

Міністерство охорони здоров'я України  
Українська медична стоматологічна академія

«Затверджено»  
на засіданні кафедри  
медичної інформатики,  
медичної і біологічної фізики  
«27» серпня 2020 р.  
протокол №1 від «27» серпня 2020 р.  
Зав. кафедри \_\_\_\_\_ доцент Сілкова О.В.



**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ  
ПІД ЧАС ПІДГОТОВКИ ДО ПРАКТИЧНОГО (СЕМІНАРСЬКОГО) ЗАНЯТТЯ

Навчальна дисципліна	Медична і біологічна фізика
Модуль №2	Основи медичної фізики
Змістовний модуль	Основи медичної фізики
Тема заняття	Рефрактометрія. Визначення показника заломлення рідини.
Курс	I,II
Факультет	Медичний №1,2, стоматологічний

### 1. Актуальність теми:

Склад більшості біологічних рідин досить неоднорідний – як правило, це розчини декількох речовин, які крім того містять нерозчинні сполуки. У зв'язку з цим оптичні властивості рідин сильно залежать від концентрації та характеру тих речовин, які входять до їх складу. Показник заломлення є достатньо чутливим фізичним параметром, визначення якого дає можливість отримати інформацію при зміні вмісту зазначених речовин у рідині, яке є свідченням порушення тих чи інших процесів в організмі людини.

### 2. Конкретні цілі:

- Аналізувати фізичні процеси, що відбуваються при зніманні медико-біологічної інформації.
- Пояснювати основні закони геометричної оптики.
- Запропонувати способи визначення показника заломлення.
- Трактувати поняття геометричної оптики.
- Малювати хід променів на межі двох середовищ та в рефрактометрі.
- Проаналізувати різні методики діагностики використанням рефрактометрії.

### 3. Базові знання, вміння, навички, необхідні для вивчення теми (міждисциплінарна інтеграція):

Назви попередніх дисциплін	Отримані навички
1. фізика	Описувати явище поширення світла в однорідному та неоднорідному середовищах, визначати ціну поділки шкали, застосовувати основні закони для розв'язку задач, володіти технікою експерименту, зобразити схематично хід променів. Малювати схеми і графіки, розраховувати числові значення величин.
2. математика	

### 4. Завдання для самостійної роботи під час підготовки до заняття.

#### 4.1. Перелік основних термінів, параметрів, характеристик, які повинен засвоїти студент при підготовці до заняття:

№ п/п	Термін	Визначення
1	Показник заломлення	Показник, який визначає у скільки разів швидкість розповсюдження світла в середовищі менша за швидкість світла у вакуумі.
2	Повне внутрішнє відбивання	Явище відбивання світла від оптично менш густого середовища, за якого заломлення відсутнє, а інтенсивність відбитого світла практично дорівнює інтенсивності падаючого.
3	Оптичне волокно	Матеріал який використовується для перенесення світла у середині себе за допомогою явища повного внутрішнього відображення.
4	Рефрактометр	Пристрій, що вимірює показник заломлення світла в середовищі.

#### 4.2. Теоретичні питання до заняття:

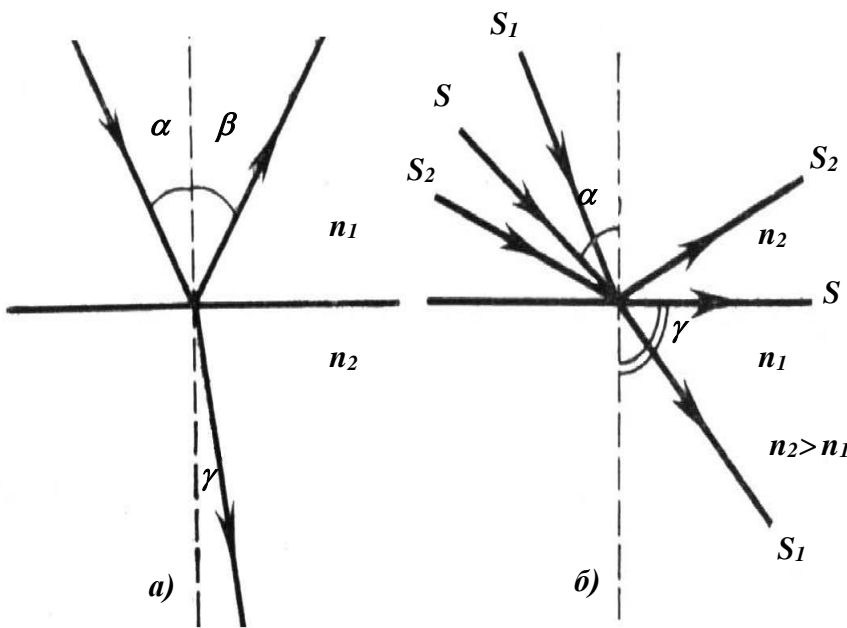
1. Основні поняття геометричної оптики.

2. Відбивання та заломлення світла.
3. Закони відбивання та заломлення світла.
4. Фізичний зміст показників заломлення (абсолютного та відносного).
5. Повне внутрішнє відбивання світла, кількісні характеристики цього явища.
6. Поняття про волоконну оптику її використання в медицині.

#### 4.3. Практичні роботи (завдання), які виконуються на занятті:

- оволодіти технікою розв'язку типових задач;
- набути навичок вимірювання показника заломлення за допомогою рефрактометра;
- вміти визначати концентрацію речовини у розчині за допомогою рефрактометра.

#### 5. Зміст теми:



Мал. 1

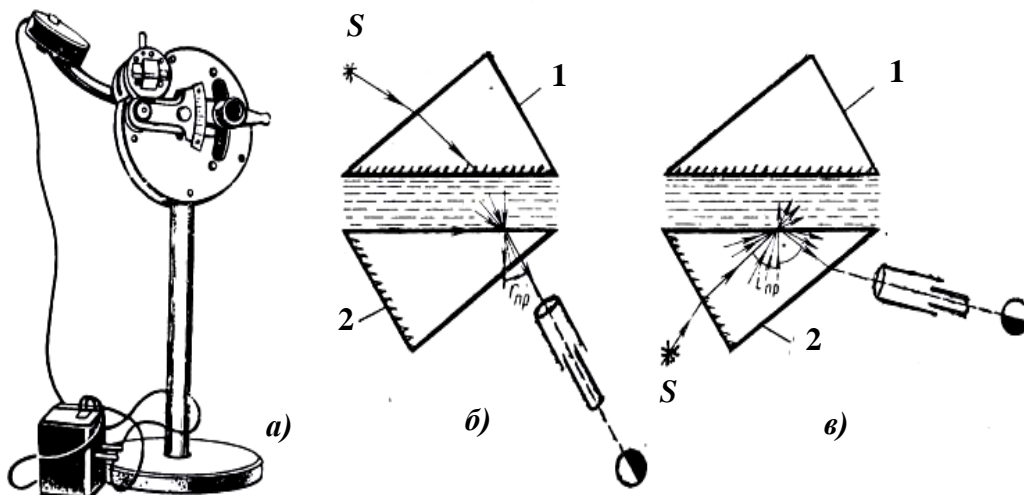
також перпендикуляр (CD), поставлений у точку падіння променя 0 на межу двох середовищ, лежать в одній площині;

2. Кут падіння  $\alpha$  дорівнює куту відбивання  $\beta$ ;
3. Відношення синуса кута падіння до синуса кута заломлення дорівнює відношенню швидкості світла першого та другого середовищ:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

(при умові, що  $n_2 > n_1$ ),

де  $n$  – абсолютний показник заломлення, який дорівнює відношенню швидкості



Мал. 2

поширення світла у вакуумі до швидкості світла в даному середовищі:  $n = \frac{c}{v}$

Якщо промінь світла  $S_1$  переходить із середовища оптично більш густішого  $n_2$  в середовище оптично менш густіше  $n_1$ , то кут заломлення (мал. 1б) буде більший від кута падіння (зворотність ходу променів). Кут падіння  $\alpha$  променя  $S$  буде називатися граничним, якщо кут заломлення його  $\gamma$  буде дорівнювати  $90^\circ$ , тобто буде проходити вздовж межі двох середовищ. Якщо промінь  $S_2$  буде падати на межу цих середовищ під кутом більшим за граничний, то відбудеться повне внутрішнє відбивання. Для швидкого визначення показника заломлення розчинів використовують рефрактометри. З допомогою рефрактометра можна визначити чистоту води, концентрацію цукру, загального білка, сироватки крові, для ідентифікації різних речовин, тощо.

Рефрактометр складається з круглого корпусу, розміщеного на штативі (мал. 2а), у верхній частині якого вмонтовані дві прямокутні призми 1 і 2 (мал. 2б), виготовлені із важкого скла з показником заломлення 1,7. Призми повернуті одна до одної гіпотенузними поверхнями так, що між ними утворюється плоскопаралельний простір висотою 0,1–0,15 мм. У цей простір між призмами вводять кілька крапель досліджуваної рідини з показником заломлення  $n_1$ . А вимірювальна призма 2 має показник заломлення  $n_2$ . Світлові промені, що надходять від допоміжної призми 1 з матовою гіпотенузною гранню розсіюються, проходять через рідину і падають на поверхню призми 2 під кутами від 0 до  $90^\circ$ . Якщо показник заломлення рідини менший показника заломлення скла, то промені світла попадають в призму 2 в межах кутів від нуля до граничного. Простір у середині цього кута буде освітленим, а поза ним – темним. Таким чином, поле зору зорової труби буде поділено на дві частини: світлу й темну, при освітленні монохроматичним світлом. Якщо користуватися білим світлом, то замість різкої межі між світлою та темною частинами поля зору спостерігаємо райдужне забарвлення, яке у рефрактометрі усувають компенсатором.

Межа розподілу світла й тіні визначається граничним кутом заломлення, що залежить від показника заломлення досліджуваної рідини. Повільно рухаючи окуляр вздовж шкали до межі розподілу, сумістити візир приладу (три штрихи) з цією межею й по лівій шкалі визначити числове значення показника заломлення з точністю до 0,001.

Якщо досліджувана рідина має великий коефіцієнт поглинання (мутна чи зафарбована рідина), то, щоб не втрачати силу освітлення в розчині, вимірювання проводять у відбитому світлі. Хід променів у рефрактометрі у цьому випадку показаний на малюнку 2в.

## 6. Матеріали для самоконтролю:

А. Завдання для самоконтролю: таблиці, схеми, малюнки, графіки.

Б. Задачі для самоконтролю:

1. Граничний кут повного внутрішнього відбивання для скипидару на поверхні скипидар повітря становить  $42^\circ 23'$ . Визначити швидкість поширення світла в скипидарі.

Відповідь:  $\approx 2,02 \cdot 10^8$

2. Визначити граничний кут заломлення камфори, якщо падаючий під кутом  $40^\circ$  промінь заломлюється в ній під кутом  $24^\circ 35'$ .

Відповідь:  $40^\circ 19'$ .

## 7. Література:

Основна:

1. Лабораторний практикум з біофізики/ Доценко В.І. та ін. – Полтава 2003. – С. Чалий О.В. та ін. Медична і біологічна фізика. Т.2 – К.: ВІПОЛ, 1999. . Ливенцев А.Н., Курс фізики, - М.Выс. шк, 1978, § 69, с.228 –231.
2. Практичний курс по загальній фізіології і біофізиці. – Полтава, 1992. – С. 28-43. Ремизов А.Н. , Медицинская и биологическая физика. М.: Выс. Шк.: 1987 , гл. 26.10, с. 474 – 476.
3. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: 1987. – §13.1-§13.6. Лабораторний практикум з біофізики. /Доценко В.І. , Лазарович В.Г. , Пилипченко В.І. , Чайка О.М./.- Полтава, 2004. С. 88 – 92.
4. Медична і біологічна фізика, під ред. Чалого О.В., Київ плюс:, 2004. § 8.8.2: с. 220 – 225.

**Додаткова:**

1. Ємчик Л., Кліт Я. Медична біофізика. – Львів, 1998. – С. 39-51.
2. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. Биофизика. – Харьков: изд. НФАУ, 2003. – 704с.