

# Історія і методика викладання фізики

М.І. Мойсеєнко, О.Т. Гамарник, Н.В.Остапович, М.Я.Сегін

## БІОФІЗИКА

### Методичні рекомендації для студентів спеціальності «Фармація»

*ДВНЗ «Івано-Франківський національний медичний університет»  
вул. Галицька, 2, м. Івано-Франківськ, 76000, Україна*

Біологічна фізика як навчальна дисципліна:

- базується на попередньо вивчених студентами в середній загальноосвітній школі таких предметів, як “Фізика”, “Математика”, “Біологія”;
- забезпечує високий рівень біофізичної підготовки;
- закладає у студентів фундамент для подальшого засвоєння ними знань із профільних теоретичних і професійно орієнтованих дисциплін (фізичної і колоїдної хімії, біохімії, патофізіології, фізичних методів аналізу і метрології, фармацевтичної хімії, аптечної технології ліків та ін.)

*Організація навчального процесу здійснюється за кредитно-модульно-рейтинговою системою відповідно до вимог Болонської декларації.*

Програма дисципліни “Біологічна фізика” структурована на два модулі, які містять дев’ять змістових модулів.

М. Moysyenko, O. Gamarnyk, N. Ostapovych, M. Sehin

## BIOPHYSICS

### Methodical instructions for students of the pharmaceutical department majoring in “Pharmacy”

*The Ivano-Frankivsk National Medical University  
2, Galyska Str., Ivano-Frankivsk, 76000, Ukraine*

Biological Physics as an educational discipline:

- is based on subjects previously learned by students in secondary schools, such as “Physics”, “Mathematics”, “Biology”;
- provides a high level of biophysical preparation;
- lays foundation for students’ further acquisition of knowledge in profile theoretical and professionally oriented disciplines (physical and colloid chemistry, biochemistry, physiopathology, physical methods of analysis and metrology, pharmaceutical chemistry, pharmaceutical technology of medications and other).

*Organization of the educational process is carried out in credit-module-rating system in accordance with the requirements of Bologna declaration.*

The curriculum of the “Biological Physics” course consists of two modules containing nine content modules.

#### Модуль 1. Основи загальної біофізики

##### *Змістові модулі:*

1. Основи біомеханіки та біоакустики.
2. Основи біореології та гемодинаміки.
3. Термодинаміка біологічних систем. Основи біофізики білків і нуклеїнових кислот.
4. Біофізичні основи мембранних процесів.
5. Фізичні основи електрографії тканин і органів.

**Модуль 2. Біофізичні основи дії зовнішніх фізичних факторів  
на тканини організму**

**Змістові модулі:**

6. Дія електричного струму і електромагнітних полів на тканини організму.
7. Поширення світла в речовині. Елементи біофізики зору.
8. Квантово-механічні методи дослідження.
9. Іонізуюче випромінювання. Основи дозиметрії.

Видами навчальних занять згідно з навчальним планом є: а) лекції; б) практичні (лабораторні або семінарські) заняття; в) самостійна робота студентів; г) консультації.

**Структура залікового модуля  
Модуль 1: Основи загальної біофізики**

Тема	Лекції	Лаб.-практ. заняття	СРС	Індивідуальна робота
<b>Змістовий модуль 1. Основи біомеханіки і біоакустики</b>				
Динаміка обертального руху	2	2	8	Підготовка огляду наукової літератури та написання реферату за однією з тем
Механічні коливання і хвилі		2		
Звук. Аудіометрія		2		
Фізична модель органу слуху		2		
Ультразвук. Інфразвук		2		
<b>Змістовий модуль 2. Основи біореології та гемодинаміки</b>				
Властивості рідин	2	2	6	Виконання індивідуальної розрахункової роботи
Вивчення поверхневого натягу рідин		2		
Вивчення в'язкості рідин		2		
Моделі кровообігу. Пульсова хвиля. Робота серця	2	2		
<b>Змістовий модуль 3. Термодинаміка біологічних систем. Основи біофізики білків і нуклеїнових кислот</b>				
Термодинаміка біологічних систем	2	2	8	Виконання індивідуальної розрахункової роботи
Основи біофізики білків і нуклеїнових кислот	2	2		
<b>Змістовий модуль 4. Біофізичні основи мембранних процесів</b>				
Структурна організація біологічних мембран	2	2	8	Виконання індивідуальної розрахункової роботи
Транспорт речовин крізь біологічні мембрани				
Біоелектричні потенціали спокою і дії		2		
<b>Змістовий модуль 5. Фізичні основи електрографії тканин і органів</b>				
Вивчення роботи електрокардіографа		2	6	Виконання індивідуальної розрахункової роботи
Підсумковий тестовий контроль засвоєння модуля 1 "Основи загальної біофізики"		2		
Індивідуальна робота			5	
Разом годин	12	30	41	
Кредитів ECTS – 2,3		Аудиторна робота – 50,6%	СРС – 49,4%	

**Модуль 2: Біофізичні основи дії зовнішніх фізичних факторів на тканини організму**

Тема	Лекції	Лаб.-практ. заняття	СРС	Індивідуальна робота
<b>Змістовий модуль 6. Дія електричного струму і електромагнітних полів на тканини організму</b>				
Вивчення роботи апарату для терапії постійним струмом	2	2	8	Підготовка огляду наукової літератури та написання реферату за однією з тем
Вивчення роботи апарату УВЧ-терапії		2		
Дія струмів і електромагнітних полів на тканини організму		2		
<b>Змістовий модуль 7. Поширення світла в речовині. Елементи біофізики зору</b>				
Вивчення роботи поляриметра	2	2	10	Підготовка огляду наукової літератури та написання реферату за однією з тем
Вивчення роботи фотоелектроколориметра		2		
Вивчення роботи рефрактометра		2		
Вивчення характеристик оптичного мікроскопа		2		
Оптична система ока		2		
<b>Змістовий модуль 8. Квантово-механічні методи дослідження</b>				
Теплове випромінювання тіл	2	2	10	Підготовка огляду наукової літератури та написання реферату за однією з тем
Елементи квантової механіки		2		
Вивчення роботи лазера		2		
Люмінесценція		2		
<b>Змістовий модуль 9. Іонізуюче випромінювання. Основи дозиметрії</b>				
Рентгенівське випромінювання	2	2	8	Підготовка огляду наукової літератури та написання реферату за однією з тем
Радіоактивність. Основи дозиметрії		2		
Підсумковий тестовий контроль засвоєння модуля 2 “Біофізичні основи дії зовнішніх фізичних факторів на тканини організму”		2		
Індивідуальна робота			5	
Разом годин	8	30	41	
Кредитів ECTS - 2,2	Аудиторна робота – 48,1%		СРС – 51,9%	

**ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ З ДИСЦИПЛІНИ**

№ з/п	Тема	Кількість годин
<b>Модуль 1: Основи загальної біофізики</b>		
1	Механічні коливання і хвилі. Звук, інфра- та ультразвук	2
2	Основи біореології та гемодинаміки	2
3	Моделі кровообігу. Пульсова хвиля. Робота серця	2
4	Термодинаміка біологічних систем	2
5	Біологічні мембрани. Транспорт речовин. Біоелектричні потенціали	2
6	Електрографія тканин і органів	
Разом годин		12

**Модуль 2: Біофізичні основи дії зовнішніх фізичних факторів на тканини організму**

7	Дія електричного струму і електромагнітних полів на тканини організму	2
8	Поширення світла в речовині. Елементи біофізики зору	2
9	Елементи квантової механіки. Атомні і молекулярні спектри	2
10	Рентгенівське випромінювання. Радіоактивність. Основи дозиметрії	2
Разом годин		8
Разом годин з дисципліни		20

**ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

№ з/п	Тема	Кількість годин
-------	------	-----------------

**Модуль 1: Основи загальної біофізики**

1	Динаміка обертального руху	2
2	Механічні коливання і хвилі	2
3	Звук. Аудіометрія	2
4	Фізична модель органу слуху	2
5	Ультразвук. Інфразвук	2
6	Властивості рідин	2
7	Вивчення поверхневого натягу рідин	2
8	Вивчення в'язкості рідин	2
9	Моделі кровообігу. Пульсова хвиля. Робота серця	2
10	Термодинаміка біологічних систем	2
11	Основи біофізики білків і нуклеїнових кислот	2
12	Структурна організація біологічних мембран. Транспорт речовин крізь біологічні мембрани	2
13	Біоелектричні потенціали спокою і дії	2
14	Вивчення роботи електрокардіографа	2
15	<i>Підсумковий контроль модуля №1</i>	2
Разом годин		30

**Модуль 2: Біофізичні основи дії зовнішніх фізичних факторів на тканини організму**

16	Визначення електричного опору біологічних тканин Вивчення роботи реографа	2
17	Вивчення роботи апарату УВЧ-терапії	2
18	Дія струмів і електромагнітних полів на тканини організму	2
19	Вивчення роботи поляриметра	2
20	Вивчення роботи фотоелектроколориметра	2
21	Вивчення роботи рефрактометра	2
22	Вивчення характеристик оптичного мікроскопа	2
23	Оптична система ока	2
24	Теплове випромінювання тіл	2
25	Елементи квантової механіки	2
26	Вивчення роботи лазера	2
27	Люмінесценція	2
28	Рентгенівське випромінювання	2
29	Радіоактивність. Основи дозиметрії	2
30	<i>Підсумковий контроль модуля №2</i>	2
Разом годин		30
Разом годин з дисципліни		60

## ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН САМОСТІЙНОЇ (ІНДИВІДУАЛЬНОЇ) РОБОТИ СТУДЕНТІВ

№ з/п	Тема	Кількість годин
<b>Модуль 1: Основи загальної біофізики</b>		
1	Центрифугування як метод розділення речовин у фармації	4
2	Реальні гази. Критичний стан речовини та критичні параметри	4
3	Явища переносу	4
4	Механічні властивості твердих тіл	4
5	Механічні моделі біологічних об'єктів	4
6	Шляхи перетворення енергії в живій клітині	4
7	Температурний гомеостаз Хімічна і фізична терморегуляції в організмі людини	4
8	Види взаємодій у макромолекулах	4
9	Синергетика як наука	5
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Підготуватися до тестового контролю засвоєння модуля №1</li> </ul>		
	Індивідуальна робота-підготовка огляду наукової літератури у формі реферату за одною із зазначених тем	4
Разом годин		41
<b>Модуль 2: Біофізичні основи дії зовнішніх фізичних факторів на тканини організму</b>		
1.	Застосування методу вимірювання електропровідності в біологічних та фармацевтичних дослідженнях.	4
2.	Магнітні властивості біосистем. Біомагнетизм.	4
3.	Високочастотні електромагнітні поля та живий організм.	4
4.	Корпускулярні властивості електромагнітних хвиль. Зовнішній і внутрішній фотоэффект.	4
5.	Поглинання світла біосистемами.	4
6.	Біофізичний механізм дії лазерного випромінювання.	4
7.	Фотометричні величини в біології та фармації.	4
8.	Моделювання фармакокінетичних процесів.	4
9.	Оптичний і рентгеноструктурний аналіз у фармації.	5
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Підготуватися до тестового контролю засвоєння модуля №2.</li> </ul>		
	Індивідуальна робота-підготовка огляду наукової літератури у формі реферату за одною із зазначених тем.	4
Разом годин		41
Разом годин з дисципліни		82

### РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ПРИСВОЮЮТЬСЯ СТУДЕНТАМ

Студенти відпрацьовують всі теми індивідуальної роботи під керівництвом викладача. За однією з обраних тем кожний студент повинен підготувати реферат. Оцінка за самостійну роботу виставляється наприкінці занять з лабораторного практикуму. Ця оцінка враховується при визначенні остаточної оцінки за весь курс "Біологічна фізика".

*Розподіл балів, які присвоюються студентам*

Традиційна оцінка	Конвертація в бали	
	Модуль 1	Модуль 2
5	8 балів	8 балів
4	6 балів	6 балів
3	4 бали	4 бали
2	0 балів	0 балів
Оцінка самостійної (індивідуальної) роботи студента	8 балів	8 балів

Мінімальна кількість балів, яку повинен набрати студент при вивченні кожного з модулів і з якою він допускається до складання підсумкового контролю модулів становить **56 балів**.

**ФОРМИ КОНТРОЛЮ**

Оцінка з дисципліни визначається з урахуванням результатів поточної навчальної діяльності студента та оцінок засвоєння ним окремих модулів відповідно до Положення про рейтингову систему оцінки навчальної діяльності студентів ВМ(Ф)НЗ України.

**Поточний контроль** здійснюється на кожному практичному занятті відповідно до конкретних цілей тем, на практичних підсумкових заняттях – відповідно до конкретних цілей змістових модулів. На всіх практичних заняттях застосовується контроль теоретичної підготовки і контроль засвоєння практичних навичок.

**Підсумковий контроль** засвоєння модуля відбувається по завершенню вивчення блоку відповідних змістових модулів шляхом тестування. Максимальна кількість балів, які присвоюються студенту при засвоєнні модуля (залікового кредиту ECTS) – 200.

*Єдина шкала оцінок для студентів*

Оцінка ECTS	Статистичний показник
A	Найкращі 10 % студентів
B	Наступні 25 % студентів
C	Наступні 30 % студентів
D	Наступні 25 % студентів
E	Останні 10 % студентів
FX	Повторна здача
F	Обов'язковий повторний курс навчання

Оцінка ECTS конвертується в традиційну чотирибальну систему таким чином:

Оцінка ECTS	Оцінка за чотирибальною шкалою
A	5
B, C	4
D, F	3
FX, F	2

# МОДУЛЬ 1 ОСНОВИ ЗАГАЛЬНОЇ БІОФІЗИКИ

## ЗАНЯТТЯ №1

(практичне)

### ДИНАМІКА ОБЕРТАЛЬНОГО РУХУ

**Актуальність теми.** У результаті вивчення динаміки обертального руху студенти засвоюють ряд термінів, понять, закономірностей і законів, які використовуються для опису даного виду рухів тіл і лежать в основі важливого для фармацевтів сидементаційного аналізу речовин.

**Мета.** Вивчити кінематичні характеристики обертального руху, основні фізичні поняття динаміки обертального руху. Вміти застосовувати основні закони обертального руху для вирішення прикладних задач.

#### *Питання, рекомендовані для повторення*

1. Траєкторія. Переміщення. Шлях.
2. Швидкість. Прискорення, тангенціальна і нормальна складові прискорення.
3. Другий закон Ньютона.
4. Імпульс. Закон збереження імпульсу в механіці.
5. Момент сили.

#### *Основні питання теми заняття*

1. Лінійна і кутова швидкості, зв'язок між ними при рівномірному русі матеріальної точки по колу.
2. Період. Частота. Циклічна частота.
3. Момент інерції і приклади його обчислення.
4. Теорема Штейнера.
5. Кінетична енергія обертального руху тіла.
6. Робота, що виконується під час обертання абсолютно твердого тіла.
7. Основне рівняння динаміки обертального руху.
8. Момент імпульсу. Закон збереження моменту імпульсу.
9. Порівняльна таблиця фізичних величин для поступального і обертального рухів твердого тіла.
10. Центрифугування як метод розділення мікрогетерогенних систем.

#### *Література*

1. Конспект лекцій.
2. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. Біофізика. – К.: ІД “Професіонал”, 2004. – С. 42-57.
3. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: Высшая школа, 1987. – С. 104-120.
4. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: Высшая школа, 1990. – С. 8-36.
5. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.1. – М.: Наука, 1997. – С. 15-162.
6. Ремизов А.Н. и др. Сборник задач по медицинской и биологической физике. – М.: Высшая школа, 1987. – С. 44-51.

## ЗАНЯТТЯ №2

(практичне)

### МЕХАНІЧНІ КОЛИВАННЯ І ХВИЛІ

**Актуальність теми.** У результаті вивчення механічних коливань і хвиль студенти засвоюють ряд термінів, понять, закономірностей і законів, які використовуються для опису даного виду рухів тіл і лежать в основі акустики.

**Мета.** Вивчити фізичні характеристики механічних коливань і хвиль. Вміти складати диференціальні рівняння для різноманітних коливних процесів і знаходити їх розв'язки.

#### *Питання, рекомендовані для повторення*

1. Механічні коливання та їх класифікація.
2. Гармонічні коливання.
3. Пружинний маятник.
4. Математичний маятник.
5. Фізичні характеристики механічних хвиль.

#### *Основні питання теми заняття*

1. Диференціальне рівняння гармонічних коливань і його розв'язок.
2. Енергія гармонічних коливань.
3. Диференціальне рівняння затухаючих гармонічних коливань і його розв'язок.

4. Коефіцієнт затухання, декремент затухання та їх зв'язок.
5. Диференціальне рівняння вимушених механічних коливань. Резонанс.
6. Рівняння плоскої механічної хвилі та її характеристики.
7. Енергія хвилі. Потік енергії. Вектор Умова.
8. Ефект Доплера.
9. Інтерференція механічних хвиль.
10. Дифракція механічних хвиль.

### *Література*

1. Конспект лекцій.
2. Чалий О.В., Агапов Б.Т., Цехмістер Я.В. та ін. Медична і біологічна фізика. – К.: Книга плюс, 2005. – С. 146-163.
3. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. Биофизика. – К.: ИД “Профессионал”, 2004. – С. 57-79.
4. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: Высшая школа, 1987. – С. 130-147.
5. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: Высшая школа, 1990. – С. 219-242.
6. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.1. – М.: Наука, 1997. – С. 182-216.
7. Ремизов А.Н. и др. Сборник задач по медицинской и биологической физике. – М.: Высшая школа, 1987. – С. 51-62.

### ЗАНЯТТЯ №3

*(практичне)*

#### ЗВУК. АУДИОМЕТРІЯ

**Актуальність теми.** У результаті вивчення теми студенти засвоюють ряд термінів, понять, закономірностей і законів, які використовуються в акустиці і лежать в основі роботи аудіометра.

**Мета.** Вивчити фізичні характеристики звуку, характеристики слухового відчуття, фізичні основи аудіометрії. **Вміти** користуватись аудіометром і визначати за його допомогою пороговий рівень інтенсивності звуку, а також вирішувати задачі з даної теми.

#### *Питання, рекомендовані для повторення*

1. Хвилі. Види механічних хвиль.
2. Рівняння плоскої хвилі.
3. Енергія хвилі. Потік енергії. Вектор Умова.

#### *Основні питання теми заняття*

1. Звук. Фізичні характеристики звуку.
2. Суб'єктивні характеристики звуку.
3. Шкала рівнів інтенсивності звуку.
4. Закон Вебера-Фехнера.
5. Шкала рівнів гучності звуку.
6. Аудіометрія. Призначення, будова і принцип дії аудіометра.
7. Звукові методи дослідження в медицині.

### *Література*

1. Конспект лекцій.
2. Чалий О.В., Агапов Б.Т., Цехмістер Я.В. та ін. Медична і біологічна фізика. – К.: Книга плюс, 2005. – С. 165-175.
3. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. Биофизика. – К.: ИД “Профессионал”, 2004. – С. 66-78.
4. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: Высшая школа, 1987. – С. 130-169.
5. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: Высшая школа, 1990. – С. 219-242.
6. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.1. – М.: Наука, 1997. – С. 182-216.
7. Лабораторні і медичні прилади та апарати. – Івано-Франківськ, 2006. – С. 11-12.
8. Агапов Б. Г. Лабораторный практикум по физике. – М.: Высшая школа, 1982. – С. 116-119.

### ЗАНЯТТЯ №4

*(практичне)*

#### ФІЗИЧНА МОДЕЛЬ ОРГАНУ СЛУХУ

**Актуальність теми.** У результаті вивчення теми студенти засвоюють ряд термінів і понять, які використовуються в отоларингології і лежать в основі біофізики слуху.

**Мета.** Вивчити будову і фізичні характеристики слухового аналізатора людини. **Вміти** вирішувати задачі на дану тему.



### *Питання, рекомендовані для повторення*

1. Природа звуку. Фізичні характеристики.
2. Об'єктивні і суб'єктивні характеристики звуку.
3. Шкала рівнів інтенсивності звуку.
4. Закон Вебера-Фехнера. Шкала рівнів гучності звуку.

### *Основні питання теми заняття*

1. Фізична будова органу слуху.
2. Бінауральний ефект.
3. Основні функції середнього вуха.
4. Механізм передачі зовнішнього звукового тиску внутрішньому вуху.
5. Будова і функції внутрішнього вуха.
6. Механізм перетворення механічних коливань в електричний сигнал.

### *Література*

1. Конспект лекцій.
2. Чалий О.В., Агапов Б.Т., Цехмістер Я.В. та ін. Медична і біологічна фізика. – К.: Книга плюс, 2005. – С. 165-174.
3. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. Биофизика. – К.: ИД “Профессионал”, 2004. – С. 66-78.
4. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: Высшая школа, 1987. – С. 130-169.
5. Лабораторні і медичні прилади та апарати. – Івано-Франківськ, 2006. – С. 11-12.
6. Агапов Б.Т. Лабораторный практикум по физике. – М.: Высшая школа, 1982. – С. 116-119.

## **ЗАНЯТТЯ №5**

### *(семінарське)*

### **УЛЬТРАЗВУК. ІНФРАЗВУК**

**Актуальність теми.** У результаті вивчення теми студенти засвоюють ряд термінів, понять, закономірностей і законів, які описують ультразвук, його поширення в різних середовищах і розглядають його дію на біологічні тканини й організм людини в цілому.

**Мета. Вивчити** фізичні характеристики ультра- й інфразвуку, способи їх одержання. **Знати** біофізичні основи дії ультра- й інфразвуку на біологічні об'єкти, їх застосування у фармації і медицині.

### *Питання, рекомендовані для повторення*

1. Механічні коливання та їх характеристики.
2. Поперечні і поздовжні хвилі, механізм їх утворення.
3. Рівняння хвилі. Звукові хвилі.

### *Основні питання теми заняття*

1. Ультразвук. Способи одержання ультразвуку. Джерела ультразвуку.
2. Особливості поширення ультразвуку.
3. Фізичні характеристики ультразвуку і його властивості.
4. Дія ультразвуку на біологічні тканини.
5. Застосування ультразвуку у фармації.
6. Призначення, будова і принцип дії:
  - апарату для ультразвукової терапії;
  - ультразвукового локаційного апарату;
  - вимірювача потужності ультразвуку.
7. Інфразвук та особливості його поширення.
8. Дія інфразвуку на організм людини.

### *Теми рефератів*

1. Використання ультразвуку у фармації.
2. Акустичні методи не руйнуючого контролю матеріалів.
3. Використання ультразвуку в діагностиці.
4. Використання ультразвуку у фізіотерапії.
5. Використання ультразвуку в хірургії.

### *Література*

1. Конспект лекцій.
2. Чалий О.В., Агапов Б.Т., Цехмістер Я.В. та ін. Медична і біологічна фізика. – К.: Книга плюс, 2005. – С. 146-163.

3. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: Высшая школа, 1987. – С. 164-167.
4. Ливенцев Н.М. Курс физики. Т. 1. – М.: Высшая школа, 1978. – С. 103-107.
5. Лабораторні і медичні прилади та апарати. – Івано-Франківськ, 2006. – С. 12-15.

## ЗАНЯТТЯ №6

(практичне)

### ВЛАСТИВОСТІ РІДИН

**Актуальність теми.** У результаті вивчення властивостей рідин студенти засвоюють ряд термінів, понять, закономірностей і законів, які використовуються для опису загальних властивостей рідин, особливостей їх молекулярної будови та явищ переносу.

**Мета.** Вивчити властивості рідин і закономірності їх плинину по трубах. Вміти застосовувати ці закономірності для вирішення практичних задач.

*Питання, рекомендовані для повторення*

1. Агрегатні стани речовини.
2. Загальні властивості рідин.
3. Особливості молекулярної взаємодії у рідинах.

*Основні питання теми заняття*

1. Ідеальна рідина. Стационарна течія рідини.
2. Рівняння нерозривності течії стационарного потоку.
3. Рівняння Бернуллі. Правило Бернуллі.
4. Рух реальних рідин по горизонтальних трубах. Градієнт тиску.
5. Ламінарна і турбулентна течії рідин.
6. Число Рейнольдса.

*Література*

1. Конспект лекцій.
2. Чалий О.В., Агапов Б.Г., Цехмістер Я.В. та ін. Медична і біологічна фізика. – К.: Книга плюс, 2005. – С. 146-163.
3. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. Биофизика. – К.: ИД “Профессионал”, 2004. – С. 207-212.
4. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: Высшая школа, 1990. – С. 83-85, 111-116.
5. Ливенцев Н.М. Курс физики. Т. 2. – М.: Высшая школа, 1978. – С. 21-31.
6. Дутчак Я.И. Молекулярна фізика. – Видавництво Львівського університету, 1973. – С. 123-148.

## ЗАНЯТТЯ №7

(лабораторне)

### ВИВЧЕННЯ ПОВЕРХНЕВОГО НАТЯГУ РІДИН

**Актуальність теми.** У результаті вивчення теми студенти засвоюють ряд термінів, понять, закономірностей і законів, які необхідні для розуміння фізичної суті явища поверхневого натягу рідин, що широко використовується в різних фізичних методах аналізу.

**Мета.** Вивчити закономірності поверхневого натягу рідин, а також основні методи визначення коефіцієнта поверхневого натягу рідин. Вміти використовувати ці методи на практиці.

*Питання, рекомендовані для повторення*

1. Сила тяжіння, прискорення сили земного тяжіння.
2. Взаємодія молекул рідини.

*Основні питання теми заняття*

1. Молекулярна картина поверхневого шару рідини.
2. Сила поверхневого натягу.
3. Коефіцієнт поверхневого натягу.
4. Капілярні явища:
  - змочуюча і незмочуюча рідини;
  - додатковий тиск Лапласа;
  - висота підняття рідини в капілярі;
  - газова емболія.
5. Методи визначення коефіцієнта поверхневого натягу:
  - метод відриву крапель;
  - метод відриву кільця;

- метод підняття рідини в капілярі;
  - метод Ребіндера.
6. Поверхнево активні речовини.

### Література

1. Конспект лекцій.
2. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. Біофізика. – К.: ІД “Професіонал”, 2004. – С. 212-216.
3. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: Высшая школа, 1987. – С. 169-170, 174-177, 179-184.
4. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: Высшая школа, 1990. – С. 11-116.
5. Дутчак Я.Й. Молекулярна фізика. – Видавництво Львівського університету, 1973. – С. 123-148.
6. Лабораторні і медичні прилади та апарати. – Івано-Франківськ, 2006. – С. 9-11.

### ІНСТРУКЦІЯ

#### для проведення лабораторної роботи

#### Завдання

1. Визначити коефіцієнт поверхневого натягу рідини методом відриву кільця і методом підняття рідини в капілярі.
2. Вивчити концентраційну залежність коефіцієнта поверхневого натягу даних розчинів.

#### Методика проведення роботи

Для визначення коефіцієнта поверхневого натягу методом підняття рідини в капілярі використовується набір капілярів різного діаметра. Метод відриву кільця здійснюється за допомогою торсійних терезів, до коромисла яких підвішене на нитці тонкостінне кільце. Кільце відривається від поверхні дистильованої води, яка знаходиться в невеликій посудині на підйомному столику.

#### Порядок виконання роботи

##### I. Метод відриву кільця

1. Вивчити порядок роботи з торсійними терезами (див. технічний опис, а також інструкцію для використання терезів ВТ-500).
2. Виміряти штангенциркулем діаметр  $d$  кільця і його товщину  $x$ .
3. Обчислити усереднене значення діаметра кільця за формулою

$$\bar{d} = d - \frac{x}{2}. \quad (1)$$

4. Визначити вагу  $Q$  кільця.
5. Чашку з досліджуваною рідиною розгашувати на підйомному столику і обережно підняти його до дотику кільця, що вільно висить, з поверхнею рідини. Опускаючи чашку з рідиною за допомогою підйомного столика, добитися відповідного натягу поверхні рідини на межі рідина-кільце.
6. За допомогою торсійних терезів визначити величину прикладеної сили  $F$  до кільця в момент його відриву від поверхні рідини.
7. Всі вимірювання виконати три рази і їх результати занести в таблицю 1:

Таблиця 1

Досліджуваний розчин	№ з/п	d, мм	Δd, мм	Q, мг	ΔQ, мг	F, мг	ΔF, мг
	1.						
	2.						
	3.						
Середнє значення							

8. Визначити середнє значення коефіцієнта поверхневого натягу за формулою

$$\bar{\sigma} = \frac{\bar{F} - \bar{Q}}{2 \cdot \pi \cdot \bar{d}}, \quad (2)$$

де  $\bar{F}$  – середнє значення прикладеної сили;  $\bar{Q}$  – середнє значення ваги кільця;  $\bar{d}$  – усереднене значення діаметра кільця.

9. Обчислити похибки вимірювань.
10. Порівняти отриманий результат з табличним значенням і зробити висновок.

## II. Метод підняття рідини в капілярі

1. У вертикально розміщену пробірку з досліджуванним розчином відповідної концентрації опустити капіляр вздовж осі пробірки.
2. Визначити висоту стовпа рідини над поверхнею рідини в пробірці за формулою

$$h = n \cdot h_0, \quad (3)$$

де  $n$  – кількість поділок шкали капіляра, яка відповідає даній висоті стовпа рідини в капілярі;  $h_0$  – ціна однієї поділки, яка вказана на капілярі.

3. Аналогічні вимірювання провести з однотипними розчинами інших концентрацій.
4. Результати вимірювань занести в таблицю 2:

Таблиця 2

Концентрація досліджуваного розчину	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$r$ , мм	$h$ , мм

5. Визначити коефіцієнт поверхневого натягу для розчинів різної концентрації за формулою

$$\sigma = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot g \cdot h \cdot r, \quad (4)$$

де  $\rho$  – густина розчину;  $g$  – прискорення вільного падіння;  $r$  – радіус капіляра.

6. Побудувати графік концентраційної залежності коефіцієнта поверхневого натягу досліджуваного розчину.
7. Зробити висновок.

## ЗАНЯТТЯ №8

(лабораторне)

### ВИВЧЕННЯ В'ЯЗКОСТІ РІДИН

**Актуальність теми.** У результаті вивчення теми студенти засвоюють ряд термінів, понять, закономірностей і законів, які необхідні для розуміння фізичної суті явища в'язкості рідин, що широко використовується в біофізиці і фізичних методах аналізу.

**Мета.** Вивчити основні реологічні властивості рідин і методи визначення їх коефіцієнта в'язкості.

**Вміти** використовувати ці методи на практиці.

#### Питання, рекомендовані для повторення

1. Сила земного тяжіння.
2. Умова рівномірного руху тіл.
3. Закон Архімеда.
4. Взаємодія молекул рідини.

#### Основні питання теми заняття

1. Внутрішнє тертя, в'язкість.
2. Формула Ньютона для сили внутрішнього тертя.
3. Коефіцієнт в'язкості. Ньютонівські і неньютонівські рідини.
4. Реологічні властивості крові.
5. Методи визначення коефіцієнта в'язкості:
  - клінічний метод (віскозиметр Гесса);
  - метод Стокса.

#### Література

1. Конспект лекцій.
2. Чалий О.В., Агапов Б.Т., Цехмістер Я.В. та ін. Медична і біологічна фізика. – К.: Книга плюс, 2005. – С. 124-132.
3. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. Биофизика. – К.: ИД “Профессионал”, 2004. – С. 207-212.
4. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: Высшая школа, 1987. – С. 169-170, 174-177, 179-184.
5. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: Высшая школа, 1990. – С. 11-116.
6. Дутчак Я.Й. Молекулярна фізика. – Видавництво Львівського університету, 1973. – С. 123-148.
7. Лабораторні і медичні прилади та апарати. – Івано-Франківськ, 2006. – С. 17-18.

## ІНСТРУКЦІЯ для проведення лабораторної роботи

### Завдання

1. Визначити коефіцієнт в'язкості водного розчину спирту різної концентрації.
2. Побудувати концентраційну залежність одержаного коефіцієнта в'язкості.

### Методика проведення роботи

Для визначення коефіцієнта в'язкості використовується капілярний віскозиметр ВК-4, флакон з дистильованою водою і флакони з водними розчинами спирту 24 %, 48 %, 96 %.

### Порядок виконання роботи

1. За допомогою віскозиметра ВК-4 визначити переміщення  $l_0$  дистильованої води і  $l$  водного розчину спирту в капілярах.
2. Розрахувати коефіцієнт в'язкості за формулою:

$$\eta = \eta_0 \cdot \frac{l_0}{l}, \quad (1)$$

де  $\eta_0 = 1$  сПз – коефіцієнт в'язкості дистильованої води (еталону).

3. Побудувати графік концентраційної залежності коефіцієнта в'язкості водного розчину спирту.
4. Зробити висновок.

## ЗАНЯТТЯ №9

(практичне)

### МОДЕЛІ КРОВООБІГУ. ПУЛЬСОВА ХВИЛЯ. РОБОТА СЕРЦЯ

**Актуальність теми.** У результаті вивчення теми студенти засвоюють ряд термінів, понять і закономірностей, які необхідні для розуміння фізичних принципів моделювання явищ, що широко використовуються в біофізиці і фізичних методах аналізу.

**Мета. Вивчити** основні реологічні властивості крові і моделі кровообігу. **Вміти** пояснювати виникнення пульсової хвилі і розраховувати роботу та потужність серця.

### Питання, рекомендовані для повторення

1. Внутрішнє тертя, в'язкість. Формула Ньютона для сили внутрішнього тертя.
2. Коефіцієнт в'язкості. Ньютонівські і неньютонівські рідини.
3. Методи визначення коефіцієнта в'язкості:
  - клінічний метод (віскозиметр Гесса);
  - метод Стокса.

### Основні питання теми заняття

1. Реологічні і гемодинамічні властивості крові.
2. Ефект Фареуса-Ліндквіста. Теорія ріжучого циліндра.
3. Розподіл тиску і швидкості кровотоку вздовж кола кровообігу. Формула Пуазейля.
4. Гідродинамічна модель кровеносної системи О. Франка.
5. Пульсова хвиля. Формула Моенса-Кортевега.
6. Робота і потужність серця.
7. Апарат штучного кровообігу.

### Література

1. Конспект лекцій.
2. Чалий О.В., Агапов Б.Т., Цехмістер Я.В. та ін. Медична і біологічна фізика. – К.: Книга плюс, 2005. – С. 124-146.
3. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. Биофизика. – К.: ИД “Профессионал”, 2004. – С. 231-255.
4. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: Высшая школа, 1987. – С. 204-215.
5. Дутчак Я.Й. Молекулярна фізика. – Видавництво Львівського університету, 1973. – С. 123-148.
6. Лабораторні і медичні прилади та апарати. – Івано-Франківськ, 2006. – С. 17-18.

## ЗАНЯТТЯ №10

(практичне)

### ТЕРМОДИНАМІКА БІОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ

**Актуальність теми.** У результаті вивчення термодинаміки студенти засвоюють ряд термінів, понять, закономірностей і законів, які використовуються для загального опису термодинамічних

властивостей різних матеріальних систем, без врахування їх особливостей (молекулярної будови, агрегатного стану тощо).

**Мета. Вивчити** основні поняття і положення термодинаміки, а також її основні закони. **Вміти** застосовувати ці закони до біологічних об'єктів і вирішувати задачі з даної теми.

#### *Питання, рекомендовані для повторення*

1. Температура. Температурні шкали. Абсолютна температурна шкала.
2. Внутрішня енергія.
3. Ідеальний газ і його властивості.
4. Питома теплоємність. Молярна теплоємність при сталому тиску і при сталому об'ємі. Рівняння Майєра.
5. Основне рівняння ідеального газу для тиску і температури.
6. Теплові процеси в ідеальних газах.
7. Зворотні і незворотні процеси. Ентропія.

#### *Основні питання теми заняття*

1. Термодинаміка біологічних систем: предмет і термінологія.
2. Перше начало термодинаміки та особливості його застосування для живих систем.
3. Основні види роботи, які здійснюються в живому організмі.
4. Енергозатрати організму. Основний обмін.
5. Поняття про фізіологічну калориметрію.
6. Друге начало термодинаміки і його сутність для живих об'єктів.
7. Термодинамічні потенціали.
8. Швидкість зростання ентропії і диссипативна функція.
9. Нерівність Клаузіуса. Третій закон термодинаміки.
10. Термодинаміка відкритих систем.

#### *Література*

1. Конспект лекцій.
2. Чалий О.В., Агапов Б.Т., Цехмістер Я.В. та ін. Медична і біологічна фізика. – К.: Книга плюс. 2005. – С. 444-481.
3. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. Биофизика. – К.: ИД “Профессионал”, 2004. – С. 131-145, 167-193, 207-216.
4. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: Высшая школа, 1987. – С. 215-143.
5. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: Высшая школа, 1990. – С. 88-100.
6. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.1. – М.: Наука, 1997. – С. 335-350.
7. Ремизов А.Н. и др. Сборник задач по медицинской и биологической физике. – М.: Высшая школа. 1987. – С. 68-71.

## **ЗАНЯТТЯ №11**

### *(семінарське)*

#### **ОСНОВИ БІОФІЗИКИ БІЛКІВ І НУКЛЕЇНОВИХ КИСЛОТ**

**Актуальність теми.** У результаті вивчення теми студенти засвоюють ряд базових термінів, понять і закономірностей, які використовуються в біофізиці, біології, біохімії та інших предметах для пояснення властивостей різних тканин організму.

**Мета. Вивчити** механізм міжмолекулярних взаємодій у біополімерах, структурну організацію білків і нуклеїнових кислот, мати загальні уявлення про методи дослідження білків і нуклеїнових кислот.

#### *Питання, рекомендовані для повторення*

1. Ізотропія й анізотропія твердих тіл. Види кристалічних решіток
2. Кулонівська взаємодія між зарядами.
3. Сили міжмолекулярної взаємодії в кристалах.
4. Сили міжмолекулярної взаємодії у аморфних речовинах.

#### *Основні питання теми заняття*

1. Головні класи біомолекул.
2. Біологічні функції білків і пептидів.
3. Рівні структурної організації білкових молекул.
4. Біологічні функції нуклеїнових кислот.
5. Рівні структурної організації нуклеїнових кислот.

### *Теми рефератів*

1. Види взаємодій в макромолекулах.
2. Структура води і гідрофобні взаємодії.
3. Динаміка білкової структури.
4. Методи дослідження структури і властивостей біополімерів.

### *Література*

1. Конспект лекцій.
2. Чалий О.В., Агапов Б.Т., Цехмістер Я.В. та ін. Медична і біологічна фізика. – К.: Книга плюс, 2005. – С. 358-384.
3. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. Биофизика. – К.: ИД “Профессионал”, 2004. – С. 167-193.
4. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: Высшая школа, 1987. – С. 104-120.
5. Губський Ю.І. Біологічна хімія. – Київ-Тернопіль: “Укрмедкнига”, 2000. – С. 12-56.
6. Костюк П.Г. и др. Биофизика. – К.: Выща школа, 1988. – С. 61-126.

### **ЗАНЯТТЯ №12**

#### *(практичне)*

### **СТРУКТУРНА ОРГАНІЗАЦІЯ БІОЛОГІЧНИХ МЕМБРАН. ТРАНСПОРТ РЕЧОВИН КРІЗЬ БІОЛОГІЧНІ МЕМБРАНИ**

**Актуальність теми.** У результаті вивчення теми студенти вивчають призначення і будову мембран, засвоюють ряд термінів, понять, закономірностей і законів, які необхідні для розуміння процесів, що в них відбуваються.

**Мета.** Вивчити структурні основи біологічних мембран, модельні ліпідні мембрани, фізичний стан ліпідів у мембранах, явища переносу, пасивний і активний транспорту речовин крізь мембрани.

**Вміти** застосовувати одержані з даної теми знання для вирішення задач.

#### *Питання, рекомендовані для повторення*

1. Основні положення молекулярно-кінетичної теорії речовин.
2. Твердий і рідкий стани речовин.
3. Поверхневий натяг і в'язкість рідини.
4. Дифузія.

#### *Основні питання теми заняття*

1. Розвиток поглядів на структуру біологічних мембран. Сучасні уявлення про структуру біологічних мембран.
2. Білки і ліпіди біологічних мембран.
3. Модельні ліпідні мембрани.
4. Твердокристалічний і ріднокристалічний стани ліпідів у мембранах.
5. Явища перенесення речовин крізь біологічні мембрани.
6. Проста дифузія. Рівняння Фіка. Проникність мембран для різних речовин.
7. Полегшена дифузія.
8. Осмос. Фільтрація. Електроосмос.
9. Активний транспорт речовин крізь біологічні мембрани (перенесення іонів калію, натрію, кальцію) і його молекулярна організація.
10. Електричні іонні помпи. Іонні канали.

### *Література*

1. Конспект лекцій.
2. Чалий О.В., Агапов Б.Т., Цехмістер Я.В. та ін. Медична і біологічна фізика. – К.: Книга плюс, 2005. – С. 384-402.
3. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. Биофизика. – К.: ИД “Профессионал”, 2004. – С. 337-350, 353-378.
4. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: Высшая школа, 1987. – С. 243-258.
5. Костюк П.Г. и др. Биофизика. – К.: Выща школа, 1988. – С. 146-174.
6. Владимиров Ю.А. и др. Биофизика. – М.: Медицина, 1983. – С. 95-133.
7. Губанов Н.И., Утепбергенов А.А. Медицинская биофизика. – М.: Высшая школа, 1978. – С. 167-189.
8. Рубин А.Б. Биофизика. Т. 2. – М.: Высшая школа, 1987. Гл. XV, XVI, XVII.

## ЗАНЯТТЯ №13

(практичне)

### БІОЕЛЕКТРИЧНІ ПОТЕНЦІАЛИ СПОКОЮ І ДІЇ. ПОШИРЕННЯ БІОЕЛЕКТРИЧНИХ ПОТЕНЦІАЛІВ

**Актуальність теми.** У результаті вивчення теми студенти вивчають механізм утворення біологічних потенціалів мембран, засвоюють ряд термінів, понять, закономірностей і законів, які необхідні для розуміння процесів, що в них відбуваються.

**Мета.** Вивчити фізичну природу біоелектричних потенціалів спокою, механізм генерації і поширення потенціалу дії в біологічних мембранах. **Вміти** застосовувати одержані з даної теми знання для вирішення задач.

#### *Питання, рекомендовані для повторення*

1. Структура біологічних мембран.
2. Проникність біологічних мембран.
3. Пасивний і активний транспорт речовин крізь біологічні мембрани.
4. Електричний потенціал. Різниця потенціалів.
5. Універсальна газова стала. Стала Фарадея.

#### *Основні питання теми заняття*

1. Іонна природа біоелектричних потенціалів. Потенціал спокою.
2. Рівноважний потенціал Нерста. Дифузійний потенціал.
3. Рівняння Гольдмана-Ходжкіна-Катца.
4. Генерація біоелектричного потенціалу дії. Деполяризація і реполяризація.
5. Поширення потенціалу дії.

#### *Література*

1. Конспект лекцій.
2. Чалий О.В., Агапов Б.І., Цехмістер Я.В. та ін. Медична і біологічна фізика. – К.: Книга плюс, 2005. – С. 402-423.
3. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. Биофизика. – К.: ИД “Профессионал”, 2004. – С. 385-395.
4. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: Высшая школа, 1987. – С. 258-263.
5. Костюк П.Г. и др. Биофизика. – К.: Выща школа, 1988. – С. 174-206.
6. Владимиров Ю.А. и др. Биофизика. – М.: Медицина, 1983. – С. 147-172.
7. Губанов Н.И., Утепбергенов А.А. Медицинская биофизика. – М.: Высшая школа, 1978. – С. 167-189.

## ЗАНЯТТЯ №14

(лабораторне)

### ВИВЧЕННЯ РОБОТИ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАФА

**Актуальність теми.** У результаті вивчення теми студенти засвоюють ряд термінів, понять, закономірностей і законів, які необхідні для розуміння фізичної суті електрокардіографії, що є одним із основних методів діагностики серцево-судинних захворювань.

**Мета.** Вивчити фізичні основи електрокардіографії. **Вміти** користуватися електрокардіографічною апаратурою, знімати і визначати параметри електрокардіограми.

#### *Питання, рекомендовані для повторення*

1. Електричне поле і його характеристики.
2. Силкові лінії й екіпотенціальні поверхні електричного поля.
3. Іонна теорія виникнення біоелектричних потенціалів спокою і дії.

#### *Основні питання теми заняття*

1. Електрографія тканин і органів як метод дослідження.
2. Фізичні основи електрокардіографії:
  - електричний диполь;
  - потенціал і різниця потенціалів електричного поля диполя;
  - теорія Ейнтховена.
4. Система відведень.
5. Фізичні основи вектор-електрокардіографії.
6. Призначення, будова і принцип дії електрокардіографа й електрокардіоскопа.



## *Література*

1. Конспект лекцій.
2. Чалий О.В., Агапов Б.Т., Цехмістер Я.В. та ін. Медична і біологічна фізика. – К.: Книга плюс, 2005. – С. 219-228.
3. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. Биофизика. – К.: ИД “Профессионал”, 2004. – С. 536-542.
4. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: Высшая школа, 1987. – С. 265-278.
5. Владимиров Ю.А. и др. Биофизика. – М.: Медицина, 1983. – С. 172-186.
6. Ливенцев Н.М. Курс физики. Т. 2. – М.: Высшая школа, 1978. – С. 121-131.
7. Лабораторні і медичні прилади та апарати. – Івано-Франківськ, 2006. – С. 26-31.

## **ІНСТРУКЦІЯ**

### *для проведення лабораторної роботи*

#### **Завдання**

1. За допомогою імітатора одержати на екрані електрокардіоскопа електрокардіограми (ЕКГ) з різних відведень і замалювати їх вигляд.
2. За допомогою електрокардіографа ЕКІТ-04 записати ЕКГ у II відведенні і визначити за нею тривалість зубців P, Q, R, S і T, період і частоту пульсу, а також величини потенціалів (у мВ) для P, Q, R, S і T зубців.

#### *Методика проведення роботи*

### **I. Одержання електрокардіограми з допомогою імітатора ЕКГ**

#### **Опис установки**

Установка складається з портативного електронного імітатора ЕКГ, який за допомогою штатного кабеля відведень з'єднується з електрокардіоскопом, що використовується як пристрій відображення.

#### *Порядок виконання роботи*

1. Згідно інструкцій підготувати імітатор ЕКГ і електрокардіоскоп (ЕКС) до роботи.
2. За допомогою кабеля відведень з'єднати ЕКС з імітатором ЕКГ. Для цього один кінець кабеля підключити до відповідного гнізда на правій панелі ЕКС, а 5 штирів різного кольору, що розташовані з другого кінця кабеля, вставити у відповідні за кольором 5 гнізд, які знаходяться на передній панелі імітатора ЕКГ.
3. Натиснути кнопку першого відведення ЕКС і, тримаючи її деякий час натиснутою, замалювати вигляд одержаної на екрані електрокардіограми.
4. Натискаючи на кнопки II, III,  $\alpha$ VR,  $\alpha$ VL,  $\alpha$ VF, V, одержати ЕКГ вказаних відведень.

### **II. Запис електрокардіограми за допомогою електрокардіографа**

#### *Порядок виконання роботи*

1. Підготувати електрокардіограф ЕКІТ-04 до роботи (відповідно до інструкції).
2. На лежачого пацієнта накласти електроди: на внутрішню поверхню лівого і правого передпліч над зап'ястями, а також на внутрішній бік гомілки лівої і правої ноги.
3. Під'єднати до накладених електродів стержні кабеля відведень з різнокольоровими наконечниками в такій послідовності: до правої руки – червоний (R); до лівої руки – жовтий (L); до лівої ноги – зелений (F); до правої ноги – чорний (N).
4. Включити ЕКІТ-04 і встановити перемикач відведень у положення "K".
5. Натиснути кнопку "УСП" і проконтролювати проходження сигналів ЕКГ за відхиленням пера. Встановити ручку зміщення пера так, щоб при максимальних відхиленнях перо не виходило за межі ефективної ширини запису діаграмної стрічки. Відпустити кнопку "УСП".
6. Встановити швидкість руху стрічки 25 мм/с (кнопка з написом "25").
7. Встановити чутливість 20 мм/мВ (кнопка з написом "2:1").
8. Натиснути на кнопку "Запись". При цьому спрацює схема автоматики, що затримує пуск стрічкопротяжного механізму на час, який не більший 3 с і необхідний для розігріву пера до робочої температури. Після перевірки роботи стрічкопротяжного механізму і пера ще раз натиснути на кнопку "Запись" для зупинки стрічкопротяжного механізму.
9. Встановити перемикач відведень у положення II, натиснути на кнопку "Запись", записати по два цикли ЕКГ на кожного студента групи і зупинити рух діаграмної стрічки, натиснувши ще раз на кнопку "Запись".
10. Встановити перемикач відведень у положення "K".
11. Відірвати використану діаграмну стрічку, натягнувши її впоперек ножа для обрізання стрічки і легко смикнувши вниз.

12. Від'єднати від пацієнта кабель відведень і зняти електроди.
13. Протерти місце накладання електродів марлею або паперовою серветкою для видалення залишків розчину, що застосовувався.
14. Вимкнути живлення ЕКІТ-04 і витягнути штепсельну вилку шнура живлення з розетки.
15. Записати на діаграмній стрічці швидкість її руху, використану чутливість і проаналізувати ЕКГ (визначити величину біоелектричних потенціалів P, Q, R, S і T зубців, а також період серцевого скорочення і частоту пульсу).
16. Зробити висновок.

## ЗАНЯТТЯ №15

*(підсумкове)*

### КОНТРОЛЬ ЗАСВОЄННЯ МОДУЛЯ 1 "ОСНОВИ ЗАГАЛЬНОЇ БІОФІЗИКИ"

**Актуальність теми.** У результаті підготовки до заняття студенти повторюють і закріплюють знання базових термінів, понять, закономірностей і законів у розділі "Основи загальної біофізики".

**Мета.** Проконтролювати знання, набуті студентами в результаті вивчення основ біомеханіки, біоакустики, біореології і гемодинаміки, термодинаміки, основ біофізики білків і нуклеїнових кислот, біофізики мембранних процесів у клітинах, а також електрографії тканин і органів.

#### *Питання, рекомендовані для повторення*

1. Абсолютно тверде тіло. Центр мас. Обертальний рух абсолютно твердого тіла. Момент інерції матеріальної точки і твердого тіла та його обчислення. Теорема Штейнера.
2. Момент сил та основні рівняння динаміки обертального руху абсолютно твердого тіла. Закон збереження моменту імпульсу. Робота та кінетична енергія при обертальному русі.
3. Біомеханічні явища.
4. Механічні властивості живих тканин.
5. Біофізичні особливості м'язевого скорочення.
6. Рівняння Хілла. Потужність одноразового скорочення.
7. Диференціальні рівняння гармонічних, затухаючих і вимушених коливань та їх розв'язок. Декремент і логарифмічний декремент затухання. Резонанс. Автоколивання.
8. Хвильові процеси та їх характеристики. Рівняння хвилі. Потік енергії. Вектор Умова. Ефект Доплера.
9. Об'єктивні і суб'єктивні характеристики звуку. Інтенсивність, рівень інтенсивності, гучність, їх одиниці вимірювання.
10. Закон Вебера-Фехнера.
11. Периферичний відділ слухового аналізатора і його будова.
12. Аудиометрія. Вібрація. Шум. Їх вплив на організм людини.
13. Ультразвук, інфразвук. Джерела і приймачі ультразвуку, інфразвуку. Особливості поширення і біофізичні основи дії ультразвуку, інфразвуку на біологічні тканини. Використання ультразвуку у фармації.
14. Дифузія. Рівняння Фіка. Коефіцієнт дифузії і його залежність від температури газів.
15. Перенесення імпульсу. Рівняння Ньютона. Коефіцієнт в'язкості.
16. Теплопровідність. Рівняння Фур'є. Коефіцієнт теплопровідності. Зв'язок між коефіцієнтами переносу.
17. Загальні властивості та особливості будови рідин. Внутрішнє тертя, в'язкість. Формула Ньютона для сили внутрішнього тертя. Ньютонівські і неньютонівські рідини. Методи і прилади для вимірювання в'язкості рідин.
18. Поверхневий натяг. Коефіцієнт поверхневого натягу і методи його визначення. Поверхнево активні речовини та їх роль у фармації.
19. Капілярні явища, їх зачення в біології і медицині.
20. Основні поняття реології.
21. Реологічні властивості біологічних рідин.
22. Робота серця.
23. Загальні фізичні закономірності руху крові по судинах.
24. Основні гемодинамічні показники.
25. Пульсова хвиля.
26. Термодинаміка біологічних систем: предмет і термінологія.

27. Перше начало термодинаміки та особливості його застосування для живих систем.
28. Основні види роботи, які здійснюються в живому організмі.
29. Температурний гомеостаз. Хімічна і фізична терморегуляції.
30. Енергозатрати організму. Основний обмін.
31. Поняття про фізіологічну калориметрію.
32. Друге начало термодинаміки і його сутність для живих об'єктів.
33. Термодинамічні потенціали.
34. Швидкість зростання ентропії і диссипативна функція.
35. Міжмолекулярні взаємодії в біополімерах (ковалентна взаємодія, електростатичні і дисперсійні взаємодії, гідروفобні взаємодії, водневі зв'язки). Структурна організація білків і нуклеїнових кислот.
36. Структура біологічних мембран.
37. Моделі біологічних мембран.
38. Основні функції біологічних мембран.
39. Фізичні методи дослідження структури біологічних мембран.
40. Види транспорту. Пасивне перенесення речовин крізь мембрану.
41. Рівняння Фіка для пасивного транспорту крізь мембрану.
42. Активний транспорт речовин крізь мембрани.
43. Електричні іонні помпи. Іонні канали.
44. Біомембранні потенціали.
45. Потенціали спокою в клітинах.
46. Потенціал дії в клітинах.
47. Електричний диполь і його електричне поле. Поведінка диполя в однорідному електричному полі. Дипольні моменти молекул. Поляризація діелектриків. Полярні і неполярні діелектрики. П'зоелектричний ефект.
48. Поняття про електрографію органів і тканин. Фізичні і біофізичні основи електрокардіографії.

## МОДУЛЬ 2

### БІОФІЗИЧНІ ОСНОВИ ДІЇ ЗОВНІШНІХ ФІЗИЧНИХ ФАКТОРІВ НА ТКАНИНИ ОРГАНІЗМУ

#### ЗАНЯТТЯ №16

*(лабораторне)*

#### ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОПОРУ БІОЛОГІЧНИХ ТКАНИН. ВИВЧЕННЯ РОБОТИ РЕОГРАФА

**Актуальність теми.** У результаті вивчення теми студенти засвоюють ряд термінів, понять, закономірностей і законів, які необхідні для розуміння фізичної суті електричного опору біологічних тканин, вивчають реографію, що є одним із методів діагностики судинних захворювань і оцінки життєздатності біологічних тканин.

**Мета. Вивчити** основні закономірності проходження постійного і змінного струмів у живих тканинах, будову і принцип дії моста Уїтстона і реографа. **Вміти** працювати з мостом Уїтстона і реографом.

#### *Питання, рекомендовані для повторення*

1. Природа струму в розчинах електролітів.
2. Активний і ємнісний опори.
3. Опір змінному струму ділянки кола з послідовним з'єднанням активного й ємнісного опорів.

#### *Основні питання теми заняття*

1. Електропровідність біологічних тканин і рідин для постійного струму.
2. Ємнісні властивості тканин організму.
3. Електропровідність біологічних тканин і рідин для змінного струму. Імпеданс тканин організму.
4. Дисперсія імпедансу.
5. Еквівалентні електричні схеми опору біологічних тканин.
6. Оцінка життєздатності біологічних тканин і органів за частотною залежністю імпедансу і зсувом фаз між струмом і напругою.

7. Реографія.
8. Призначення, будова і принцип дії моста Уїтстона.
9. Призначення, будова і принцип дії реографа.

#### *Література*

1. Конспект лекцій.
2. Чалий О.В., Агапов Б.Т., Цехмістер Я.В. та ін. Медична і біологічна фізика. – К.: Книга плюс, 2005. – С. 216-219, 228-234.
3. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. Биофизика. – К.: ИД “Профессионал”, 2004. – С. 503-507.
4. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: Высшая школа, 1987. – С. 288-290, 330-331.
5. Ливенцев Н.М. Курс физики. Т. 2. – М.: Высшая школа, 1978. – С. 146-180.
6. Лабораторні і медичні прилади та апарати. – Івано-Франківськ, 2006. – С. 20-24.
7. Агапов Б.Т. и др. Лабораторный практикум по физике. – М.: Высшая школа, 1982. – С. 177-179, 287-288.

### ІНСТРУКЦІЯ

#### *для проведення лабораторної роботи*

##### **Завдання.**

1. Визначити опір однієї і тієї ж ділянки тіла постійному струму за допомогою моста Уїтстона і змінному струму – за допомогою реографа.
2. Одержати практичні навички роботи з мостом Уїтстона і реографом.

##### *Методика проведення роботи*

Під час вимірювання опору живої тканини постійному струму на досліджувану ділянку накладають електроди, з'єднані з мостом Уїтстона, принципову схему якого подано на мал. 1. Під електроди підкладають марлеві прокладки, змочені фізіологічним розчином або водою.

Вимірювання опору живої тканини змінному струму здійснюють за допомогою реографа, спрощену схему якого зображено на мал. 2.

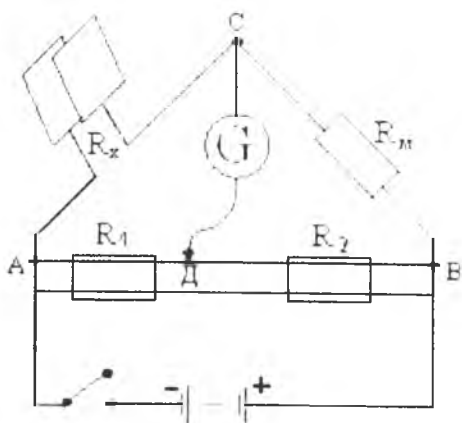


Рис. 1

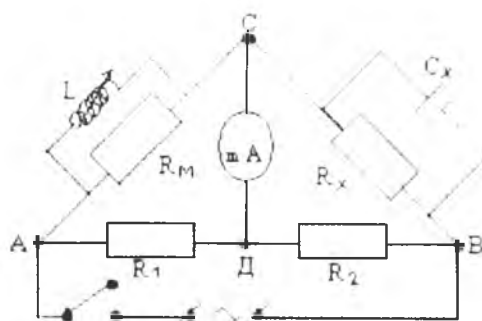


Рис. 2

#### *Порядок виконання роботи*

##### **I. Вимірювання опору ділянки тіла постійному струму**

1. Ознайомитись з технічним описом, а також інструкцією для використання моста Уїтстона.
2. Прикріпити електроди, використовуючи марлеві прокладки, змочені фізіологічним розчином або водою, гумовим паском до ділянки тіла, яка досліджується.
3. Провідники від електродів під'єднати до клеми моста  $R_x$ .
4. За допомогою моста тричі виміряти опір даної ділянки тіла.
5. Обчислити похибки вимірювань.
6. Зробити висновки.

##### **II. Вимірювання активного опору ділянки тіла змінному струму**

1. Ознайомитись з технічним описом, а також інструкцією до використання реографа РГ4-01.

2. Розмістити марлеві прокладки, змочені фізіологічним розчином або водою, на ділянці тіла, що досліджується.
3. Накласти на марлеві прокладки електроди і зафіксувати їх гумовим паском.
4. Під'єднати електроди за допомогою з'єднувального кабеля до одного з вимірювальних блоків реографа.
5. Визначити три рази величину активного опору даної ділянки тіла.
6. Обчислити похибки вимірювань.
7. Зробити висновок.

## ЗАНЯТТЯ №17

*(лабораторне)*

### ВИВЧЕННЯ РОБОТИ АПАРАТУ УВЧ-ТЕРАПІЇ

**Актуальність теми.** У результаті вивчення теми студенти засвоюють ряд термінів, понять, закономірностей і законів, які необхідні для розуміння впливу електромагнітних полів на біологічні тканини, вивчають УВЧ-терапію, що є одним із важливих методів фізіотерапії.

**Мета.** Вивчити механізм теплової дії електричного і магнітного полів УВЧ на біологічні тканини, а також будову і принцип дії апарату УВЧ-терапії. **Вміти** користуватись апаратом УВЧ-терапії.

#### *Питання, рекомендовані для повторення*

1. Електричне і магнітне поля та їх характеристики.
2. Провідники і діелектрики в електричному полі.
3. Електричний струм і умови його виникнення.
4. Закон електромагнітної індукції.
5. Частота незатухаючих електромагнітних коливань у коливальному контурі.
6. Кількість теплоти. Закон Джоуля-Ленца.

#### *Основні питання теми заняття*

1. Питома кількість теплоти Джоуля (загальна формула).
2. Теплова дія електричного поля УВЧ на:
  - провідники;
  - діелектрики.
3. Теплова дія магнітного поля УВЧ на біологічні тканини.
4. Використання височастотних і УВЧ електромагнітних полів з лікувальною метою.
5. Призначення, будова і принцип дії апарату УВЧ-терапії.

#### *Література*

1. Конспект лекцій.
2. Чалий О.В., Агапов Б.Т., Цехмістер Я.В. та ін. Медична і біологічна фізика. – К.: Книга плюс, 2005. – С. 269-279.
3. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. Биофизика. – К.: ИД “Профессионал”, 2004. – С. 507-511.
4. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: Высшая школа, 1987. – С. 288-290, 343-351.
5. Ливенцев Н.М. Курс физики. Т. 2. – М.: Высшая школа, 1978. – С. 146-150, 172-181.
6. Лабораторні і медичні прилади та апарати. – Івано-Франківськ, 2006. – С. 37-39.
7. Агапов Б.Т. и др. Лабораторный практикум по физике. – М.: Высшая школа, 1982. – С. 306-307.

## ІНСТРУКЦІЯ

### *для проведення лабораторної роботи*

#### **Завдання**

1. Дослідити теплову дію електричного і магнітного полів УВЧ на діелектрик і розчин електроліту.
2. Побудувати графіки часової залежності температури електроліту і діелектрика в електричному і магнітному полях.

#### *Методика проведення роботи*

Пристрій для вимірювання включає апарат УВЧ, до якого підключаються дискові електроди для створення електричного поля УВЧ або котушка індуктивності для створення магнітного поля УВЧ. Контроль за тепловим ефектом впливу електричного і магнітного УВЧ-полів на рідкий діелектрик і розчин електроліту здійснюється за допомогою двох термометрів.

#### *Порядок виконання роботи*

1. Підготувати апарат УВЧ-терапії до роботи (див. інструкцію).

- У дві посудини налити відповідно рідкий діелектрик (касторове масло) і розчин електроліту (1-2% розчин кухонної солі).
- Одну з посудин розмістити між дисковими електродами, а іншу – в котушці індуктивності, що підключені до виходу апарату УВЧ.
- У кожен посудину помістити термометр так, щоб він визначав температуру всередині об'єму рідини.
- Записати початкову температуру обох рідин.
- Ручкою регулятора потужності задати відповідне значення цієї величини.
- Ручкою регулятора "Настройка" забезпечити резонанс терапевтичного контуру з двотактним генератором. Резонанс фіксувати за допомогою неонові лампочки або за максимальним відхиленням стрілки контрольного приладу.
- Через кожні 2 хв. записувати значення температури рідин у посудинах.
- Вимірювання проводити протягом 20 хв.
- Результати вимірювань занести в таблицю 3:

Таблиця 3

Вид поля	Час дії $\tau$ , хв	0	2	4	...	20
Магнітне поле УВЧ	$t^0$ С діелектрика					
	$t^0$ С електроліту					
Електричне поле УВЧ	$t^0$ С діелектрика					
	$t^0$ С електроліту					

- Побудувати графічну залежність зміни температури рідин від часу дії електричного і магнітного полів УВЧ.
- Для діелектрика і розчину електроліту визначити величину питомої теплової:

$$q = \frac{c \cdot \rho \cdot (t_2 - t_1)}{\tau} \quad (1)$$

де  $c$  – питома теплоємність рідини, а саме:  $c_d = 2200$  Дж/(кг · град);  $c_{ел} = 4200$  Дж/(кг · град);  $\rho$  – густина рідини, а саме:  $\rho_d = 960$  кг/м<sup>3</sup>;  $\rho_{ел} = 1000$  кг/м<sup>3</sup>;  $t_1$ ,  $t_2$  – відповідно початкова і кінцева температури рідини;  $\tau$  – час дії УВЧ-поля на рідину.

- Зробити висновок.

## ЗАНЯТТЯ №18

(семінарське)

### ДІЯ СТРУМІВ І ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ НА ТКАНИНИ ОРГАНІЗМУ

**Актуальність теми.** У результаті вивчення теми студенти засвоюють ряд базових термінів, понять, закономірностей і законів, які необхідні для розуміння впливу електромагнітних полів на біологічні тканини.

**Мета.** Вивчити біофізичні основи методів гальванізації, електрофорезу, електростимуляції, дарсонвалізації, діатермії, електрохірургії, індуктотермії, УВЧ-терапії, мікрохвильової терапії.

#### Питання, рекомендовані для повторення

- Сила електричного струму. Густина струму.
- Питомий опір провідників.
- Електричний опір тканин організму постійному і змінному струмам.
- Закон Джоуля-Ленца.
- Явище електромагнітної індукції.
- Електромагнітні хвилі та їх характеристики.
- Шкала електромагнітних хвиль.

#### Основні питання теми заняття

- Електропровідність електролітів.
- Дія постійного електричного струму на тканини організму. Гальванізація й електрофорез ліків.

3. Класифікація електромагнітних коливань, прийнята в медицині.
4. Біофізичні основи подразнюючої дії низькочастотного електричного струму.
5. Закон Дюбуа-Реймона. Електростимуляція.
6. Основні характеристики імпульсних струмів, що використовуються для електростимуляції.
7. Залежність електричного подразнення від тривалості, амплітуди і частоти імпульсного струму. Реобаза і хронаксія.
8. Класифікація НЧ фізіотерапевтичної апаратури.
9. Біофізичне обґрунтування високочастотної терапії.
10. Класифікація ВЧ фізіотерапевтичної апаратури.

#### *Теми рефератів*

1. Використання постійного електричного струму в медицині: гальванізація, електрофорез.
2. Використання імпульсного струму низької напруги і частоти в медицині: кардіостимуляція, електросон.
3. Використання змінного струму високої частоти в медицині: дарсонвалізація, електрохірургія.
4. Використання ВЧ, УВЧ електричних і магнітних полів у медицині: індуктотермія, УВЧ-терапія.
5. Використання НВЧ електромагнітних полів у медицині: мікрохвильова терапія.

#### *Література*

1. Конспект лекцій.
2. Чалий О.В., Агапов Б.Т., Цехмістер Я.В. та ін. Медична і біологічна фізика. – К.: Книга плюс, 2005. – С. 269-279.
3. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. Биофизика. – К.: ИД “Профессионал”, 2004. – С. 503-511.
4. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: Высшая школа, 1987. – С. 288-290, 342-352.
5. Ливенцев Н.М. Курс физики. Т. 2. – М.: Высшая школа, 1978. – С. 146-154, 164-181.
6. Лабораторні і медичні прилади та апарати. – Івано-Франківськ, 2006. – С. 24-26, 31-40.

### **ЗАНЯТТЯ №19**

*(лабораторне)*

#### **ВИВЧЕННЯ РОБОТИ ПОЛЯРИМЕТРА**

**Актуальність теми.** У результаті вивчення теми студенти засвоюють ряд термінів, понять, закономірностей і законів, які необхідні для розуміння фізичних основ поляриметрії і спектрополяриметрії.

**Мета. Вивчити** основні закономірності поляризації світла й оптичної активності речовин. **Вміти** користуватись поляриметром для визначення концентрації розчинів.

#### *Питання, рекомендовані для повторення*

1. Хвильова природа світла.
2. Основні характеристики електромагнітних хвиль.

#### *Основні питання теми заняття*

1. Світло природне і поляризоване.
2. Поляризація світла при відбиванні. Закон Брюстера.
3. Поляризація світла при подвійному променезаломленні.
4. Поляризаційні прилади. Закон Малюса.
5. Оптично активні речовини.
6. Дисперсія оптичної активності. Закон Біо.
7. Поляриметрія і спектрополяриметрія.
8. Призначення, будова і принцип дії поляриметра.

#### *Література*

1. Конспект лекцій.
2. Чалий О.В., Агапов Б.Т., Цехмістер Я.В. та ін. Медична і біологічна фізика. – К.: Книга плюс, 2005. – С. 523-531.
3. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. Биофизика. – К.: ИД “Профессионал”, 2004. – С. 431-437, 589-594.
4. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: Высшая школа, 1990. – С. 302-303, 306-316.
5. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: Высшая школа, 1987. – С. 439-447.
6. Ливенцев Н.М. Курс физики. Т. 2. – М.: Высшая школа, 1978. – С. 231-249.
7. Лабораторні і медичні прилади та апарати. – Івано-Франківськ, 2006. – С. 45-47.

## ІНСТРУКЦІЯ для проведення лабораторної роботи

### Завдання

1. Оволодіти навичками роботи з поляриметром СУ-3.
2. Визначити концентрацію водного розчину глюкози.

### Методика проведення роботи

Кут повороту  $\varphi$  площини поляризації розчином оптично активної речовини залежить від концентрації  $C$  оптично активної речовини в розчині і довжини шляху  $l$ , який проходить світло в розчині (довжини кювети з розчином):

$$\varphi = \varphi_0 \cdot l \cdot C. \quad (1)$$

Коефіцієнт пропорційності  $\varphi_0$ , який носить назву питомого кута обертання, залежить від хімічної природи оптично активної речовини. На використанні співвідношення (1) базується метод поляриметрії.

З (1) випливає, що

$$C = \frac{\varphi}{\varphi_0 \cdot l}. \quad (2)$$

У даній роботі для визначення кута повороту площини поляризації розчином глюкози, що досліджується, використовується універсальний поляриметр СУ-3. Поляриметр проградунований у градусах міжнародної шкали  $^{\circ}S$ , які пов'язані зі звичайними кутовими градусами співвідношенням  $1^{\circ}S = 0,346^{\circ}$ .

Тоді

$$C = \frac{0,346 \cdot \varphi}{\varphi_0 \cdot l}. \quad (3)$$

Враховуючи, що питомий кут повороту глюкози

$$\varphi_0 = 52,8 \cdot 10^{-2} \frac{\text{кут. град.}}{g/(100 \text{ см}^3) \cdot \text{дм}}. \quad (4)$$

отримаємо, що

$$C = \frac{0,346 \cdot \varphi (\text{кут. град.} \cdot g/100 \text{ см}^3) \cdot \text{дм}}{52,8 \cdot 10^{-2} \text{кут. град.} \cdot l} = 0,655 \cdot \frac{\varphi}{l} \cdot \frac{g \cdot \text{дм}}{100 \text{ см}^3}. \quad (5)$$

Згідно з інструкцією до приладу, кут повороту площини поляризації розчином оптично активної речовини, який знаходиться в кюветі, в градусах міжнародної шкали визначають за формулою

$$\varphi = \alpha - \alpha_0, \quad (6)$$

де  $\alpha_0$  – покази приладу при відсутності кювети,  $\alpha$  – покази приладу з кюветою, в якій знаходиться досліджуваний розчин.

Після підстановки (6) у (5) остаточно одержуємо:

$$C = 0,655 \cdot \frac{\alpha - \alpha_0}{l} \cdot \frac{g \cdot \text{дм}}{100 \text{ см}^3}. \quad (7)$$

### Порядок виконання роботи

1. Взяти кювету визначеного розміру і записати вказану на ній довжину  $l$ .
2. Заповнити кювету розчином глюкози, що досліджується.
3. Користуючись інструкцією до поляриметра, визначити покази приладу  $\alpha_0$  при відсутності в ньому кювети з досліджуваним розчином, а також покази приладу  $\alpha$  при її наявності.
4. Результати вимірювань занести в таблицю 4:

Таблиця 4

№ з/п	l, дм	$\alpha_0$	$\Delta\alpha_0$	$\alpha$	$\Delta\alpha$
1					
2					
3					
Середнє значення					



5. Вимірювання провести три рази.
6. Обчислити концентрацію розчину глюкози за формулою (7).
7. Обчислити похибки вимірювань.
8. Зробити висновок.

## ЗАНЯТТЯ №20

*(лабораторне)*

### ВИВЧЕННЯ РОБОТИ ФОТОЕЛЕКТРОКОЛОРИМЕТРА

**Актуальність теми.** У результаті вивчення теми студенти засвоюють ряд термінів, понять, закономірностей і законів, які необхідні для розуміння фізичних основ фотоелектроколориметрії.

**Мета.** Вивчити закономірності явищ поглинання і розсіювання світла речовиною, а також фізичні основи фотоелектроколориметрії. **Вміти** користуватись фотоелектроколориметром для визначення концентрації розчинів.

#### *Питання, рекомендовані для повторення*

1. Природа світла. Зв'язок між довжиною і частотою світлової хвилі.
2. Інтенсивність світлового потоку.
3. Явище дифракції світла.
4. Фотоефект. Фотоелементи.
5. Графічні методи обробки результатів вимірювань.

#### *Основні питання теми заняття*

1. Поглинання світла речовиною.
2. Закон Бугера.
3. Закон Бера.
4. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
5. Коефіцієнт пропускання. Оптична густина розчину.
6. Спектри поглинання.
7. Концентраційна колориметрія.
8. Призначення, будова і принцип дії фотоелектроколориметра.
9. Розсіювання світла речовиною. Закон Релея. Нефелометрія.

#### *Література*

1. Конспект лекцій.
2. Чалий О.В., Агапов Б.Т., Цехмістер Я.В. та ін. Медична і біологічна фізика. – К.: Книга плюс, 2005. – С. 534-537.
3. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. Биофизика. – К.: ИД “Профессионал”, 2004. – С. 427-430.
4. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: Высшая школа, 1990. – С. 302-303, 306-316.
5. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: Высшая школа, 1987. – С. 439-447.
6. Ливенцев Н.М. Курс физики. Т. 2. – М.: Высшая школа, 1978. – С. 231-249.
7. Лабораторні і медичні прилади та апарати. – Івано-Франківськ, 2006. – С. 44-45.

## ІНСТРУКЦІЯ

### *для проведення лабораторної роботи*

#### **Завдання**

1. За допомогою фотоелектроколориметра встановити залежність оптичної густини розчину від його концентрації.
2. Визначити за допомогою проградуйованого фотоелектроколориметра невідому концентрацію розчину.

#### *Методика проведення роботи*

У роботі визначають за допомогою фотоелектроколориметра оптичну густина однотипних розчинів різної концентрації. Оптична густина розчину прямо пропорційна його концентрації. Дана закономірність дає можливість визначити невідому концентрацію розчину за графіком залежності оптичної густини від концентрації розчину.

#### *Порядок виконання роботи*

1. Підготувати фотоелектроколориметр до роботи.
2. Провести вимірювання оптичної густини для розчинів відомих і невідомої концентрацій.
3. Результати вимірювань занести в таблицю 5:

Концентрація розчину, $C$ , %	5	10	15	20	$x$
Оптична густина, $D$					

4. Побудувати графік залежності оптичної густини від концентрації розчину.
5. Користуючись графіком, визначити невідому концентрацію розчину.
6. Обчислити похибки, використовуючи методи графічної обробки результатів вимірювань.
7. Зробити висновок.

### ЗАНЯТТЯ №21

(лабораторне)

#### ВИВЧЕННЯ РОБОТИ РЕФРАКТОМЕТРА

**Актуальність теми.** У результаті вивчення теми студенти засвоюють ряд термінів, понять, закономірностей і законів, які необхідні для розуміння фізичних основ рефрактометрії.

**Мета.** Вивчити явища рефракції і повного внутрішнього відбивання світла та їх застосування в медичній апаратурі. **Вміти** визначати концентрації розчинів за допомогою рефрактометра.

#### *Питання, рекомендовані для повторення*

1. Закони заломлення світла.
2. Повне внутрішнє відбивання.
3. Хід променів у призмі.
4. Дисперсія світла.
5. Графічні методи обробки результатів вимірювань.

#### *Основні питання теми заняття*

1. Граничний кут заломлення.
2. Призначення, будова і принцип дії рефрактометра.
3. Визначення концентрації розчину за допомогою рефрактометра.
4. Волоконна оптика.
5. Використання волоконної оптики в медичних приладах.

#### *Література*

1. Конспект лекцій.
2. Чалий О.В., Агапов Б.Т., Цехмістер Я.В. та ін. Медична і біологічна фізика. – К.: Книга плюс. 2005. – С. 531-534.
3. Гиманюк В.А., Животова Е.Н. Биофизика. – К.: ИД “Профессионал”, 2004. – С. 401-408, 600-604.
4. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: Высшая школа, 1987. – С. 474-476.
5. Ливенцев Н.М. Курс физики. Т. 1. – М.: Высшая школа, 1978. – С. 232–235.
6. Лабораторні і медичні прилади та апарати. – Івано-Франківськ, 2006. – С. 41-44.

### ІНСТРУКЦІЯ

#### *для проведення лабораторної роботи*

#### **Завдання**

1. За допомогою рефрактометра встановити залежність показника заломлення водного розчину гліцерину від його концентрації.
2. Визначити за допомогою проградуйованого рефрактометра невідому концентрацію водного розчину гліцерину.

#### *Методика проведення роботи*

Для визначення концентрації гліцерину у водному розчині використовується рефрактометр УРЛ чи ИРФ-22, флакони з дистильованою водою і водними розчинами гліцерину, піпетки.

#### *Порядок виконання роботи*

1. Користуючись інструкцією до рефрактометра УРЛ чи ИРФ-22, провести вимірювання показника заломлення дистильованої води.
2. Виміряти показники заломлення для 2 %, 3 %, 5 %, 10 % і  $x$  % водних розчинів гліцерину.
3. Результати вимірювань занести в таблицю 9:

Концентрація $C$ , %	0	2	3	5	10	x
Величина показника заломлення, $n$						

- Побудувати графік залежності показника заломлення від концентрації розчину.
- Користуючись побудованим графіком, визначити невідому концентрацію водного розчину гліцерину.
- Обчислити похибки, використовуючи методи графічної обробки результатів вимірювань.
- Зробити висновок.

## ЗАНЯТТЯ № 22

(лабораторне)

### ВИВЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ОПТИЧНОГО МІКРОСКОПА

**Актуальність теми.** У результаті вивчення теми студенти засвоюють ряд термінів, понять, закономірностей і законів, які необхідні для розуміння фізичних основ оптичної мікроскопії і спеціальних методів мікроскопії.

**Мета.** Вивчити будову і принцип дії мікроскопа, основні методи мікроскопії. **Вміти** користуватись біологічним мікроскопом.

#### *Питання, рекомендовані для повторення*

- Закони заломлення світла.
- Лінзи. Основні характеристики лінз. Побудова зображень у лінзах.
- Збільшення лінзи. Лупа.

#### *Основні питання теми заняття*

- Центрована ідеальна оптична система.
- Аберації лінз.
- Мікроскоп, хід променів у ньому. Збільшення мікроскопа.
- Межа роздільності і роздільна здатність оптичної системи.
- Основні методи мікроскопії.

#### *Література*

- Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: Высшая школа, 1990. – С. 261-271.
- Чалий О.В., Агапов Б.Т., Цехмістер Я.В. та ін. Медична і біологічна фізика. – К.: Книга плюс, 2005. – С. 513-523.
- Тиманюк В.А., Животова Е.Н. Биофизика. – К.: ИД “Профессионал”, 2004. – С. 402-408.
- Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: Высшая школа, 1987. – С. 449-474.
- Ливенцев Н.М. Курс физики. Т. 1. – М.: Высшая школа, 1978. – С. 249-261, 266-279.
- Эссаулова И.А. и др. Руководство к лабораторным работам по физике. – М.: Высшая школа, 1983. – С. 84-88.
- Лабораторні і медичні прилади та апарати. – Івано-Франківськ, 2006. – С. 40-41.

## ІНСТРУКЦІЯ

### *для проведення лабораторної роботи*

#### **Завдання**

Визначити числову апертуру об'єктива, межу роздільності, роздільну здатність і корисне збільшення мікроскопа.

#### *Методика проведення роботи*

У даній роботі апертурний кут мікроскопа визначають безпосередньо геометричним вимірюванням поля зору мікроскопа при знятому окулярі.

Числова апертура об'єктива  $A$ , межа роздільності  $Z$ , роздільна здатність  $R$  і корисне збільшення мікроскопа  $\Gamma$  розраховуються за формулами

$$A = n \cdot \sin U, \quad (1)$$

$$Z = \frac{\lambda}{2 \cdot A} = \frac{\lambda}{2 \cdot n \cdot \sin U}, \quad (2)$$

$$R = \frac{1}{Z}, \quad (3)$$

$$\Gamma = \frac{3 \cdot Z_0}{Z}, \quad (4)$$

де  $\lambda = 555$  нм – середня довжина світлової хвилі, до якої око найбільш чутливе,  $n$  – показник заломлення середовища між об'єктивом і об'єктом (для повітря  $n = 1,0003$ ),  $U$  – апертурний кут,  $Z_0 = 70$  мкм – межа роздільності незброєного ока на відстані найкращого зору.

**Порядок виконання роботи**

1. Помістити на столі під мікроскопом картон з міліметровим папером.
2. Помістити на предметному столику мікроскопа металеву пластинку з отвором.
3. Отримати чітке зображення країв отвору в центрі поля зору мікроскопа.
4. Зняти конденсор і освітлювальне дзеркало, вийняти окуляр.
5. Помістити на міліметровий папір дві стрілки таким чином, щоб їх вістря сходились у центрі поля зору. Дивлячись у тубус мікроскопа незброєним оком, добитись, щоб при зміщенні ока ліворуч вістря лівої стрілки було видно з правого боку поля зору, а при зміщенні ока праворуч вістря правої стрілки було видно з лівого боку поля зору.
6. Виміряти відстань  $d$  між вістрями стрілок.
7. Виміряти відстань  $h$  від поверхні предметного столика до площини картону.
8. Результати вимірювань занести в таблицю 7:

Таблиця 7

№ з/п	$d$ , мм	$\Delta d$ , мм	$h$ , мм	$\Delta h$ , мм
1.				
2.				
3.				
Середнє значення				

9. Використовуючи мал. 3 визначити величину  $\sin U$ .

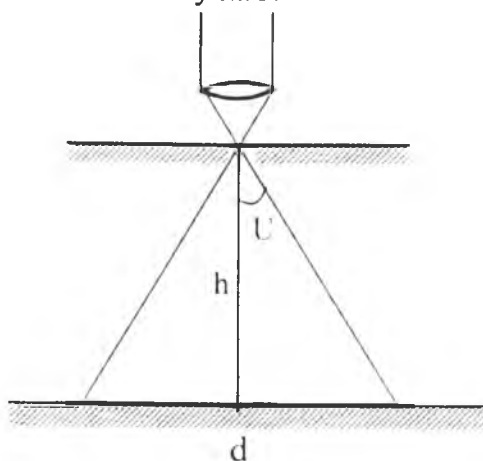


Рис. 3

10. За одержаними даними і формулами (1)-(4) обчислити величини  $A$ ,  $Z$ ,  $R$ ,  $\Gamma$ .
11. Обчислити похибки вимірювань для величини  $Z$ .
12. Зробити висновок.

**ЗАНЯТТЯ №23**

(практичне)

**ОПТИЧНА СИСТЕМА ОКА**

**Актуальність теми.** У результаті вивчення теми студенти засвоюють ряд фізичних термінів і понять, які використовуються в офтальмології і лежать в основі біофізики зору.

**Мета.** Вивчити фізичні характеристики зорового аналізатора людини, молекулярний механізм зору. **Вміти** відтворювати хід променів при побудові зображень на сітківці ока, а також визначати кутову і лінійну роздільні здатності ока.

*Питання, рекомендовані для повторення*

1. Закони заломлення світла.
2. Закони поглинання світла.
3. Лінзи. Побудова зображень у лінзах. Характеристики зображень.
4. Лінійне і кутове збільшення лінз.

*Основні питання теми заняття*

1. Будова ока людини.
2. Хід променів у оці.
3. Кутова і лінійна роздільні здатності ока.
4. Механізм акомодативної системи ока.
5. Недоліки оптичної системи ока.
6. Абсолютний поріг, різницевий і диференціальний поріг чутливості. Закон Вебера-Фехнера.
7. Молекулярний механізм зору.

*Література*

1. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: Высшая школа, 1990. – С. 261-271.
2. Чалий О.В., Агапов Б.Т., Цехмістер Я.В. та ін. Медична і біологічна фізика. – К.: Книга плюс, 2005. – С. 550-558.
3. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. Биофизика. – К.: ИД “Профессионал”, 2004. – С. 448-459.
4. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: Высшая школа, 1987. – С. 456- 461.
5. Ливенцев Н.М. Курс физики. Т. 1. – М.: Высшая школа, 1978. – С. 249-261, 266-279.

**ЗАНЯТТЯ №24**

*(практичне)*

**ТЕПЛОВЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ ТІЛ**

**Актуальність теми.** У результаті вивчення теми студенти засвоюють ряд термінів, понять, закономірностей і законів, які необхідні для розуміння процесів теплового випромінювання, що є необхідним для формування наукового світогляду.

**Мета.** Вивчити основні характеристики і закони теплового випромінювання, біофізичні основи термографії, дію інфрачервоного й ультрафіолетового випромінювань на організм людини. **Вміти** застосовувати одержані з даної теми знання для розв’язування задач.

*Питання, рекомендовані для повторення*

1. Шкала електромагнітних хвиль.
2. Частота, довжина хвилі та зв’язок між ними.
3. Енергія, потужність, потік випромінювання, густина потоку (інтенсивність) та їх одиниці вимірювання.
4. Температура як фізична величина. Температурні шкали.

*Основні питання теми заняття*

1. Природа теплового випромінювання.
2. Спектральна густина енергетичної світимості.
3. Енергетична світимість.
4. Спектральна поглинаюча здатність.
5. Поняття абсолютно чорного і сірого тіл.
6. Закон Кірхгофа.
7. Закон Стефана-Больцмана.
8. Закон Віна.
9. Формула Релея-Джинса.
10. Гіпотеза Планка. Формула Планка.
11. Випромінювання Сонця. Інфрачервоне, ультрафіолетове випромінювання та їх використання в медицині і фармації.

*Література*

1. Конспект лекцій.

2. Чалий О.В., Агапов Б.Т., Цехмістер Я.В. та ін. Медична і біологічна фізика. – К.: Книга плюс, 2005. – С. 539-550.
3. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. Биофизика. – К.: ИД “Професіонал”, 2004. – С. 542-543.
4. Трофимова Т.И. Курс фізики. – М.: Высшая школа, 1990. – С. 317-324.
5. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: Высшая школа, 1987. – С. 476-486.

## ЗАНЯТТЯ №25

(практичне)

### ЕЛЕМЕНТИ КВАНТОВОЇ МЕХАНІКИ

**Актуальність теми.** У результаті вивчення теми студенти засвоюють ряд термінів, понять, закономірностей і законів, які необхідні для розуміння квантової механіки, що є необхідним для формування сучасного наукового світогляду.

**Мета. Вивчити** основні поняття, постулати і гіпотези квантової механіки, рівняння Шредінгера і його розв’язки. **Вміти** застосовувати одержані з даної теми знання для вирішення задач.

#### *Питання, рекомендовані для повторення*

1. Електромагнітні хвилі та їх шкала.
2. Дуалізм електромагнітних хвиль.
3. Явища, які підтверджують хвильові і корпускулярні властивості світла.
4. Модель будови атома за Резерфордом.
5. Недоліки ядерної моделі атома за Резерфордом.
6. Лінійчастий спектр атома водню.
7. Постулати Бора.
8. Спектр атома водню за Бором.

#### *Основні питання теми заняття*

1. Гіпотеза де-Бройля. Досліди Девісона і Джермера.
2. Співвідношення невизначеностей Гейзенберга.
3. Хвильова функція та її фізичний зміст.
4. Рівняння Шредінгера і його розв’язок для атома водню.
5. Квантові числа. Спін електрона.
6. Принцип Паулі. Послідовність заповнення електронних оболонок атома
7. Молекулярні спектри.
8. Електронна мікроскопія та її використання в медико-біологічних дослідженнях.

#### *Література*

1. Конспект лекцій.
2. Чалий О.В., Агапов Б.Т., Цехмістер Я.В. та ін. Медична і біологічна фізика. – К.: Книга плюс, 2005. – С. 575-589.
3. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. Биофизика. – К.: ИД “Професіонал”, 2004. – С. 479-488.
4. Трофимова Т.И. Курс фізики. – М.: Высшая школа, 1990. – С. 334-362.
5. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: Высшая школа, 1987. – С. 495-516, 521-529, 538-546.
6. Ливенцев Н.М. Курс фізики. Т. 2. – М.: Высшая школа, 1978. – С. 20-30, 32-36, 62-69.

## ЗАНЯТТЯ №26

(лабораторне)

### ВИВЧЕННЯ РОБОТИ ЛАЗЕРА

**Актуальність теми.** У результаті вивчення теми студенти засвоюють ряд термінів, понять, закономірностей і законів, які необхідні для розуміння властивостей лазерного випромінювання, що широко використовується в сучасній медицині, зокрема в хірургії, офтальмології, стоматології, голографії тощо.

**Мета. Вивчити** принцип роботи оптичного квантового генератора й основні властивості лазерного випромінювання. **Вміти** користуватись гелій-неоновим лазером і досліджувати його випромінювання.

#### *Питання, рекомендовані для повторення*

1. Електромагнітні хвилі та їх властивості.
2. Поглинання і випромінювання енергії атомами.
3. Дифракція. Дифракційна решітка.

### Основні питання теми заняття

1. Метастабільні рівні. Індуковане випромінювання.
2. Оптичні квантові генератори (лазери).
3. Будова і принцип дії гелій-неонового лазера.
4. Основні властивості лазерного випромінювання.
5. Застосування лазерів у біологічних дослідженнях і в медицині.
6. Поняття про голографію і перспективи її використання в медицині.
7. Дослідження електромагнітного випромінювання за допомогою дифракційної решітки.

### Література

1. Конспект лекцій.
2. Чалий О.В., Агапов Б.Т., Цехмістер Я.В. та ін. Медична і біологічна фізика. – К.: Книга плюс, 2005. – С. 602-606.
3. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: Высшая школа, 1987. – С. 534-538.
4. Ливенцев Н.М. Курс физики. Т. 2. – М.: Высшая школа, 1978. – С. 39-43.
5. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: Высшая школа, 1990. – С. 372-376.
6. Лабораторні і медичні прилади та апарати. – Івано-Франківськ, 2006. – С. 47-49.

### ІНСТРУКЦІЯ

#### для проведення лабораторної роботи

#### Завдання

1. Визначити довжину хвилі лазерного випромінювання за допомогою дифракційної решітки.
2. Визначити величину енергії кванта лазерного випромінювання.

#### Методика проведення роботи

Схема досліду зображена на рис. 4:

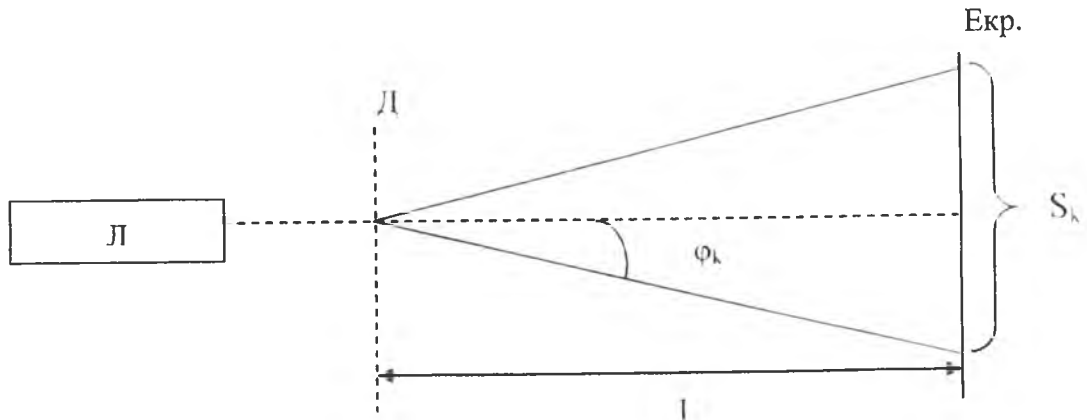


Рис. 4

де Л – лазер; Д – дифракційна решітка; Е – екран.

Розташували на шляху лазерного променя дифракційну решітку, на екрані можна спостерігати дифракційний спектр.

Умовою головних максимумів у дифракційному спектрі є співвідношення

$$d \cdot \sin \varphi_{k \max} = k \cdot \lambda, \quad (1)$$

де  $d$  – стала дифракційної решітки;  $\varphi_{k \max}$  – кут між перпендикуляром до екрана і напрямком на  $k$ -ий дифракційний максимум;  $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$  – порядковий номер максимуму;  $\lambda$  – довжина світлової хвилі.

Оскільки в межах даного досліду кут  $\varphi$  невеликий, то

$$\sin \varphi_{k \max} \approx \operatorname{tg} \varphi_{k \max} = \frac{S_k}{2 \cdot L}, \quad (2)$$

де  $S_k$  – відстань між максимумами  $k$ -го порядку;  $L$  – відстань від дифракційної решітки до екрана.

З урахуванням співвідношень (1) і (2) можна одержати формулу для визначення довжини світлової хвилі:

$$\lambda = \frac{d \cdot S_k}{2 \cdot k \cdot L} \quad (3)$$

Енергія кванта випромінювання визначається за формулою

$$E = \frac{h \cdot c}{\lambda}, \quad (4)$$

де  $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$  Дж·с – стала Планка;  $c = 3 \cdot 10^8$  м/с – швидкість світла у вакуумі.

#### Порядок виконання роботи

1. Включити лазер.
2. Направити лазерний промінь на екран.
3. Помістити дифракційну решітку на виході променя із лазера.
4. Виміряти відстань  $L$  між дифракційною решіткою й екраном.
5. Виміряти відстань  $S_k$  між  $k$ -ми максимумами в дифракційному спектрі.
6. Результати вимірювань занести в таблицю 8:

Таблиця 8

№ з/п	$L$ , см	$\Delta L$ , см	$S_k$ , см	$\Delta S_k$ , см
1				
2				
3				
Середнє значення				

7. Визначити довжину хвилі лазерного випромінювання за формулою (3).
8. Визначити енергію кванта випромінювання за формулою (4).
9. Обчислити похибки вимірювань.
10. Зробити висновок.

### ЗАНЯТТЯ №27

(семінарське)

#### ЛЮМІНЕСЦЕНЦІЯ

**Актуальність теми.** У результаті вивчення теми студенти засвоюють ряд термінів, понять, закономірностей і законів, які необхідні для розуміння явища люмінесценції та його застосування у фармації.

**Мета.** Вивчити основні види і механізми люмінесценції, її застосування для досліджень біологічних об'єктів. **Вміти** застосовувати одержані з даної теми знання для вирішення задач.

#### Питання, рекомендовані для повторення

1. Поглинання і випромінювання світла атомами. Гіпотеза Планка.
2. Фотон. Енергія фотона.

#### Основні питання теми заняття

1. Види люмінесценції.
2. Фотолюмінесценція та її види.
3. Резонансна флуоресценція.
4. Фосфоресценція.
5. Закон Стокса.
6. Застосування флуоресценції в медико-біологічних дослідженнях.
7. Хемілюмінесценція.

#### Теми рефератів

1. Іонолюмінесценція та її застосування у фармації.
2. Катодолюмінісценція та її застосування у фармації.
3. Радіолюмінесценція та її застосування у фармації.
4. Рентгенолюмінесценція та її застосування у фармації.
5. Фотобіологічні процеси та їх роль у живих організмах.

#### Література

1. Конспект лекцій.



2. Чалий О.В., Агапов Б.Т., Цехмістер Я.В. та ін. Медична і біологічна фізика. – К.: Книга плюс, 2005. – С. 595-602.
3. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. Биофизика. – К.: ИД “Професіонал”, 2004. – С. 543-548.
4. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: Высшая школа, 1987. – С. 525-534.
5. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: Высшая школа, 1990. – С. 394-396.

## ЗАНЯТТЯ №28

*(практичне)*

### РЕНТГЕНІВСЬКЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ

**Актуальність теми.** У результаті вивчення теми студенти засвоюють ряд термінів, понять закономірностей і законів, які необхідні для розуміння процесу отримання і властивостей рентгенівського випромінювання, що знаходить широке застосування як у фізичних методах аналізу лікарських речовин, так і в діагностиці та терапії.

**Мета.** Вивчити механізми одержання гальмівного і характеристичного рентгенівського випромінювання, його основні властивості і закономірності взаємодії з речовиною, фізичні основи рентгеноструктурного аналізу. **Вміти** застосовувати одержані з даної теми знання для вирішення задач.

#### *Питання, рекомендовані для повторення*

1. Явище термоелектронної емісії.
2. Зв'язок роботи поля по переміщенню електричного заряду з різницею потенціалів.
3. Енергія фотона. Стала Планка.
4. Випромінювання енергії атомами.
5. Фотоефект. Рівняння Ейнштейна для фотоефекту.
6. Поглинання світла речовиною. Закон Бугера.
7. Шкала електромагнітних хвиль.

#### *Основні питання теми заняття*

1. Рентгенівське випромінювання як вид електромагнітного випромінювання.
2. Рентгенівська трубка. Механізми генерування гальмівного і характеристичного рентгенівського випромінювання.
3. Енергетичний спектр і характеристики гальмівного, а також характеристичного рентгенівського випромінювання.
4. Рентгенівські апарати.
5. Взаємодія рентгенівського випромінювання з речовиною.
6. Закон поглинання рентгенівського випромінювання.
7. Використання рентгенівського випромінювання в медицині.
8. Метод рентгеноструктурного аналізу.

#### *Література*

1. Конспект лекцій.
2. Чалий О.В., Агапов Б.Т., Цехмістер Я.В. та ін. Медична і біологічна фізика. – К.: Книга плюс, 2005. – С. 637-645.
3. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. Биофизика. – К.: ИД “Професіонал”, 2004. – С. 488-491.
4. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: Высшая школа, 1987. – С. 432-434, 548-557.
5. Ливенцев Н.М. Курс физики. Т. 2. – М.: Высшая школа, 1978. – С. 226-228.

## ЗАНЯТТЯ №29

*(лабораторне)*

### РАДІОАКТИВНІСТЬ. ОСНОВИ ДОЗИМЕТРІЇ

**Актуальність теми.** У результаті вивчення теми студенти засвоюють ряд термінів, понять закономірностей і законів, які необхідні для розуміння процесу радіоактивного розпаду елементів, що знаходить широке застосування як у фізичних методах аналізу лікарських речовин, так і в терапії.

**Мета.** Вивчити закономірності явища радіоактивності, характеристики взаємодії іонізуючо-го випромінювання з речовиною, основи дозиметрії іонізуючого випромінювання. **Вміти** визначати потужність експозиційної дози за допомогою дозиметра ДП-5В.

#### *Питання, рекомендовані для повторення*

1. Будова ядра атома. Протони і нейтрони.

2. Дефект маси. Енергія зв'язку атомних ядер.
3. Радіоактивність.
4. Альфа-, бета-, і гама-випромінювання.

#### *Основні питання теми заняття*

1. Види радіоактивного розпаду.
2. Основний закон радіоактивного розпаду. Період піврозпаду. Середній час життя радіоактивного ядра.
3. Активність радіоактивної речовини.
4. Природний радіоактивний фон.
5. Використання радіонуклідів у медицині.
6. Іонізуюче випромінювання і характеристики його взаємодії з речовиною.
7. Захист від дії іонізуючого випромінювання.
8. Дозиметрія іонізуючого випромінювання:
  - поглинута доза;
  - експозиційна доза;
  - потужність дози;
  - коефіцієнт якості випромінювання;
  - еквівалентна доза.
9. Призначення, будова і принцип дії дозиметра.

#### *Література*

1. Конспект лекцій.
2. Чалий О.В., Агапов Б.Т., Цехмістер Я.В. та ін. Медична і біологічна фізика. – К.: Книга плюс. 2005. – С. 659-669.
3. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. Биофизика. – К.: ИД “Профессионал”, 2004. – С. 469-474, 524-532.
4. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: Высшая школа, 1990. – С. 407-436.
5. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: Высшая школа, 1987. – С. 558-573, 577-583.
6. Ливенцев Н.М. Курс физики. Т. 2. – М.: Высшая школа, 1978. – С. 70-82, 89-92, 95-112.
7. Лабораторні і медичні прилади та апарати. – Івано-Франківськ, 2006. – С. 50-53.

### ІНСТРУКЦІЯ

#### *для проведення лабораторної роботи*

##### **Завдання**

1. Визначити лінійний коефіцієнт послаблення радіоактивного випромінювання в металі за допомогою дозиметра.

##### *Методика проведення роботи*

Потужність  $\gamma$ - і  $\beta$ -випромінювання після проходження його через металевий екран товщиною  $l$  визначається за формулою

$$P = P_0 \cdot e^{-\mu l}, \quad (1)$$

де  $P_0, P$  – потужності випромінювання відповідно до і після його поглинання металевим екраном;  $\mu$  – лінійний коефіцієнт послаблення.

Отже,

$$\mu = \frac{1}{l} \cdot \ln \frac{P_0}{P} \quad (2)$$

Для більш точного визначення лінійного коефіцієнта послаблення необхідно величини натуральних логарифмів, що відповідають різним товщинам  $l$  одного і того ж металу, нанести на графік (товщину  $l$  відкладають по осі абсцис, а  $\ln \frac{P_0}{P}$  — по осі ординат) і за одержаними точками провести найбільш близьку до них пряму лінію, що проходить через початок координат. Тоді коефіцієнт  $\mu$  можна визначити як відношення ординати довільної точки отриманої прямої лінії до відповідної абсциси  $l$ .

### Порядок виконання роботи

1. Користуючись інструкцією до дозиметра ДП-5В, виміряти величину природного радіоактивного фону  $P_{\phi}$ .
2. Виміряти потужність випромінювання відкритого радіоактивного препарату  $P_0$ .
3. Для визначення захисних властивостей металевго екрана провести вимірювання потужності радіоактивного випромінювання після проходження через  $i = 1, 2, 3, \dots$  шари металевої фольги. Кожного разу вимірювати загальну товщину утвореного екрана.
4. Результати вимірювань занести в таблицю 9:

Таблиця 9

№ з/п	Товщина металевго екрана $l$ , мм	Потужність випромінювання $P$ , мР/год
1		
...		
10		

5. Побудувати графік залежності  $\ln \frac{P_0 - P_{\phi}}{P - P_{\phi}}$  від товщини екрана  $l$ .
6. Для довільної точки отриманої прямої за формулою (2) з врахуванням впливу природного фону визначити лінійний коефіцієнт послаблення металевго екрана:

$$\mu = \frac{1}{l} \cdot \ln \frac{P_0 - P_{\phi}}{P - P_{\phi}}$$

7. Зробити висновок.

### ЗАНЯТТЯ №30

(підсумкове)

#### КОНТРОЛЬ ЗАСВОЄННЯ МОДУЛЯ 2

#### ”БІОФІЗИЧНІ ОСНОВИ ДІЇ ЗОВНІШНІХ ФІЗИЧНИХ ФАКТОРІВ НА ТКАНИНИ ОРГАНІЗМУ”

**Актуальність теми.** У результаті підготовки до заняття студенти повторюють і закріплюють знання базових термінів, понять, закономірностей і законів у розділі “Біофізичні основи дії зовнішніх фізичних факторів на тканини організму”.

**Мета:** Контроль знань, набутих студентами в результаті вивчення біофізичних основ дії струмів і полів на тканини організму, елементів фізики зору, квантово-механічних методів дослідження, дії іонізуючого випромінювання і основ дозиметрії.

#### Питання, рекомендовані для повторення

1. Електропровідність тканин організму для постійного струму. Фізичні та біофізичні процеси, які відбуваються у тканинах організму під дією постійного електричного поля. Методи гальванізації й електрофорезу.
2. Електропровідність тканин організму для змінного струму. Ємнісні властивості й імпеданс тканин організму. Дисперсія імпедансу. Еквівалентні електричні схеми біологічних тканин. Фізичні основи реографії.
3. Фізичні та біофізичні процеси, які відбуваються в тканинах організму під дією змінного електричного поля.
4. Магнітні моменти електрона й атома. Парамагнетизм. Діамагнетизм. Феромагнетизм.
5. Фізичні основи магнітобіології. Дія постійного і змінного магнітних полів на тканини організму.
6. Електромагнітні коливання. Енергія магнітного поля. Густина енергії.
7. Електромагнітні хвилі. Швидкість поширення електромагнітних хвиль і показник заломлення. Енергія електромагнітних хвиль. Вектор Пойтінга та інтенсивність.
8. Електромагнітні коливання і хвилі в біологічних середовищах. Дія електромагнітного поля на тканини організму (первинні механізми, теплові ефекти).

9. Шкала електромагнітних хвиль. Світло як електромагнітна хвиля. Заломлення і відбивання світлових хвиль. Повне внутрішнє відбивання.
10. Лінзи. Аберации лінз. Фокусна відстань і оптична сила лінзи. Формула тонкої лінзи. Оптичні прилади, їх збільшення і роздільна здатність. Центрована оптична система. Оптична мікроскопія. Основні характеристики мікроскопа.
11. Оптична система зорового аналізатора. Будова ока людини. Хід променів в оці. Кутова і лінійна роздільні здатності.
12. Механізм акомодации ока. Абсолютний, різницевий і диференціальний поріг чутливості. Закон Вебера-Фехнера. Молекулярний механізм зору.
13. Інтерференція світла. Умови мінімумів і максимумів.
14. Дифракція світла. Дифракційна решітка та її роздільна здатність.
15. Поляризація світла. Способи поляризації світла. Подвійне променезаломлення. Призма Ніколя. Закон Малюса.
16. Оптично активні речовини. Закон Біо. Концентраційна поляриметрия.
17. Поглинання світла. Закон Бугера. Поглинання світла розчинами. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Концентраційна колориметрія.
18. Розсіювання світла дисперсним середовищем. Молекулярне розсіювання світла. Закон Релея.
19. Рефрактометрія і волоконна оптика, їх використання у фармації. Дисперсія світла.
20. Класична теорія теплового випромінювання тіл. Енергетична світимість. Спектральна густина енергетичної світимості.
21. Закон Кірхгофа. Закон Стефана-Больцмана. Закон Віна. Гіпотеза Планка.
22. Біофізичні основи дії на тканини організму інфрачервоного й ультрафіолетового випромінювань.
23. Будова атома за Бором-Резерфордом. Правило квантування Бора-Зоммерфельда. Енергетичні рівні атома водню. Енергія іонізації.
24. Корпускулярні властивості електромагнітних хвиль. Фотоефект. Формула Ейнштейна для фотоефекту. Червона межа фотоефекту.
25. Хвильові властивості частинок. Дифракція електронів. Досліди Девідсона і Джермера. Хвильова гіпотеза де-Бройля. Поняття про електронну мікроскопію.
26. Стационарне рівняння Шредінгера. Співвідношення невизначеностей Гейзенберга.
27. Розв'язок рівняння Шредінгера для воднеподібного атома. Квантові числа. Спін електрона. Принцип Паулі. Послідовність заповнення електронних оболонок атома.
28. Поглинання і випромінювання енергії атомами і молекулами. Спектри поглинання і випромінювання атомів. Атомні рентгенівські спектри. Коливальні й обертальні спектри молекул.
29. Рентгенівське випромінювання, спектр та характеристики. Первинні механізми взаємодії рентгенівського випромінювання з речовиною.
30. Закон послаблення і захист від рентгенівського випромінювання. Застосування рентгенівського випромінювання в медицині.
31. Радіоактивність, основні види і властивості. Закон радіоактивного розпаду. Період піврозпаду. Активність, одиниці активності. Використання радіонуклідів у медицині.
32. Іонізуюче випромінювання, властивості й основні механізми взаємодії з біологічними об'єктами. Захист від дії іонізуючого випромінювання.
33. Дозиметрія іонізуючого випромінювання. Експозиційна і поглинута дози. Коефіцієнт якості випромінювання. Еквівалентна біологічна доза. Потужність доз. Одиниці доз і потужностей доз.

**Мойсеєнко Микола Іванович** – доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри медичної інформатики, медичної і біологічної фізики ДВНЗ «Івано-Франківський національний медичний університет»;

**Гамарник Олександр Тимофійович** – кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри медичної інформатики, медичної і біологічної фізики ДВНЗ «Івано-Франківський національний медичний університет»;

**Остапович Наталія Володимирівна** – асистент кафедри медичної інформатики, медичної і біологічної фізики ДВНЗ «Івано-Франківський національний медичний університет»;

**Сегін Михайло Ярославович** – кандидат фізико-математичних наук, старший викладач кафедри медичної інформатики, медичної і біологічної фізики ДВНЗ «Івано-Франківський національний медичний університет».