполяризація, потенціал дії, реверсія мембранного потенціалу, реполяризація, осмотична робота.

План

1. Молекулярний склад живих організмів. Коротка характеристика основних груп біополімерів.
2. Біологічна роль води, її структура та властивості.
3. Біофізика білків та нуклеїнових кислот.
4. Ферментативний каталіз.
5. Біофізика клітини.
6. Будова та функції біологічних мембран.

Інструкція до виконання

1. Розглянути теоретичні питання.
2. Підготувати повідомлення (мультимедійні презентації, відео тощо):
 - Нюх та нюховий аналізатор тварин.
 - Методи аналізу запахів.
 - Смак та смаковий аналізатор тварин.
 - Методи дослідження смаку.
 - Норма та патологія сприймання запаху та смаку у людини.

Контрольні питання:

1. У чому полягає біологічна роль білків? Яка роль амінокислотної послідовності у конформації білкових молекул і їх біологічній активності?
2. Конкуренція молекул води за місця утворення водневих зв'язків у білкових молекулах.
3. Умови виникнення іонних зв'язків у білках. Утворення специфічних дисульфідних зв'язків. Періодичні структури молекул: α -спіраль і β -спіраль.
4. Молекулярний механізм взаємодії ферменту з субстратом.
5. Опишіть структуру біологічної мембрани та її основні функції.
6. Чим викликана наявність потенціалу спокою на міжклітинній мембрані клітини?
7. До якого потенціалу (калієвого, кальцієвого, натрієвого) наближується потенціал спокою клітини?
8. У чому виражаються гіперполяризація та деполяризація клітинної мембрани?
9. Що таке потенціал дії, і коли він виникає на клітинній мембрані?
10. Що є необхідною умовою для виникнення потенціалу дії?
11. Які кількісні відношення між іонами калію, натрію та хлору в клітинній мембрані у стані спокою та при збудженні?
12. Які процеси в клітинній мембрані відбуваються при дії електричного струму?
13. Що таке сила осмотичного тиску на біологічній мембрані? Чому вона дорівнює?
14. Які види роботи існують у біологічних системах?
15. У чому полягає осмотична робота у біологічних системах?
16. Що таке осмотична енергія іона або молекули?
17. У чому полягає електрична робота у живому організмі?
18. Чому дорівнює робота при перенесенні зарядів крізь клітинну мембрану?

Рекомендована література

Основна:

1. Біофізика і біомеханіка: підручник / В. С. Антонюк, М. О. Бондаренко, В. А. Ващенко, Г. В. Канашевич, Г. С. Тимчик, І. В. Яценко. – Київ: Політехніка, 2012. – 344 с.
2. Деркач М. П. Основи біофізики. – Вид-во Львівського ун-ту, 1967.
3. Костюк П. Г. та ін. Біофізика. – К.: «Вища школа», 2008.
4. Посудін Ю. І. Біофізика рослин. Підручник – Вінниця: Нова Книга, 2004. – 256 с.
5. Посудін Ю. І. Фізика з основами біофізики: Підручник. – Київ, Світ, 2003. – 400 с.

Допоміжна:

1. Біофізика: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений. – Гуманит. изд. Центр ВЛАДОС, 1999. – 288с
2. Ємчик Л. Ф., Кміт Я. М. Медична і біологічна фізика. – Львів, "Світ", 2003.

3. Ремизов А. Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: Высш. шк., 2008.
4. Трухан Э. М. Введение в биофизику: Учебное пособие. – М.: МФТИ, 2008. – 242 с.
5. Чалий О. В., Агапов Б. Т., Цехмістер Я. В. та ін. Медична і біологічна фізика: Підручник. – К.: Книга плюс, 2005.

Довідково-інформаційні дані для проведення лабораторних робіт

Тестові завдання (завдання для самостійної роботи):

1. Основне завдання молекулярної біофізики – це:

- А) з'ясування зв'язків фізичної структури і властивостей біологічно важливих молекул з виконуваними ними в організмі функціями;
- Б) з'ясування функцій біологічно важливих молекул в живих організмах;
- В) з'ясування зв'язків фізичних властивостей біологічно важливих молекул з їх будовою;
- Г) з'ясування ролі білків, вуглеводів, нуклеїнових кислот у клітинах живих організмів.

2. Модель просторової структури ДНК запропонували:

- А) Джонатан Сингер і Гарт Ніколсон;
- Б) Л. Полінг та Р. Корі;
- В) Ервін Чаргафф;
- Г) Джеймс Уотсон і Френсіс Крик.

3. Два ланцюги нуклеотидів обвивають один одного, створюючи закручену праворуч спіраль – це:

- А) ДНК (вторинна структура);
- Б) білок (третинна структура);
- В) ДНК (суперспіраль);
- Г) т-РНК.

4. Біологічна роль води визначається особливістю її:

- А) молекулярної структури, не полярністю її молекул;
- Б) молекулярної структури, полярністю її молекул;
- В) асиметрією її молекул;
- Г) будови атомів.

5. При поганій розчинності сполук у воді спостерігається:

- А) зміна вільної енергії є негативною, ентропія системи збільшується;
- Б) зміна вільної енергії є негативною, ентропія системи зменшується;
- В) зміна вільної енергії є позитивною, ентропія системи зменшується;
- Г) зміна вільної енергії є позитивною, ентропія системи збільшується.

6. Знаходження найбільш стійкої конформації білкового ланцюга вимагає:

- А) збільшення її повної енергії, включаючи енергію внутрішньомолекулярних дисульфідних зв'язків;
- Б) мінімізації її ентальпії;
- В) мінімізації її повної енергії, включаючи енергію внутрішньомолекулярних водневих зв'язків;
- Г) жодна відповідь не є правильною.

7. У 1964 році Фішер встановив, що, знаючи загальне число амінокислотних залишків у ядрі і відношення полярних залишків до неполярних, у білку можна передбачити:

- А) форму глобули;
- Б) функції фібрили;
- В) структуру глобули;
- Г) властивості фібрили.

8. Якщо розділити мембраною розчини з різною концентрацією іонів, що вільно дифундують, то між двома її боками виникне напруга, яка називається:

- А) трансмембранним потенціалом;
- Б) потенціалом спокою;
- В) рівноважним калієвим потенціалом;
- Г) всі відповіді правильні.

9. Проникність мембрани у спокій:

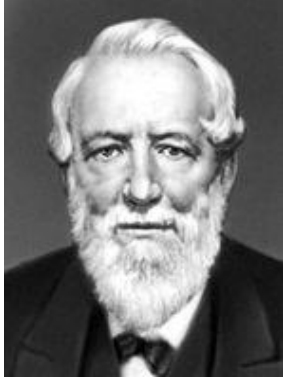

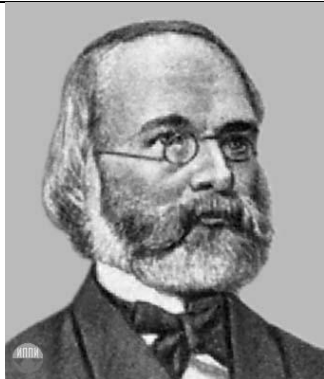
- А) для K^+ є приблизно у 25 разів нижчою, ніж для Na^+ ;
- Б) для Na^+ є приблизно у 25 разів нижчою, ніж для K^+ ;

В) для Na^+ є приблизно у 5 разів нижчою, ніж для Ca^+ ;
Г) концентрація Na^+ та K^+ однакова.

10. Максимальне значення потенціалу дії становить зазвичай:

А) 30-40 мВ; Б) 40-60 мВ; В) 300-400 мВ; Г) 0,4-0,6 мВ.

Історичний огляд становлення біологічних мембран

	<p>40-і рр. XIX ст. – Дюбуа-Реймон повідомив, що між внутрішньою та зовнішньою поверхнями шкіри жаби існує різниця електричних потенціалів.</p>
	<p>1851 р. – фон Моль описав плазмоліз клітин рослин.</p>
	<p>1855 р. – фон Негелі пояснив осмотичні властивості клітин наявністю у них напівпроникних клітинних мембран. Фік встановив закон дифузії.</p>



1877 р. – **Пфедфер** опублікував свою працю «Дослідження осмосу», де постулював існування клітинних мембран, порівнював клітини з осмометрами, які мають штучні напівпроникні мембрани.



80-і рр. XIX ст. – **де Фріз** продовжив осмометричні дослідження рослинних клітин. Його дослідження слугували фундаментом при створенні фізико-хімічної теорії осмотичного тиску та електролітичної дисоціації Вант Гоффом та Арреніусом.



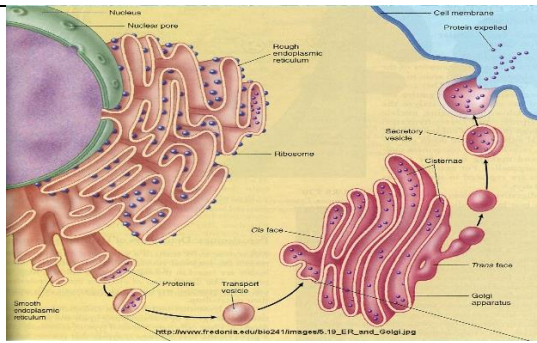
1888 р. – **Нернст** отримав рівняння для рівноважного потенціалу мембрани.

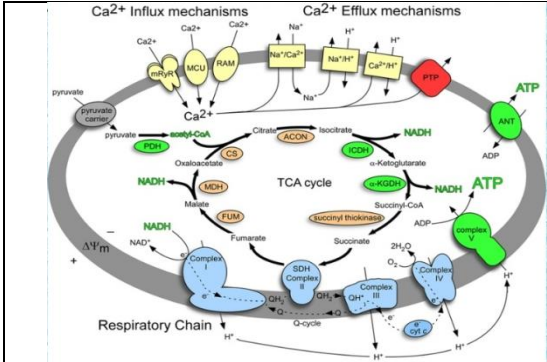


1890 р. – **Оствальд** висловив припущення про можливу роль мембран у біоелектричних процесах.

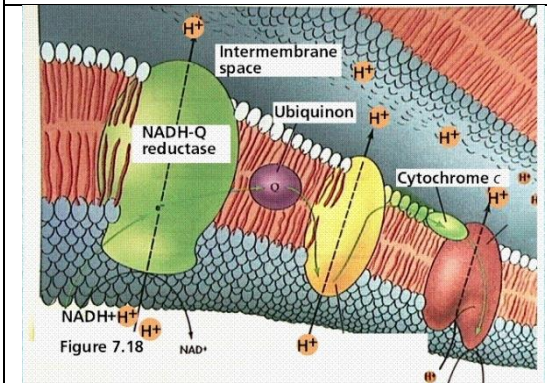
	<p>1935 р. – Даніелі та Давсон сформулювали гіпотезу про подвійність ліпідного шару, який визначає будову плазматичної мембрани.</p>
	<p>1966 р. – Ленард та Сингер запропонували рідинно-мозаїчну модель структури біомембрани.</p>
	<p>1970 р. – Вандеркой та Грін запропонували білково-кристалічну модель структури бішарової мембрани. Наявність у мембрані жорсткої білкової структури обумовлена дальнодіючими білок-білковими взаємодіями.</p>

Функції біомембран (заповнити таблицю)

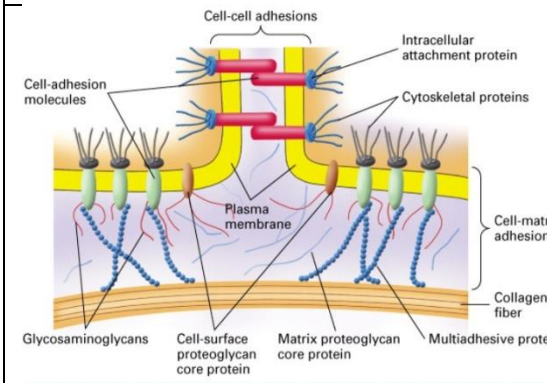
	<h4>Функції біомембран</h4> <ol style="list-style-type: none"> 1. Обмеження та обособлення клітин та органел.
---	--



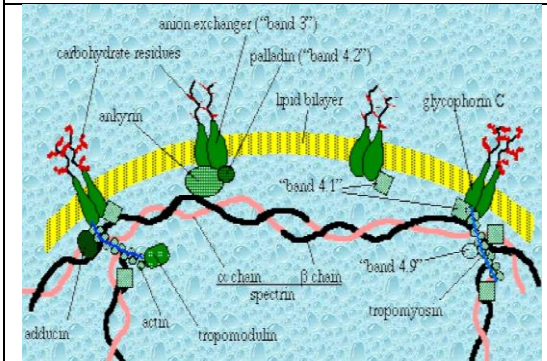
2. Контрольований транспорт метаболітів та іонів



3. Ферментативний каталіз.



4. Контактна взаємодія



5. Зайкорювання цитоскелету

Транспорт речовин через мембрану (заповнити таблицю)

Зображення	Назва, суть та приклади транспорту речовин
