

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЧЕРНІГІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ОПТИКА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Фізика”
для студентів спеціальностей
192 - “Будівництво та цивільна інженерія”,
193 - “Геодезія та землеустрій”
усіх форм навчання

Частина 3

Обговорено і рекомендовано
на засіданні кафедри
промислового і цивільного
будівництва
Протокол №9 від 23.03.2018 р.

Чернігів ЧНТУ 2018

Оптика. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Фізика” для студентів спеціальностей 192 – “Будівництво та цивільна інженерія”, 193 – “Геодезія та землеустрій” усіх форм навчання. Частина 3 / Укл.: Ситников О.П. – Чернігів: ЧНТУ, 2018 – 29 с.

Укладач: Ситников Олександр Павлович, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри промислового і цивільного будівництва

Відповідальний за випуск: Савченко Олена Віталіївна, завідувач кафедри промислового і цивільного будівництва, кандидат технічних наук, професор

Рецензент: Завацький Сергій Володимирович, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри промислового і цивільного будівництва Чернігівського національного технологічного університету

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. Лабораторна робота №13 ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКА ЗАЛОМЛЕННЯ ПРОЗОРИХ ТВЕРДИХ ТІЛ ЗА ДОПОМОГОЮ МІКРОСКОПА.....	5
2. Лабораторна робота №14 ВИЗНАЧЕННЯ ФОКУСНОЇ ВІДСТАНІ ТА ОПТИЧНОЇ СИЛИ ТОНКОЇ ЗБІРНОЇ ЛІНЗИ	8
3. Лабораторна робота №15 ВИВЧЕННЯ ПОЛЯРИЗОВАНОГО СВІТЛА	12
4. Лабораторна робота №16 ВИВЧЕННЯ ІНТЕРФЕРЕНЦІЇ ПОЛЯРИЗОВАНОГО СВІТЛА В ТОНКИХ ПЛІВКАХ РІДКИХ КРИСТАЛІВ	16
5. Лабораторна робота №17 ВИВЧЕННЯ ДИФРАКЦІЇ СВІТЛА НА ЩІЛИНАХ.....	23
6. Лабораторна робота № 18 ВИЗНАЧЕННЯ ДОВЖИНИ ПРОБІГУ АЛЬФА-ЧАСТИНОК ЗА ДОПОМОГОЮ КАМЕРИ ВІЛЬСОНА	27
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	29

ВСТУП

Дисципліна «Фізика» є нормативною і належить до циклу науково-природничої та професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня “бакалавр” галузі знань 19 – “Архітектура та будівництво” напрямів підготовки 192 – “Будівництво та цивільна інженерія”, 193 – “Геодезія та землеустрій”.

Предметом вивчення дисципліни є найбільш загальні закономірності явищ природи, властивості та будова матерії і закони її руху.

Відповідно до вимог кваліфікаційної характеристики фахівця з означеної галузі знань “Фізика” є базовою для вивчення таких дисциплін, як “Теоретична механіка”, “Опір матеріалів”, “Електротехніка в будівництві”, “Будівельна механіка”, “Радіоелектроніка”, “Геодезичні прилади”, “Метрологія і стандартизація”. Набуті знання та вміння застосовуються під час вивчення спеціальних дисциплін.

Обов'язковою умовою викладання дисципліни є проведення лабораторного практикуму з використанням сучасного обладнання.

Метою викладання навчальної дисципліни «Фізика» є формування у майбутніх фахівців знань, що стосуються фундаментальних законів, за якими відбуваються процеси і явища навколишнього світу та теоретичної бази для вивчення спеціальних дисциплін.

Основними завданнями вивчення дисципліни “Фізика” є теоретична та практична підготовка студентів з розділів: фізичні основи механіки, молекулярна фізика і термодинаміка, електрика і магнетизм, колювання і хвилі, оптика, атомна та ядерна фізика.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні

знати:

- 1) методи і засоби фізичних вимірювань;
- 2) визначення та одиниці виміру фізичних величин;
- 3) фізичні явища;
- 4) закони фізики;

вміти:

1) використовуючи фізичні основи механіки, електрики та магнетизму, хвильових процесів, термодинаміки, оптики, атомної та ядерної фізики, давати фізичну оцінку явищ та процесів під час розв'язку прикладних задач;

2) на основі випробувань і вимірювань, використовуючи відповідні методи, давати фізичну оцінку геодезичним та геоінформаційним задачам;

3) в умовах професійної діяльності працювати з електровимірювальними, оптичними, радіологічними приладами та розуміти принцип їх дії.

1. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №13

1.1. ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКА ЗАЛОМЛЕННЯ ПРОЗОРИХ ТВЕРДИХ ТІЛ ЗА ДОПОМОГОЮ МІКРОСКОПА

Світло в прозорих речовинах залежно від їхніх властивостей поширюється з різною швидкістю. Тому на межі поділу таких середовищ напрям поширення світла змінюється (воно заломлюється). Усі прозорі середовища характеризуються *абсолютним показником заломлення*, який являє собою число, що показує в скільки разів швидкість світла у вакуумі більша ніж швидкість світла в досліджуваному середовищі:

$$n = \frac{c}{v}, \quad (1.1)$$

де $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ – швидкість світла у вакуумі, v – швидкість світла в середовищі.

Згідно з *законом заломлення світла* падаючий промінь, заломлений промінь і перпендикуляр, поставлений в точку падіння, лежать в одній площині; при будь-якому куті падіння відношення синуса кута падіння (i) до синуса кута заломлення (r) є величина стала для двох певних середовищ і називається *відносним показником заломлення* другого середовища відносно першого (рис. 1.1):

$$n_{21} = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}, \quad (1.2)$$

де n_1, n_2 – абсолютні показники заломлення першого та другого середовища відносно вакууму; v_1, v_2 – швидкості світла в цих середовищах.

Швидкість світла в повітрі близька до швидкості його у вакуумі, тому показник заломлення середовища, виміряний відносно повітря, практично дорівнюватиме абсолютному показникові заломлення цього середовища. У геометричній оптиці показник заломлення повітря вважають таким, що дорівнює *одиниці*, хоч його більш точне значення при нормальних умовах ($\lambda = 589,3 \text{ нм}$) $n = 1,000292$.

Оскільки показник заломлення залежить від довжини хвилі падаючого світла (найбільше заломлюється фіолетовий промінь, найменше – червоний), то

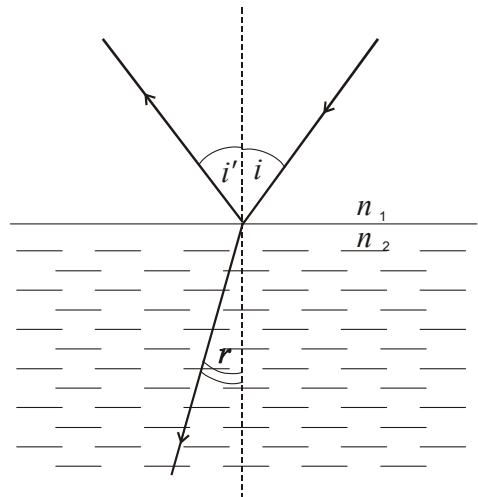


Рис. 1.1. Заломлення та відбивання світлового променя на межі поділу прозорих середовищ ($n_1 < n_2$)

його прийнято визначати для жовтої лінії натрію $D(\lambda = 589,3\text{нм})$ і записувати n_D . Часто індекс D опускають, маючи на увазі згадану вище умову.

У зв'язку з труднощами безпосереднього вимірювання кутів падіння і заломлення світлових променів розроблено різні методи визначення n . У даній роботі розглядається **метод** визначення показника заломлення прозорої твердої плоско паралельної пластинки **за допомогою мікроскопа** для монохроматичного світла довжиною хвилі $\lambda = 589,3\text{нм}$.

Розглянемо шар прозорої речовини, обмеженої двома плоско паралельними поверхнями **NN** і **MM** (рис. 1.2). Нехай товщина шару дорівнює d . Якщо розглядати шар зверху в мікроскоп, то здаватиметься, що нижня поверхня шару займає положення **N₁N₁**. Це можна показати, побудувавши зображення кожної точки площини **NN**. Якщо на нижню поверхню пластинки нанести тонку подряпину **S**, то вона буде джерелом розсіяних променів.

Розглянемо два промені **Sac** і **Sbf**, які розходяться під малим кутом, оскільки в протилежному випадку вони не попадуть в об'єктив мікроскопа. На верхній поверхні розділу речовина – повітря (лінія **MM**) обрані промені переходять в оптично менш густе середовище, тому розходяться ще більше. Для спостерігача, який дивиться вздовж нормалі **PS**, промені **ac** і **bf** перетинатиметься на продовженні в точці **S₁** – уявному зображенні точки **S**.

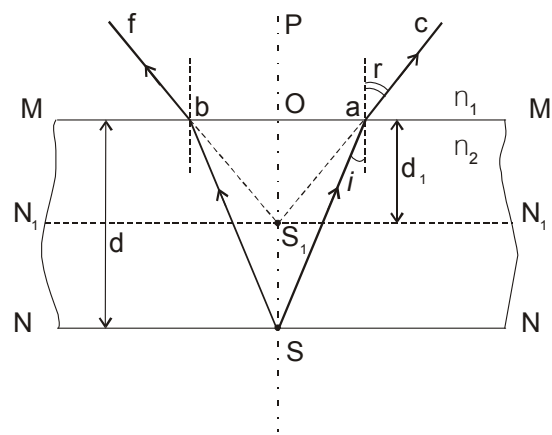


Рис. 1.2. Утворення уявного зображення **S₁** подряпини **S**

Сукупність точок, аналогічних **S₁**, утворює уявне зображення поверхні **NN**. Як бачимо на рис. 1.2, уявна товщина пластинки d_1 менша за дійсну товщину d . Виходячи з закону заломлення та тригонометричних співвідношень для малих кутів, одержимо формулу для визначення відносного показника заломлення:

$$n_{12} = \frac{\sin i}{\sin r} \approx \frac{\operatorname{tgi}}{\operatorname{tgr}} = \frac{Oa/d}{Oa/d_1} = \frac{d_1}{d} = \frac{n_1}{n_2}. \quad \text{Оскільки } n_1 = 1, \quad n_2 = \frac{d}{d_1}. \quad (1.3)$$

Мета роботи: визначити показник заломлення твердих прозорих речовин за допомогою мікроскопа.

Прилади і матеріали: мікроскоп ММУ-3 із світлофільтром ($\lambda = 589,3\text{нм}$), мікрометр, набір прозорих твердих плоско паралельних пластинок.

1.2. Завдання та обробка результатів вимірювань

1.2.1. Мікрометром виміряти дійсну товщину пластинки d в кількох місцях і визначити її середнє значення.

1.2.2. Покласти на предметний столик мікроскопа прозору пластинку подряпиною уверх і увімкнути освітлювач мікроскопа.

1.2.3. За допомогою гвинта грубого фокусування одержати різке зображення подряпини.

1.2.4. Обертаючи гвинт мікрометричного фокусування, встановити його в нульове положення.

1.2.5. Перевернути пластинку і одержати різке зображення подряпини за допомогою гвинта мікрометричного фокусування. При цьому підрахувати кількість повних обертів і кількість поділок по шкалі мікрометричного гвинта. Один повний оберт гвинта відповідає 100 поділкам, а одна поділка відповідає зміщенню тубуса мікроскопа на 0,001 мм. Наприклад, зроблено повних 9 обертів і покажчик зупинився на поділці 26 по шкалі гвинта. Зміщення тубуса мікроскопа в цьому випадку дорівнює $(9 \cdot 100 + 26) \cdot 0,001 \text{ мм} = 0,926 \text{ мм}$. Це і буде уявна товщина пластинки d_1 . Дані вимірювання занести до таблиці.

1.2.6. Розрахувати показник заломлення за формулою (1.3). Оцінити випадкову, систематичну і повну похибки вимірювань. Оцінити абсолютну похибку вимірювання.

1.2.7. Проаналізувати одержані результати, зробити висновки.

№ виміру	d , мм	d_1 , мм	n	Δn	$\left(\frac{\Delta \bar{n}}{\bar{n}}\right)_{\text{вип.}}, \%$	$\left(\frac{\Delta n}{n}\right)_{\text{сист.}}, \%$	$\left(\frac{\Delta n}{n}\right)_{\text{повн.}}, \%$
1							
2							
3							
сер.							

Контрольні запитання

1. Сформулювати закони геометричної оптики.
2. Що розуміють під світловим променем?
3. Дати визначення абсолютного та відносного показників заломлення.
4. Яке прозоре середовище називають більш оптично густим?
5. Які параметри електромагнітної хвилі змінюється під час проходження її через середовище, а які залишаються незмінними?
6. Поясніть умови повного внутрішнього відбивання світла.
7. Яке фізичне явище зумовлене залежністю $n = f(\lambda)$.

2. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №14

2.1. ВИЗНАЧЕННЯ ФОКУСНОЇ ВІДСТАНІ ТА ОПТИЧНОЇ СИЛИ ТОНКОЇ ЗБІРНОЇ ЛІНЗИ

Лінзою в оптиці називають прозоре тіло, обмежене двома заломлювальними поверхнями, одна з яких повинна бути сферичною, а друга – або сферичною, або плоскою (рис. 2.1). Лінза називається *тонкою*, коли її товщина АВ досить мала в порівнянні з радіусами кривизни R_1 та R_2 обмежувальних поверхонь. Тоді можна вважати, що вершини цих поверхонь А і В зливаються в одну точку О, яку називають *оптичним центром* лінзи.

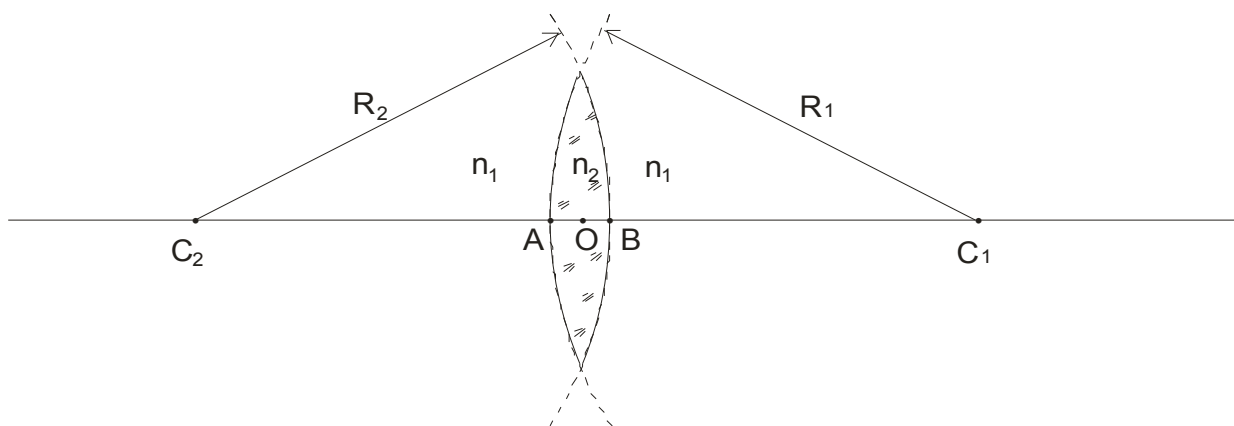


Рис. 2.1. Двоопукла збірна лінза

Будь-яка пряма, що проходить через оптичний центр лінзи, називається *оптичною віссю* лінзи. Оптична вісь, яка проходить через центри кривизни поверхонь C_1 та C_2 та оптичний центр лінзи, називається *головною оптичною віссю* лінзи.

Промені, які паралельні до головної оптичної осі, заломлюються в збірній лінзі й перетинаються в точці (F), яка лежить на цій осі і називається *фокусом* лінзи. Відстань від фокуса лінзи до її оптичного центра називається *фокусною відстанню* (f) лінзи. Площина, яка перпендикулярна до головної оптичної осі і проходить через фокус лінзи, називається *фокальною площиною*.

Фокусна відстань тонкої лінзи може бути розрахована за формулою:

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right),$$

де n_1 – показник заломлення середовища, яке оточує лінзу; n_2 – показник заломлення матеріалу, з якого виготовлена лінза; R_1 і R_2 – радіуси кривизни обмежувальних сферичних поверхонь.

Величина, яка обернена до фокусної відстані, називається *оптичною силою* лінзи (D):

$$D = \frac{1}{f}.$$

Оптична сила визначає збірну або розсіюючу здатність лінз. Чим сильніше заломлює промені лінза, тим менша фокусна відстань і більша оптична сила. Оптична сила збірної лінзи є завжди величина додатна і вимірюється в **діоптріях**. Оптичну силу в 1 діоптрію (дптр) має лінза з фокусною відстанню $f = 1\text{м}$.

Мета роботи: визначити фокусну відстань і оптичну силу збірної лінзи кількома способами та порівняти результати вимірювань.

Прилади: оптична лава; освітлювач разом з діафрагмою, в якій є отвір у вигляді стрілки довжиною $d = 1,57\text{см}$; збірна лінза, екран, лінійка.

2.2. Завдання та обробка результатів вимірювань

Визначення фокусної відстані за збільшеним та зменшеним зображенням предмета

2.2.1. Увімкнути освітлювач (напруга від джерела живлення на лампочці не перевищує 26 В).

2.2.2. Змінюючи положення лінзи і екрану одержати три збільшених зображення $A'B'$ стрілки (рис. 2.2, а) і три зменшених зображення $A''B''$ стрілки (рис. 2.2, б). Дані вимірювань занести до таблиці.

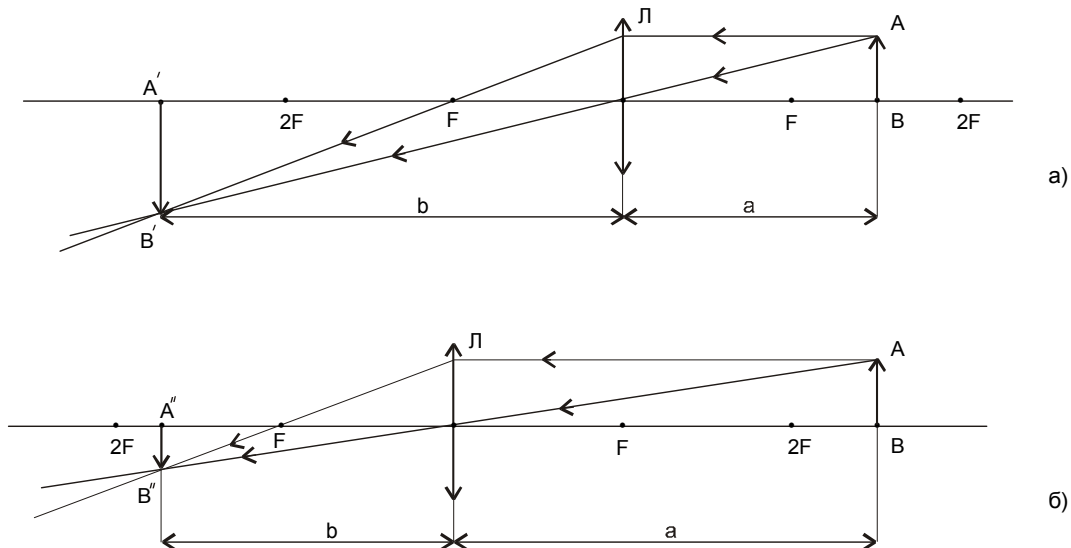


Рис. 2.2. Схема виконання дослідів

2.2.3. Розрахувати фокусну відстань за **формулою тонкої лінзи**:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}.$$

Звідки $f = \frac{ab}{a+b}$, де a – відстань від предмета до лінзи, b – відстань від лінзи до зображення.

2.2.4. Визначити оптичну силу лінзи, оцінити абсолютну та відносну похибки.

№ виміру	$a, \text{м}$	$b, \text{м}$	$f, \text{м}$	$\Delta f, \text{м}$	$\frac{\Delta \bar{f}}{\bar{f}}, \%$	$D, \text{дптр}$
1						
2						
3						
4						
5						
6						
сер.						

Визначення фокусної відстані за переміщенням лінзи між нерухомими предметом і екраном

2.2.5. Встановити відстань між предметом і зображенням $l = a + b > 4f$.

2.2.6. Пересуваючи по оптичній лаві лінзу, отримати спочатку збільшене зображення предмета $A'B'$ (рис. 2.3, а), потім зменшене зображення предмета $A''B''$ (рис. 2.3, б). Зробити вимірювання для різних l . Дані занести до таблиці.

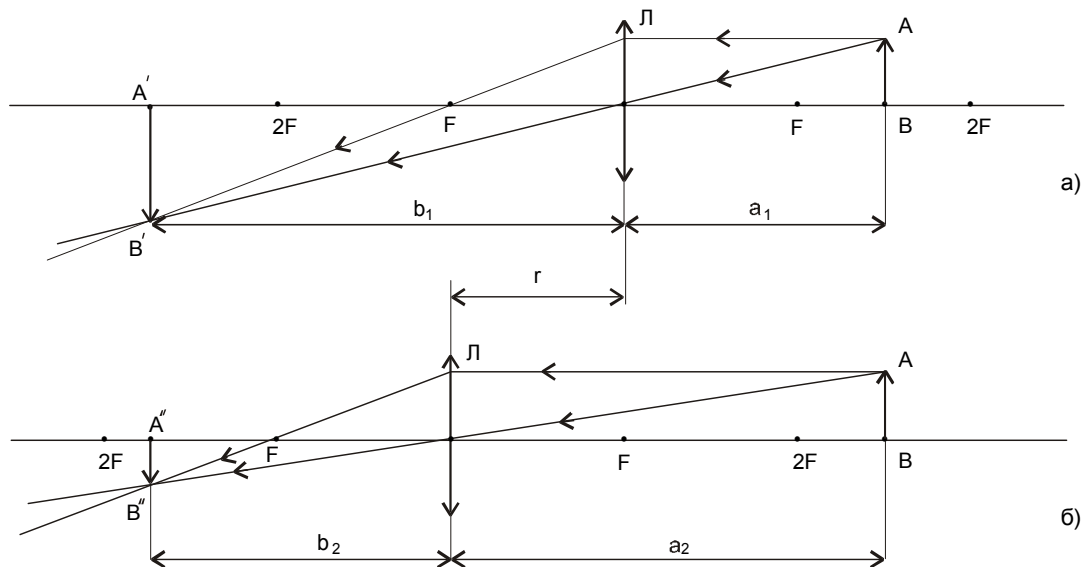


Рис. 2.3. Схема виконання дослідів

2.2.7. Фокусну відстань розрахувати за формулою: $f = \frac{l^2 - r^2}{4l}$, де

$$l = a + b; r = b_1 - b_2.$$

2.2.8. Визначити оптичну силу лінзи, оцінити абсолютну та відносну похибки.

№ виміру	$l, \text{м}$	$b_1, \text{м}$	$b_2, \text{м}$	$r, \text{м}$	$f, \text{м}$	$\Delta f, \text{м}$	$\frac{\Delta \bar{f}}{\bar{f}}, \%$	$D, \text{дптр}$
1								
2								
3								
сер.								

Визначення фокусної відстані за лінійними розмірами предмета і його зображення

2.2.9. Змінюючи положення лінзи і екрану (рис. 2, а) одержати збільшене зображення предмета. Тоді $\frac{d}{a} = \frac{h}{b}$, де d – лінійний розмір предмета, h – лінійний розмір зображення (визначається на міліметровому паперу).

2.2.10. Фокусну відстань розрахувати за формулою:

$$f = \frac{bd}{d+h},$$

яка одержується, коли з попередньої формули визначається a і підставляється в формулу тонкої лінзи. Дані вимірювань занести до таблиці.

2.2.11. Визначити оптичну силу лінзи, розрахувати абсолютну та відносну похибки.

№ виміру	$b, \text{м}$	$d, \text{м}$	$h, \text{м}$	$f, \text{м}$	$\Delta f, \text{м}$	$\frac{\Delta \bar{f}}{\bar{f}}, \%$	$D, \text{дптр}$
1							
2							
3							
сер.							

Контрольні запитання

1. Що являє собою лінза і які існують види лінз?
2. Які лінзи називають тонкими?
3. Що є фокусом лінзи?
4. Що таке оптична сила лінзи?
5. Побудувати зображення предмету при його довільному розташуванні біля тонкої лінзи.
6. Записати формулу тонкої лінзи для побудови, виконаної згідно п.5.

3. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №15

3.1. ВИВЧЕННЯ ПОЛЯРИЗОВАНОГО СВІТЛА

Під *світлом* розуміють електромагнітні хвилі таких довжин, які сприймаються оком людини. Це хвилі завдовжки від $3,8 \cdot 10^{-7}$ м до $7,6 \cdot 10^{-7}$ м. Такий діапазон довжин хвиль називають *видимим*. Поняття “світло” охоплює не тільки видиме світло, але й прилеглі до нього інфрачервону та ультрафіолетову ділянки шкали електромагнітних хвиль.

Електромагнітні хвилі є прикладом поперечних хвиль. Це означає, що напрям вектора напруженості електричного поля \vec{E} , напрям вектора індукції магнітного поля \vec{B} і напрям поширення електромагнітної хвилі OZ взаємно перпендикулярні (рис. 3.1).

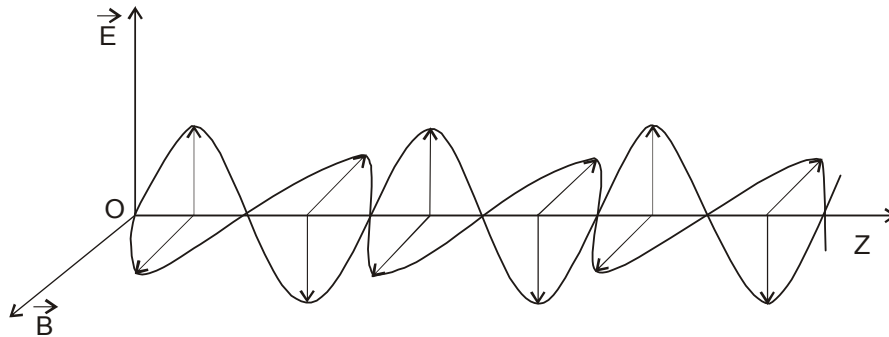


Рис. 3.1. Плоско поляризована електромагнітна хвиля

Саме такі хвилі випромінюють елементарні випромінювачі (збуджені атоми і молекули). Макроскопічні джерела світла складаються з великої кількості елементарних випромінювачів, які випромінюють хвилі незалежно один від одного. При цьому орієнтація векторів \vec{B} і \vec{E} хвилі, яка є результатом накладання хвиль елементарних випромінювачів, є рівноймовірною в будь-який момент часу. Таке світло називають *природним*.

Крім природного світла існує ще *поляризоване* світло, коли напрями коливань векторів \vec{B} і \vec{E} або зафіксовані в просторі або змінюються за певним законом. Площина, яка проходить через напрям поширення хвилі і напрям коливань електричного вектора \vec{E} , називається *площиною поляризації* хвилі. Коли площина поляризації хвилі в просторі строго фіксована, то таку хвилю називають *плоско поляризованою* (рис. 3.1).

Поляризоване світло утворюється: під час відбивання та заломлення природного світла на межі поділу двох діелектричних середовищ; під час проходження природного світла в однорідному анізотропному кристалі; під час розсіювання світла. Прилади, за допомогою яких здійснюється поляризація світла, називаються *поляризаторами*. З них найпоширенішими є *поляроїди* і *поляризаційні призми*. Схема утворення поляризованого світла наведена на рис. 3.2. *Площиною поляризатора* називають площину, в якій коливається вектор \vec{E} хвилі після виходу її з поляризатора.

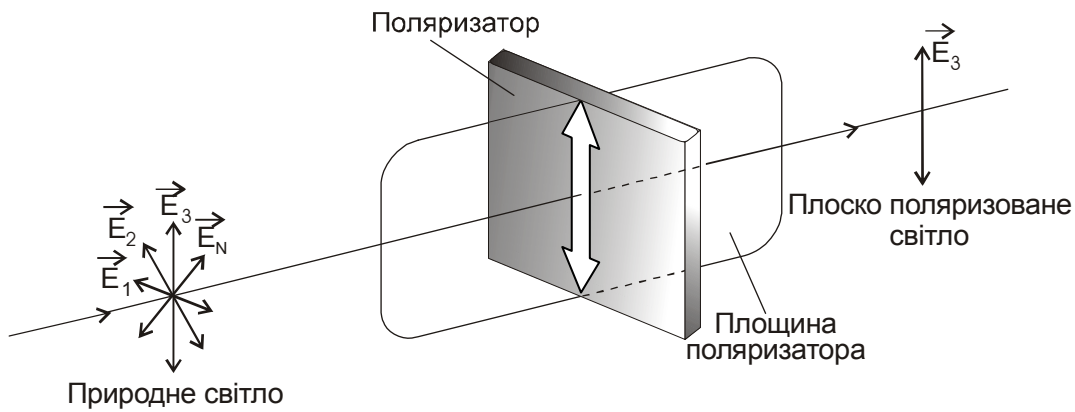


Рис. 3.2. Поляризація природного світла за допомогою поляризатора

Мета роботи: ознайомитися з основними методами одержання поляризованого світла та вивчити його властивості.

Прилади і матеріали: оптична лаву; поляроїди; стопа скляних пластинок; кристал ісландського шпату; целофанова плівка; рамка для деформування предметів різної форми; предмет, який виготовлений із плексигласу; освітлювач; діафрагма; конденсор; об'єтив; екран.

3.2. Завдання та аналіз результатів досліджень

Поляризація світла поляроїдами

3.2.1. На оптичній лаві прилади розмістити так, як показано на рис. 3.3:

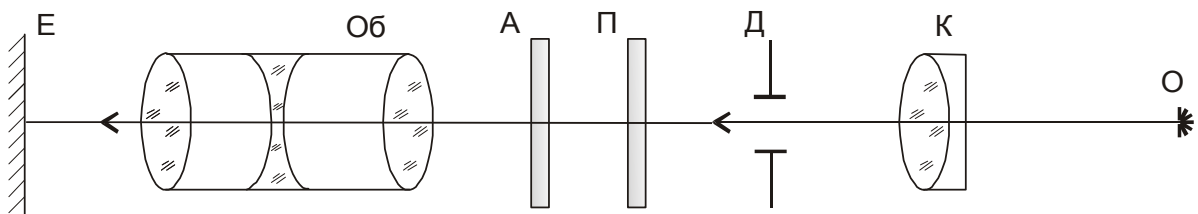


Рис. 3.3. Схема виконання дослідів

3.2.2. Увімкнути освітлювач. Сфокусувати зображення отвору діафрагми (Д) на екран (Е) за допомогою об'єктива (Об) без поляроїдів.

3.2.3. На оптичну лаву установити поляроїди. Під час обертання одного з поляроїдів світлова пляма то зникає (площини поляризатора і аналізатора схрещені), то набуває максимальної яскравості (площини поляризатора і аналізатора паралельні).

*Поляризація світла під час заломлення та відбивання природного світла
стопюю скляних пластинок*

3.2.4. На оптичній лаві прилади розмістити так, як показано на рис. 3.4:

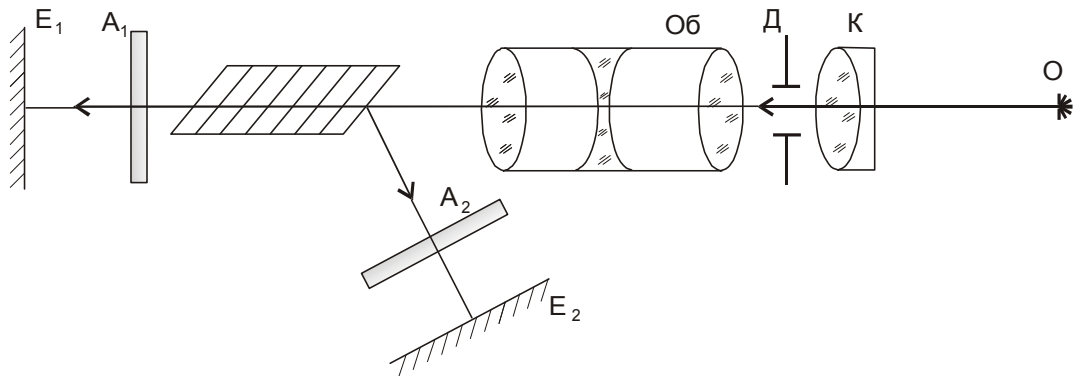


Рис. 3.4. Схема виконання дослідів

3.2.5. Увімкнути освітлювач. Одержати зображення отвору діафрагми на екранах E_1 і E_2 без поляроїдів.

3.2.6. Установити поляроїди на оптичну лаву. Обертаючи аналізатори A_1 і A_2 , спостерігати ослаблення або підсилення світлової плями на екранах.

Подвійне променезаломлення

3.2.7. На оптичній лаві прилади розмістити так, як показано на рис. 3.5:

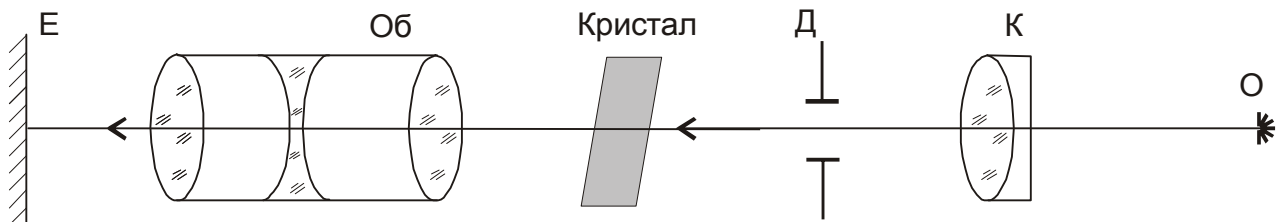


Рис. 3.5. Схема виконання дослідів

3.2.8. Увімкнути освітлювач. За допомогою об'єктива сфокусувати зображення отвору діафрагми на екран.

3.2.9. Розмістити за діафрагмою кристал ісландського шпату. При цьому на екрані утворюється дві світлі плями. Обертаючи кристал, показати, що одна пляма залишається на місці, друга пляма обертається по колу.

3.2.10. Розмістити перед об'єктивом поляроїд. Обертаючи поляроїд, показати, що обидва промені поляризовані, причому напрями площин поляризації в обох променях виявляються взаємно перпендикулярними.

Інтерференція поляризованого світла

3.2.11. На оптичній лаві прилади розмістити так, як показано на рис. 3.6:

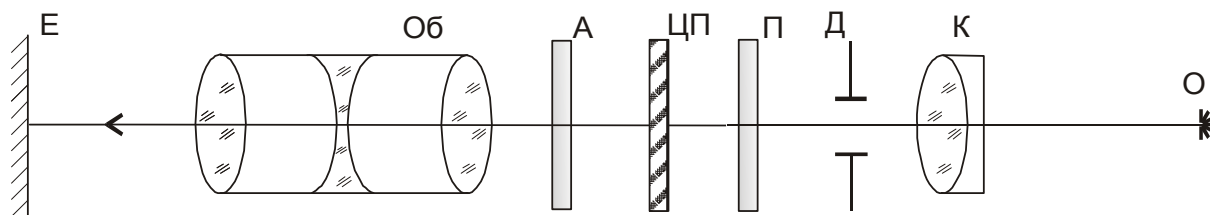


Рис. 3.6. Схема виконання досліду

3.2.12. Увімкнути освітлювач. Сфокусувати зображення целофанової плівки (ЦП) на екран за допомогою об'єктива без поляроїдів.

3.2.13. На оптичну лаву установити поляроїди. При обертанні одного з поляроїдів одержати на екрані різнокольорові фігури.

Штучне подвійне променезаломлення

3.2.14. На оптичній лаві прилади розмістити так, як показано на рис. 3.6. Целофанову плівку замінити рамкою з прозорим предметом, який виготовлений з плексигласу.

3.2.15. Увімкнути освітлювач. Одержати зображення предмета на екрані без поляроїдів.

3.2.16. Установити поляроїди на оптичну лаву зі схрещеними площинами (система не пропускає світла).

3.2.17. За допомогою гвинта деформувати предмет. При цьому на екрані утворюються забарвлені смуги (ізохром). За зміною кольору та місцем розташування ізохром можна якісно оцінювати ступінь деформації предмета.

3.2.18. Проаналізувати результати досліджень. Зробити висновки.

Контрольні запитання

1. Чим відрізняється поляризоване світло від природного світла?
2. Які існують види поляризованого світла?
3. Що називають площиною поляризації хвилі, поляризатора?
4. Записати закон Малюса.
5. Які існують способи одержання поляризованого світла?
6. Записати закон Брюстера.
7. Як відбувається подвійне променезаломлення?
8. Як створити штучне подвійне променезаломлення?

4. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №16

4.1. ВИВЧЕННЯ ІНТЕРФЕРЕНЦІЇ ПОЛЯРИЗОВАНОГО СВІТЛА В ТОНКИХ ПЛІВКАХ РІДКИХ КРИСТАЛІВ

Хвильові властивості світла досить яскраво проявляються в явищах інтерференції і дифракції світла. *Інтерференцією* світла називають явище, яке виникає під час додавання когерентних світлових хвиль і полягає в тому, що інтенсивність результуючої світлової хвилі, залежно від різниці фаз хвиль, які додаються, може бути більшою або меншою за суму їхніх інтенсивностей. *Інтерференційна картина* являє собою послідовність світлих і темних світлових полів – максимумів і мінімумів. Інтерференція світла спостерігається тільки для *когерентних* світлових хвиль, що мають сталу в часі і просторі різницю фаз та однакову частоту. Джерела світла, які випромінюють когерентні хвилі, називаються *когерентними*.

Незалежні когерентні джерела світла реалізувати практично неможливо. Проте в оптиці відомі методи утворення когерентних світлових хвиль від звичайних джерел світла. Це *метод поділу хвильового фронту* (щілини Юнга, біпризма Френеля) і *метод поділу амплітуди* (смуги однакової товщини і однакового нахилу).

У лабораторній роботі для вивчення інтерференції використовується *нематичний рідкий кристал*. Рідкі кристали – це речовини, які одночасно мають властивості кристалічного твердого тіла і звичайної рідини. Подібно до рідин рідкі кристали течуть, приймають форму посудини, в якій знаходяться, утворюють краплини. Подібно до твердих кристалів вони мають *анізотропію* усіх фізичних властивостей. Це означає, що фізичні властивості речовини в різних напрямках неоднакові. Причина анізотропії – певна упорядкованість атомів або молекул всередині кристалів.

Проходження світла через анізотропне середовище супроводжується явищем, яке називають *подвійним променезаломленням*. Електромагнітна хвиля, що падає на зразок, утворює всередині рідкого кристала дві хвилі з різними властивостями. Показник заломлення n_o однієї хвилі не залежить від напрямку поширення. Така хвиля називається *звичайною*. Для іншої хвилі показник заломлення n_e залежить від напрямку поширення і таку хвилю називають *незвичайною*. Крім цього, обидві хвилі є плоско поляризованими у взаємно перпендикулярних площинах.

Схема виконання досліду подана на рис. 4.1. Природне світло проходить через поляризатор (П), перетворюється на плоско поляризоване світло і

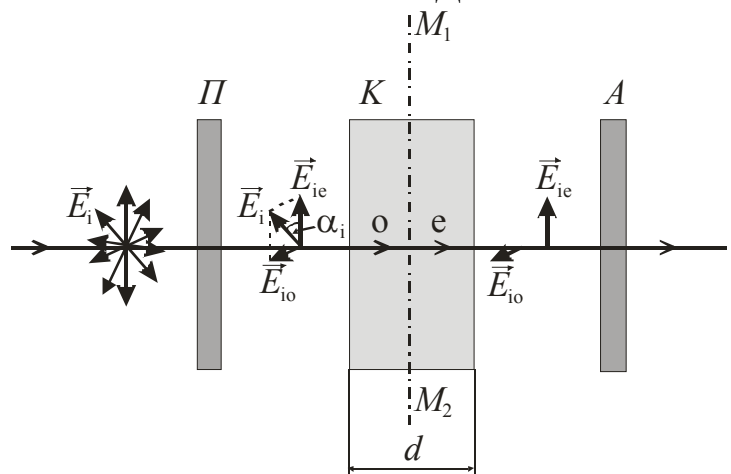


Рис. 4.1. Схема виконання досліду

падає на комірку (**К**) з рідким кристалом товщиною **d**. Коли промінь падаючого світла перпендикулярний до оптичної осі **M₁M₂** зразка, то звичайний і незвичайний промені поширюються в одному напрямку, але із різними швидкостями $v_0 > v_e$. При цьому між ними виникає різниця фаз:

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi(n_e - n_0)d}{\lambda} = \frac{2\pi d}{\lambda} \Delta n, \quad (4.1)$$

де $\Delta n = n_e - n_0$ – величина оптичної анізотропії, λ – довжина хвилі. Після комірки аналізатор (**А**) зводить промені в одну площину, де і відбувається інтерференція.

Молекули нематичних рідких кристалів (НРК) мають видовжену форму. Їхні довгі осі орієнтовані певним чином в просторі, але центри мас молекул вільно переміщуються в цьому напрямку (рис. 4.2). НРК є одновісними кристалами, в яких напрям оптичної осі збігається з напрямом переважної орієнтації довгих молекулярних осей. Цей напрям визначає вектор одиничної довжини \vec{L} , який називається *директором*.

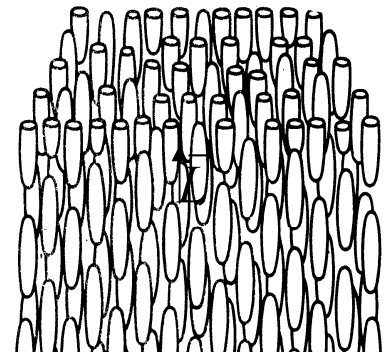


Рис. 4.2. Молекулярна будова нематичних рідких кристалів

Внаслідок чутливості рідких кристалів до дії зовнішніх сил оптичною анізотропією Δn легко керувати. За допомогою зовнішнього електричного

поля можна змінювати орієнтацію директора \vec{L} і тим самим впливати на умови поширення світла через зразок. Розглянемо це детальніше.

Нехай шар нематичного рідкого кристала обмежений прозорими електродами (рис. 4.3,а). Молекули НРК зорієнтовані в площині поверхні електродів. До вмикання електричного поля шар НРК в схрещених поляроїдах пропускає падаюче монохроматичне світло завдяки подвійному променезаломленню.

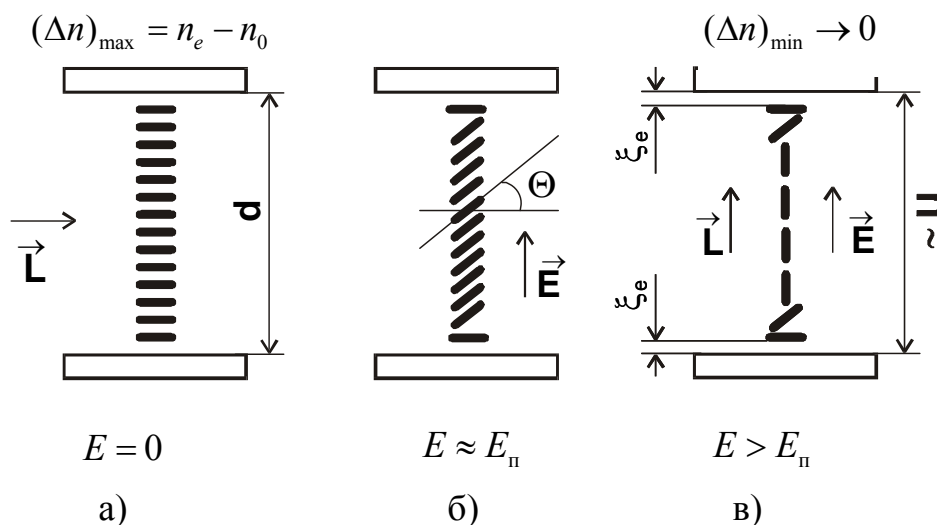


Рис. 4.3. Модель поведінки молекул нематичного рідкого кристала під впливом електричного поля

Дія електричного поля на НРК має **пороговий** характер. Це означає, що переорієнтація директора \vec{L} починається при напруженостях електричного поля більших від деякого значення E_n (E_n – порогова напруженість електричного поля). Сили електричного поля намагаються переорієнтувати директор \vec{L} вздовж ліній напруженості поля. Проте на молекули НРК діють ще і пружні сили, які намагаються утримати директор \vec{L} паралельно площині електродів. Так виникає деформація шару НРК, яку називають **деформацією поперечного вигину**. Переорієнтація директора \vec{L} (рис. 4.3,б) починається при напруженості $E = E_n$, коли настає рівність електричного і пружного моментів:

$$M_E = M_{пр}, \quad M_E \sim \varepsilon_0 \Delta \varepsilon E_n^2, \quad M_{пр} \sim \frac{\pi^2 k_{11}}{d^2},$$

де ε_0 – електрична стала, $\Delta \varepsilon$ – анізотропія діелектричної проникності, k_{11} – модуль пружності для деформації поперечного вигину, d – товщина шару НРК.

Враховуючи, що порогова напруга $U_n = E_n d$, з рівності $\varepsilon_0 \Delta \varepsilon E_n^2 = \frac{\pi^2 k_{11}}{d^2}$,

одержимо:

$$U_n = \pi \sqrt{\frac{k_{11}}{\varepsilon_0 \Delta \varepsilon}}. \quad (4.2)$$

Енергія зчеплення молекул з поверхнею електродів така велика, що навіть в досить сильному електричному полі приповерхневі молекули залишаються паралельними площині електродів (рис. 4.3, в). Відстань від поверхні, ближче якої електричне поле перестає впливати на орієнтацію молекул, називають **електричною когерентною довжиною** ξ_E :

$$\xi_E = \frac{d}{U} \sqrt{\frac{k_{11}}{\varepsilon_0 \Delta \varepsilon}}, \quad (4.3)$$

де U – напруга, при якій зникає подвійне променезаломлення (рис. 4.3, в).

Із зростанням напруги $U > U_n$ кут Θ між директором \vec{L} і площиною електродів починає збільшуватися, що в свою чергу викликає зміну оптичної анізотропії $\Delta n = f(\Theta)$. Згідно формули (4.1) різниця фаз $\Delta \varphi$ між звичайною і незвичайною хвилями також змінюється. Інтенсивність світла, що виходить із аналізатора, змінюється за законом:

$$I = I_0 \sin^2 2\alpha \sin^2 \frac{\Delta \varphi}{2},$$

де I_0 – інтенсивність падаючого на зразок світла, α – кут між початковим напрямом директора \vec{L} ($E = 0$) і площиною поляризації падаючого світла. Цілком очевидно, що при $\Delta \varphi = 2m\pi$ ($m = 0, 1, 2, \dots$) буде спостерігатися мінімум інтенсивності світла, при $\Delta \varphi = (2m + 1)\pi$ – максимум інтенсивності світла.

Отже, під час освітлювання системи “поляризатор – НРК – аналізатор” монохроматичним світлом зі зміною напруги на зразку бачимо осциляції інтенсивності світла (рис. 4.4). Якщо цю систему освітлювати білим світлом, то бачимо зміну інтерференційних кольорів. При $\alpha = 45^\circ$ різниця між максимумами та мінімумами інтенсивності монохроматичного світла буде найбільшою, а інтерференційні кольори будуть ще більш яскравими.

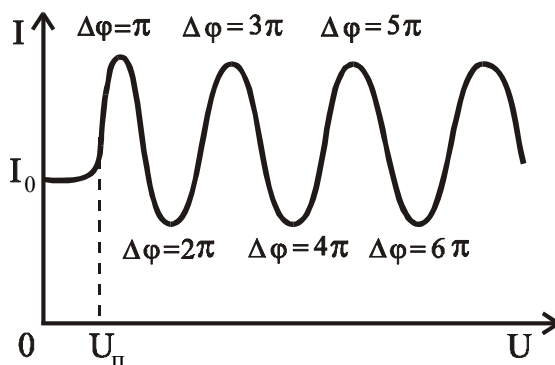


Рис. 4.4. Залежність інтенсивності світла, яке пройшло через систему “поляризатор – НРК – аналізатор”, від напруги на електродах комірки

Мета роботи: вивчити явище інтерференції світла; експериментально знайти порогову напругу переорієнтації директора \vec{L} в нематичному рідкому кристалі; розрахувати модуль пружності поперечного вигину нематичного рідкого кристала та електричну когерентну довжину.

Прилади і матеріали: комірка з нематичним рідким кристалом, поляризаційний мікроскоп, звуковий генератор типу ГЗ-109, вольтметр типу В7-16А, мікрокалькулятор МК-52.

4.2. Завдання та обробка результатів вимірювань

4.2.1. Комірку з НРК розмістити під об’єктивом мікроскопа з попередньо схрещеними поляроїдами (без комірки поле зору темне) так, щоб інтенсивність світла, яке проходить через окуляр, була найбільшою (таке положення комірки відповідає куту $\alpha = 45^\circ$).

4.2.2. На генераторі установити частоту 1000 Гц і приєднати до клем генератора електроди комірки.

4.2.3. Поступово збільшуючи напругу на виході генератора від 0 до 10 В, а потім плавно зменшуючи її до 0, спостерігати кольорову зміну інтерференційної картини під час освітлювання комірки білим світлом.

4.2.4. Установити перед коміркою світлофільтр, який пропускає червоне світло, і спостерігати осциляції інтенсивності світла. Підрахувати кількість інтерференційних мінімумів і визначити відповідну напругу. Інтерференційному мінімуму з найменшою напругою відповідає різниця фаз $\Delta\phi = 2\pi$. Інші значення напруг занести до таблиці.

$\Delta\varphi$, рад	2π	4π	6π	8π	10π	12π
U , В						

4.2.5. Побудувати графік $U = f(\Delta\varphi)$.

4.2.6. У мікрокалькулятор увести програму:

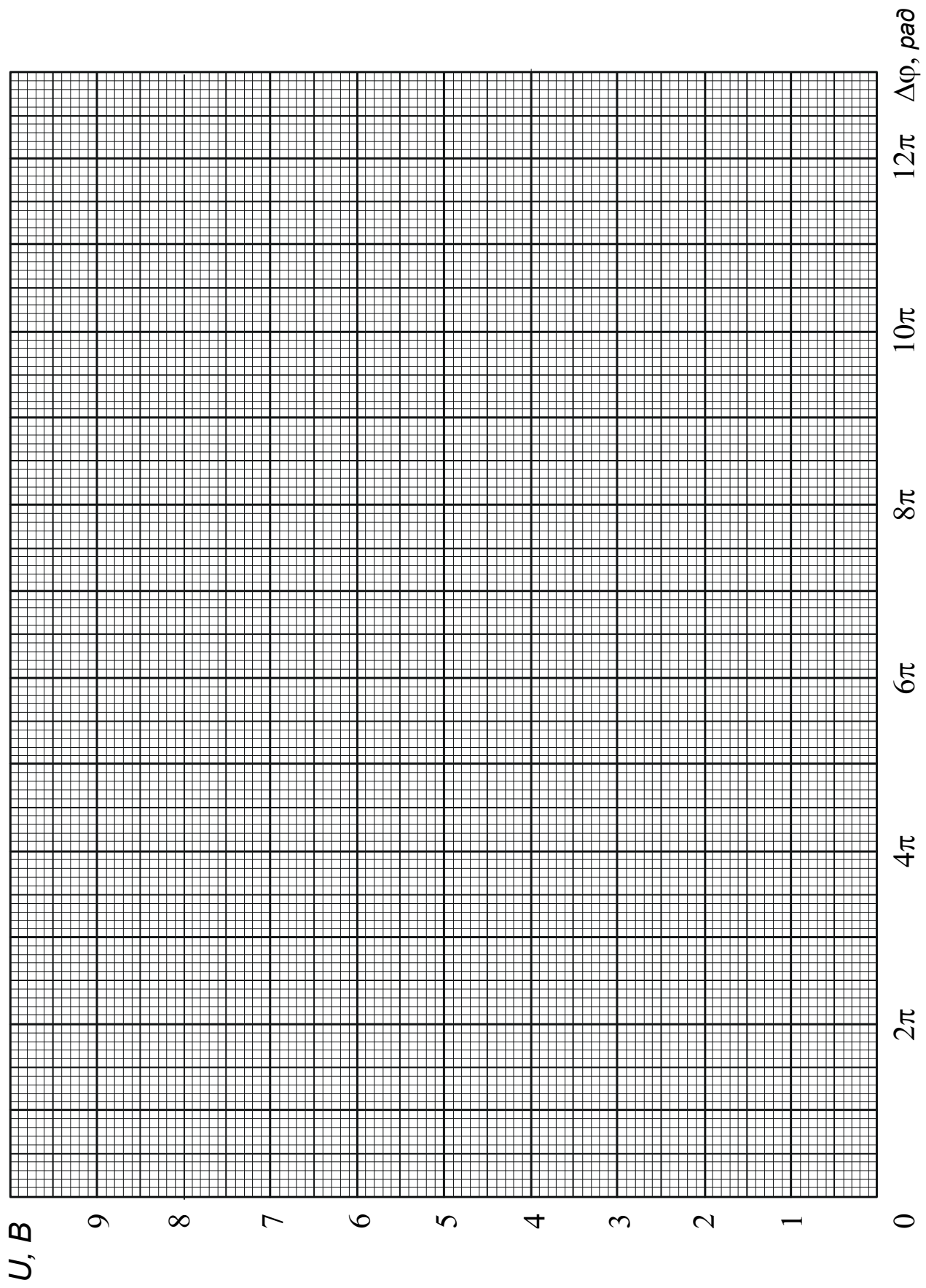
F	ПРГ								
X→П1	X→П	0	X→П4	X→П5	X→П6	X→П7	П→X1	П→X0	—
1	+	С/П	X→П2	С/П	X→П3	П→X6	+	X→П6	П→X2
П→X4	+	X→П4	П→X2	F x²	П→X5	+	X→П5	П→X2	П→X3
x	П→X7	+	X→П7	FL0	07	П→X4	F x²	П□X1	П→X5
x	—	X→П8	П→X4	П→X6	x	П→X1	П→X7	x	—
П→X8	÷	X→Па	С/П	П→X6	П→Xa	П→X4	x	—	П→X1
÷	X→Пb	С/П							
F	АВТ	В/О							

Перевірка працездатності програми. Нехай лінійна залежність $y = b + kx$ задається чотирма парами значень x та y :

$$x_1(1), y_1(2,5); x_2(2), y_2(3); x_3(3), y_3(3,5); x_4(4), y_4(4).$$

Увести в мікрокалькулятор кількість пар значень $N=4$ і натиснути на С/П. На табло з'явиться цифра 1. Це означає, що потрібно вводити першу пару значень x_1 та y_1 . Спочатку увести x_1 (набрати число 1), натиснути на С/П. Потім y_1 (набрати число 2,5), натиснути на С/П. На табло з'явиться цифра 2. Це означає, що потрібно вводити другу пару значень x_2 та y_2 і т.д. Після набору значення y_4 натиснути на С/П. На табло з'явиться цифра 0,5. Ще раз натиснути на С/П. На табло з'явиться цифра 2. Отже, $b = 2$; $k = 0,5$ і рівняння лінійної залежності матиме вигляд: $y = 2 + 0,5x$.

4.2.7. На графіку $U = f(\Delta\varphi)$ вибрати точки, які можна апроксимувати лінійною залежністю. Увести в мікрокалькулятор кількість цих точок N і натиснути на В/О, потім на С/П. На табло з'явиться цифра 1. Отже, потрібно вводити першу пару значень (спочатку $\Delta\varphi_1$, С/П, потім U_1 , С/П). Одержати значення порогової напруги $b = U_{\text{п}}$.



4.2.8. Визначити модуль пружності для деформації поперечного вигину:

$$k_{11} = \frac{\varepsilon_0 \Delta \varepsilon U^2}{\pi^2}, \text{ де } \varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}}, \Delta \varepsilon = 12.$$

4.2.9. Визначити напругу U , при якій починається затемнення поля зору і за формулою (4.3) визначити електричну когерентну довжину ξ_E . Товщина зразка $d = 20 \text{ мкм} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ м}$.

4.2.10. Проаналізувати одержані результати. Зробити висновки.

Контрольні запитання

1. Що називають інтерференцією світла?
2. Які умови необхідні для здійснення інтерференції світла?
3. Які існують методи одержання когерентних світлових хвиль? Який метод використовується в даній роботі?
4. Що являє собою інтерференційна картина?
5. Що таке подвійне променезаломлення і коли воно виникає?
6. Як одержати інтерференцію поляризованого світла?
7. Що являють собою рідкі кристали?
8. Як пояснити осциляції монохроматичного світла зі зміною напруги на електродах комірки з НРК?
9. Як пояснити виникнення інтерференційних кольорів із зміною напруги на електродах комірки під час освітлювання зразка білим світлом?

5. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №17

5.1. ВИВЧЕННЯ ДИФРАКЦІЇ СВІТЛА НА ЩІЛИНАХ

Дифракцією світла називають оптичне явище, яке пов'язане зі зміною напрямку поширення та просторовим перерозподілом інтенсивності світлових хвиль під впливом перешкод на їхньому шляху. Під дифракцією розуміють будь-яке відхилення від прямолінійного поширення світла, якщо воно не зумовлене відбиванням, заломленням або викривленням променів в середовищах, в яких показник заломлення безперервно змінюється (рефракція). У залежності від умов спостереження розрізняють *дифракцію Френеля* (дифракція в непаралельних променях) і *дифракцію Фраунгофера* (дифракція в паралельних променях). Математично дифракційні задачі розв'язуються на основі *принципу Гюйгенса-Френеля*: кожна точка фронту хвилі є джерелом елементарних вторинних хвиль, що поширюються в усіх напрямках, а хвильова поверхня, яка охоплює їх через час Δt , є новим положенням фронту; вторинні хвилі є *когерентними* і світлове поле в точці спостереження – це результат *інтерференції* вторинних хвиль від окремих ділянок хвильового фронту.

Розглянемо дифракцію світла на щілині. *Щілиною* називають прямокутний отвір, довжина якого набагато більша за його ширину. Для більшості щілин це відношення дорівнює 1:1000.

Якщо на щілину **Щ** шириною **b** падає нормально до площини щілини плоска світлова хвиля, відбувається дифракція в обидві сторони (ліворуч і праворуч) від щілини – дифракція Фраунгофера (рис. 5.1,а). Як наслідок – зображення щілини на екрані **Е** розтягуються в дифракційну картину з максимумами та мінімумами інтенсивності світла в перпендикулярному до щілини напрямі (рис. 5.1,б). Усі промені, що проходять крізь щілину в нормальному напрямі, лінза **Л** збирає в точці екрана **P₀**, в якій відбувається підсилення світла, тобто спостерігається центральний інтерференційний максимум або максимум нульового порядку. Внаслідок дифракції світлові промені від щілини поширюються також під різними кутами φ . Лінза **Л** збирає паралельні пучки дифрагованих променів у певних точках екрана **Е** ($P_{\varphi}, P_{-\varphi}$).

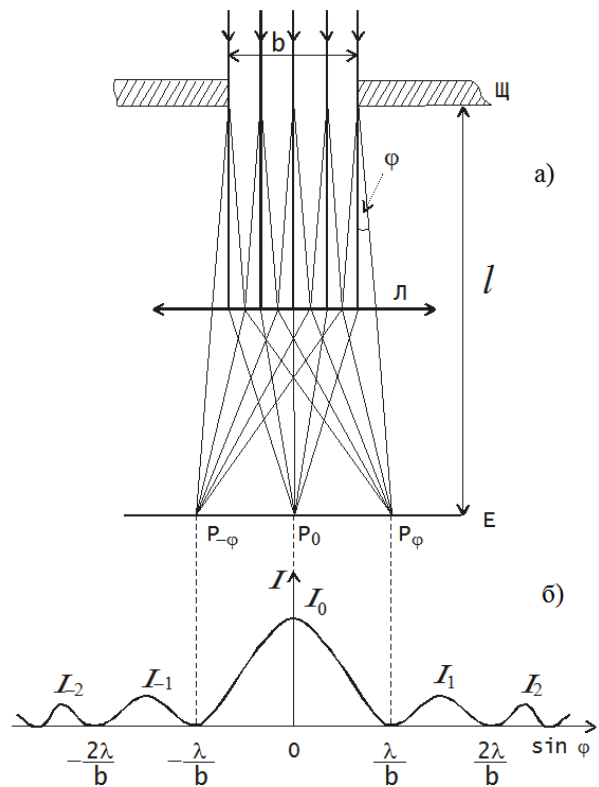


Рис. 5.1. Дифракція світла від щілини

Площину щілини розбивають на **зони** (вторинні джерела світла), які можна уявити як однакові за шириною смуги, що паралельні краям щілини. Результуюча амплітуда в точці P_φ визначатиметься числом зон, на які розбито щілину для даного кута дифракції φ . Якщо число зон для даної точки спостереження *парне*, то в ній спостерігається дифракційний мінімум, якщо *непарне* – дифракційний максимум. Умова дифракційного мінімуму має вигляд:

$$b \sin \varphi = k\lambda, \quad (5.1)$$

умова дифракційного максимуму:

$$b \sin \varphi = (2k + 1)\frac{\lambda}{2}, \quad (5.2)$$

де b – ширина щілини, φ – кут дифракції, $k = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$ – порядок дифракційного мінімуму (максимуму), λ – довжина світлової хвилі.

Пристрій, що складається з багатьох однакових паралельних щілин, розміщених на рівних відстанях одна від одної, називається **дифракційною решіткою**. Взагалі дифракційна решітка – це будь-яка структура, що має просторову періодичність. Коли періодичність структури проявляється в одному напрямі, то решітка називається *одновимірною*, якщо у двох або трьох напрямках – відповідно *двовимірною* і *об'ємною*.

Виготовляють дифракційні решітки шляхом нанесення паралельних штрихів на прозору поверхню. Штрихи повністю розсіюють падаюче на них світло і являють собою непрозорі для світла ділянки. Проміжки між штрихами пропускають світло і відіграють роль щілин. Число штрихів N на одиницю довжини визначає область електромагнітних хвиль, в якій застосовуються дифракційна решітка. Так, для рентгенівської області $N = 6000$ на 1 мм, для ультрафіолетової – $N = 2000$ на 1 мм, для видимої – $N = 300$ на 1 мм, для інфрачервоної – $N = 25$ штрихів на 10 см. Проміжок d , через який повторюються щілини, називається *сталю* або *періодом* дифракційної решітки (рис. 5.2).

Нехай плоска хвиля (пучок паралельних променів) падає на дифракційну решітку з періодом d (рис. 5.2). Якщо спостерігати дифракцію під кутом φ , то промені cf і mp мають різницю ходу Δ , яку можна знайти як:

$$\Delta = d \sin \varphi \quad (5.3)$$

Умовою дифракційних максимумів є співвідношення:

$$\Delta = k\lambda \quad (5.4)$$

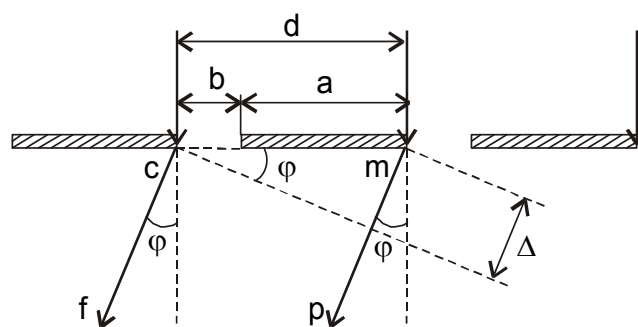


Рис. 5.2. Дифракція світла від дифракційної решітки

де $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ – порядок максимуму; λ – довжина світлової хвилі. З співвідношень (5.3) та (5.4) одержимо рівняння дифракційної решітки:

$$d \sin \varphi = k\lambda, \quad (5.5)$$

де $d = a + b$ – стала або період дифракційної решітки (b – ширина щілини, a – непрозора частина решітки між щілинами), φ – кут дифракції, k – порядок дифракційного максимуму, λ – довжина світлової хвилі.

Мета роботи: вивчити явище дифракції світла;
 одержати дифракцію монохроматичної світлової хвилі від щілини, від дифракційної решітки;
 визначити довжину світлової хвилі та ширину щілини.

Прилади: оптична лава, гелій-неоновий лазер, дифракційна решітка, щілина зі змінним отвором, екран, масштабна лінійка.

5.2. Завдання та обробка результатів вимірювань

5.2.1. Установити на оптичній лаві дифракційну решітку ($d = 1 \cdot 10^{-5}$ м). Екран розташувати на найбільшій відстані від дифракційної решітки і за допомогою масштабної лінійки виміряти відстань l між ними.

5.2.2. Увімкнути блок живлення лазера і одержати на екрані дифракційну картину.

5.2.3. Використовуючи міліметровий папір на екрані, виміряти відстань r_k між максимумами ліворуч і праворуч від максимуму нульового порядку (рис. 5.3). Дані занести до таблиці. Зменшуючи відстань l , одержати результати ще двох вимірювань.

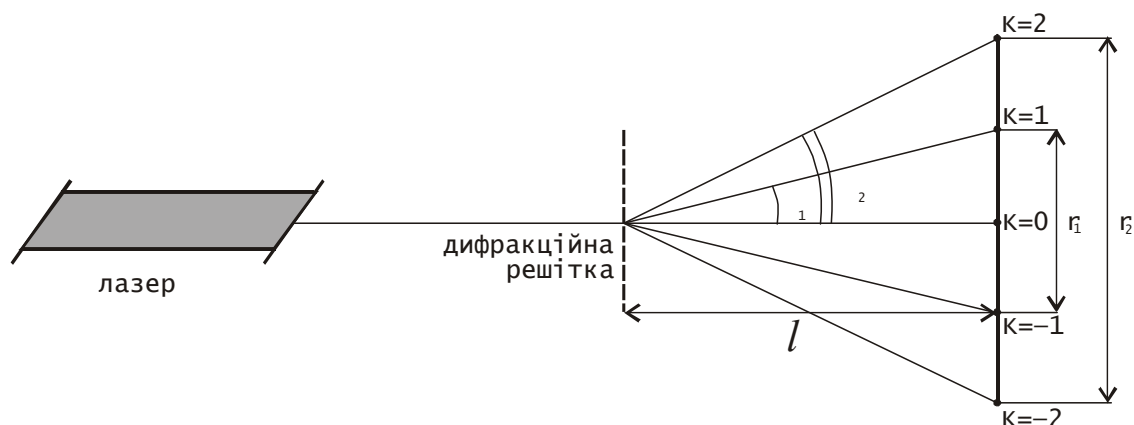


Рис. 5.3. Схема виконання дослідження

5.2.4. Розрахувати довжину світлової хвилі, виходячи з формули (5.5). Для малих кутів $\sin \varphi \approx \operatorname{tg} \varphi$. Згідно мал. 3 $\operatorname{tg} \varphi = \frac{r_k}{2l}$. Тоді формула для розрахунку λ має вигляд: $\lambda = \frac{dr_k}{2lk}$.

Знайти середнє арифметичне значення довжини світлової хвилі $\bar{\lambda}$.

№ виміру	$l, \text{м}$	$r_1, \text{м}$	$r_2, \text{м}$	$\lambda_1, \text{м}$	$\lambda_2, \text{м}$	$\bar{\lambda}, \text{м}$
1						
2						
3						

5.2.5. Установити на оптичній лаві щілину зі змінним отвором. Екран розташувати на найбільшій відстані від щілини і за допомогою масштабної лінійки виміряти відстань l між ними.

5.2.6. Добрати ширину щілини для утворення дифракційної картини. Використовуючи міліметровий папір на екрані, виміряти відстань r_k між мінімумами ліворуч і праворуч від максимуму нульового порядку. Дані занести до таблиці. Зменшуючи відстань l , одержати результати ще двох вимірювань.

5.2.7. Розрахувати ширину щілини, виходячи з формули (5.1):

$$b = \frac{k\bar{\lambda}}{\sin \varphi} = \frac{2lk\bar{\lambda}}{r_k}$$

5.2.8. Оцінити відносну випадкову похибку вимірювань. Проаналізувати одержані результати, зробити висновки.

№ виміру	$l, \text{м}$	$r_1, \text{м}$	$r_2, \text{м}$	$b_1, \text{м}$	$b_2, \text{м}$	$\bar{b}, \text{м}$	$\Delta b_1, \text{м}$	$\Delta b_2, \text{м}$	$\Delta \bar{b}, \text{м}$	$\frac{\Delta \bar{b}}{\bar{b}}, \%$
1										
2										
3										

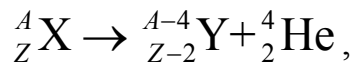
Контрольні запитання

1. Що називають хвильовою поверхнею, хвильовим фронтом?
2. Сформулювати принцип Гюйгенса-Френеля.
3. Чим відрізняються умови спостереження дифракції Френеля від умов спостереження дифракції Фраунгофера?
4. Промені якої довжини хвилі під час дифракції відхиляються від початкового напрямку найбільше?
5. Що являє собою дифракційна решітка?
6. Чим відрізняється дифракційні спектри від дисперсійного?

6. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 18

6.1. ВИЗНАЧЕННЯ ДОВЖИНИ ПРОБІГУ АЛЬФА-ЧАСТИНОК ЗА ДОПОМОГОЮ КАМЕРИ ВІЛЬСОНА

Альфа-частинки являють собою ядра атомів гелію, які випромінюються ядрами важких елементів з порядковим номером $Z > 82$. Альфа-розпад ядра відбувається за наступною схемою:



де X – символ ядра, що розпадається; Y – символ ядра, що утворюється; A – масове число, яке визначає кількість протонів і нейтронів всередині ядра; Z – зарядове число, яке визначає кількість протонів всередині ядра і відповідає порядковому номеру хімічного елемента в таблиці Менделєєва.

Швидкості, з якими альфа-частинки вилітають з ядер, досягають значень близько 10^7 м/с. Маса альфа-частинки перевищує масу електрона приблизно в 7300 разів. У момент вильоту з ядра альфа-частинка має велику кінетичну енергію $\sim 4,2$ МеВ, що спричиняє її сильну йонізуючу дію. Проходячи речовину, альфа-частинка поступово втрачає свою енергію на йонізацію молекул речовини і з часом зупиняється. Так, в повітрі при нормальному тиску її пробіг складає кілька сантиметрів, у твердих речовинах її пробіг складає близько 10^{-3} см. Альфа-частинку можна повністю зупинити звичайним аркушем паперу. Чим менший період піврозпаду радіоактивного елемента, тим більша довжина пробігу і, відповідно, більша енергія альфа-частинок.

Відомо, що в абсолютно чистому повітрі, в якому нема ні пилинок, ні іонів, насичена пара при зниженні температури не переходить в рідину, тобто залишається в перенасиченому стані. Коли ж у таке перенасичене паром повітря впустити пилинки або іони, то кожна з цих частинок стає центром конденсації молекул пари, внаслідок чого утворюється туман.

Альфа-частинка при своєму русі в повітрі утворює близько 200 000 пар йонів, а вони укриваються оболонкою тієї речовини, пара якої насичує простір. Усі ці найдрібніші крапельки рідини утворюють туманну смужку, яку називають *треком*. Таким чином, можна простежити за рухом кожної альфа-частинки, хоч сама вона залишається невидимою.

Корпусом *камери Вільсона* є пластмасове кільце з отвором, до якого приєднується гумова трубка з грушею. Робочий простір камери обмежений зверху і знизу двома прозорими пластинками із плексигласу. У центрі камери розміщений стержень з радіоактивним елементом.

Замкнутий об'єм камери заповнюється сумішшю парів, доведених до стану насичення. Охолодження цих парів необхідне для утворення

перенасиченого стану. Воно досягається в результаті швидкого адіабатичного розширення, яке в цьому приладі здійснюється за допомогою гумової груші. Для цього грушу спочатку плавно стискають, а потім швидко відпускають. Альфа-частинки при взаємодії з газом утворюють на своєму шляху ланцюжок йонів. Політ кожної альфа-частинки відмічається появою треку.

Щоб вилучити йони, які утворились у камері до появи треків (бо радіоактивний елемент випромінює альфа-частинки безперервно), застосовують електричне поле. Це електричне поле утворюється під час електризації прозорих пластин камери Вільсона хутром. Воно й нейтралізує йони.

Мета роботи: ознайомитися з одним з методів дослідження радіоактивних частинок;
знайти середню довжину пробігу альфа-частинок радіоактивної речовини в повітрі.

Прилади: камера Вільсона, проекційна підставка, хутро.

6.2. Завдання та аналіз результатів досліджень

6.2.1. Ознайомитися з будовою і дією камери Вільсона. Увімкнути освітлювач.

6.2.1. Наелектризувати стінки камери хутром.

6.2.1. Плавно стискувати грушу, після чого швидко відпустити. Зробити декілька разів до появи треків.

6.2.1. Виміряти візуально довжину треків.

6.2.1. Проаналізувати одержані результати, зробити висновки.

Контрольні запитання

1. Який процес називають альфа-розпадом? Як він відбувається?
2. Що являє собою альфа-частинка? Розшифрувати запис ${}^4_2\text{He}$.
3. Чому альфа-частинки мають велику йонізуючу дію?
4. Для чого електризують стінки камери Вільсона?
5. Що називають треком?
6. Які процеси називають адіабатичними?
7. Чому для спостереження треків альфа-частинок стиснену грушу камери відпускають миттєво? Що цим досягається?
8. Що називається перенасиченою парою? У який момент вона виникає в камері?
9. Які частинки стають центрами конденсації?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Денисов А. Е., Потапенко Г. Д. Физика в прикладной геодезии : учебник. Киев : Вища школа, 1991. 351 с.
1. Чолпан П. П. Основы фізики : підручник. Київ : Вища школа, 1995. 488 с.
2. Кучерук І. М., Горбачук І. Т. Загальна фізика. Оптика. Квантова фізика : підручник. Київ : Вища школа, 1991. 483 с.
3. Сивухин Д. В. Общий курс физики. В 5 томах. Том 4. Оптика : учебник. М. : Физматлит, МФТИ, 2006. 792 с.
4. Савельев И. В. Общий курс физики. В 5 томах. Том 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика : учебник. М.: Наука, Гл. ред. физ-мат. лит., 1985. 496с.
5. Яворський Б. М., Детлаф А. А. Курс фізики. Т. 3. Хвильові процеси. Оптика. Атомна і ядерна фізика : підручник. Київ : Вища школа, 1973. 499 с.
6. Оселедчик Р. С., Самойленко П. И., Точилина Т. Н. Физика. Модульный курс для технических вузов : учебное пособие. М. : Юрайт-Издат., 2012. 568 с.
7. Рохманов М. Я. Авотин С. С. Фізика : навч. посібник для самостійної роботи студентів. Харків : ХНАУ, 2015. 283с.