

**ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»**

ФІЗИКА
Електрика та магнетизм.
Геометрична та хвильова оптика
методичні вказівки до виконання
лабораторних робіт

Запоріжжя 2025



УДК 531/537(072)
Ф48

Рекомендовано Науково-методичною
радою ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ
ПОЛІТЕХНІКА»
(протокол № 6 від 28.02.2025 р.)

Укладач

Козачина В.А., канд. техн. наук, доцент

Ф48 Фізика: Електрика та магнетизм. Геометрична та хвильова оптика : методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт / уклад. В. А. Козачина. Запоріжжя : ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2025. 28 с.

У методичних рекомендаціях наведено тематику лабораторних робіт з дисципліни «Фізика: Електрика та магнетизм. Геометрична та хвильова оптика», методичні пояснення щодо порядку виконання, критерії оцінювання, вимоги до оформлення звітів, питання для самоперевірки тощо.

УДК 531/537 (072)

© ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»,
2025



ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Лабораторна робота №1. «ВИЗНАЧЕННЯ ОПОРУ РЕЗИСТОРА ЗА ДОПОМОГОЮ МОСТА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ»	5
1.1 Мета роботи	5
1.2 Теоретичні відомості.....	5
1.3 Хід роботи	11
1.3.1 З використанням експериментальної установки	11
1.3.2 З використанням інтерактивного симулятора.....	11
1.4 Критерії оцінювання та вимоги до оформлення звіту	13
1.5 Питання для самоперевірки	15
1.6 Перелік рекомендованих джерел.....	15
2 Лабораторна робота №2. «ВИЗНАЧЕННЯ ДОВЖИНИ СВІТЛОВОЇ ХВИЛІ ЗА ДОПОМОГОЮ ДИФРАКЦІЙНОЇ ҐРАТКИ».....	16
2.1 Мета роботи	16
2.2 Теоретичні відомості.....	16
2.3 Опис установки	20
2.4 Хід роботи	22
2.4.1. З використанням експериментальної установки	22
2.4.2. З використанням інтерактивного симулятора.....	22
2.5 Критерії оцінювання та вимоги до оформлення звіту	25
2.6 Питання для самоперевірки	27
2.7 Перелік рекомендованих джерел.....	27
Додаток А.	28



ВСТУП

Метою виконання лабораторних робіт з дисципліни «Фізика» є ознайомлення студентами з фізичними процесами та явищами, закріплення теоретичних знань, набуття студентами навичок постановки, проведення фізичного експерименту, обробки та інтерпретації результатів експерименту.

Лабораторні роботи дають можливість студентам засвоїти методи експериментального визначення опору провідника за допомогою моста постійного струму, довжини світлової хвилі за допомогою дифракційних ґрат.

Лабораторні роботи здобувачами виконуються за допомогою сучасних приладів та обладнання, із залученням інтерактивних симуляцій. Результатом виконання лабораторної роботи є оформлений за вимогами та зданий звіт. Максимальна кількість балів, яку здобувач може отримати за виконання кожної лабораторної роботи – 5.

1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1. «ВИЗНАЧЕННЯ ОПОРУ РЕЗИСТОРА ЗА ДОПОМОГОЮ МОСТА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ»

1.1 Мета роботи

Метою даної лабораторної роботи є визначення опору провідника за допомогою моста (мостової схеми) постійного струму, яка скорочено називається мостом Уїтстона.

1.2 Теоретичні відомості

Мостова схема постійного струму, яка скорочено називається містком Уїтстона, являє собою замкнутий чотирикутник, складений з чотирьох резисторів, з'єднаних між собою проводами. В одну з діагоналей цієї схеми включається джерело струму ϵ , в іншу - гальванометр G (рис.1.1). Якщо струм I через гальванометр G дорівнює нулю, то потенціали точок C і D ($\varphi_C = \varphi_D$) рівні, а тому і струми $I_1=I_2$, $I_3=I_4$, міст є «збалансованим»

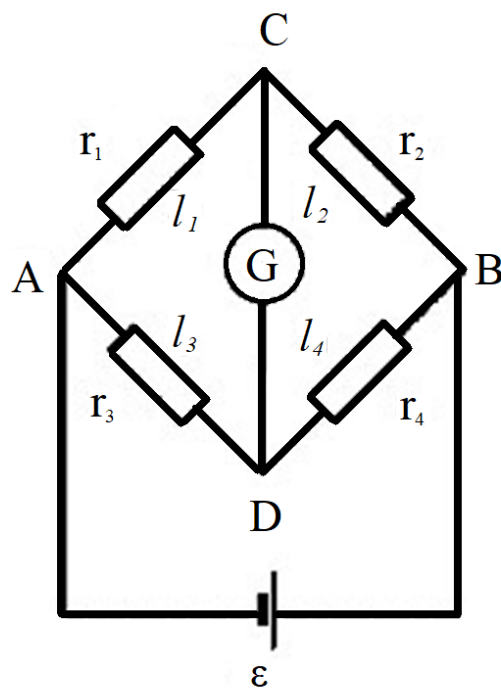



Рисунок 1.1 – Місток Уїтстона


$$I_1 = \frac{\varphi_A - \varphi_C}{r_1}, \quad I_2 = \frac{\varphi_C - \varphi_B}{r_2},$$

$$I_3 = \frac{\varphi_A - \varphi_D}{r_3}, \quad I_4 = \frac{\varphi_D - \varphi_B}{r_4}.$$

Так як $I_1=I_2$, $I_3=I_4$, отримуємо:

$$\frac{\varphi_A - \varphi_C}{r_1} = \frac{\varphi_C - \varphi_B}{r_2},$$

$$\frac{\varphi_A - \varphi_D}{r_3} = \frac{\varphi_D - \varphi_B}{r_4}.$$

Отже,

$$\frac{r_1}{r_3} = \frac{r_2}{r_4}. \quad (1.1)$$

Формула (1.1) дозволяє визначити кожний з чотирьох опорів, що включені у плечі моста, якщо відомі три інші.

Мостова схема, яку застосовують в практиці, представлена на рис. 1.2. В одне з плечей моста включається відомий еталонний опір r_e , (магазин опорів), в інше – вимірюваний опір r_x . Третє і четверте плечі моста AD і DB є опорами ділянок реохорда AB.

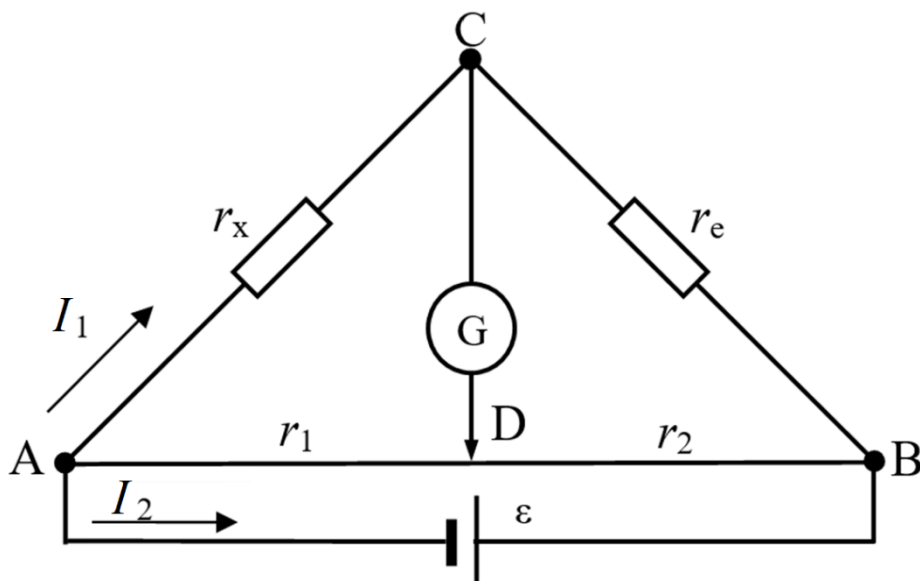


Рисунок 1.2 – Місток Уїтстона з реохордом

Реохорд – це натягнутий металевий дріт із міліметровою шкалою. Сполучення гальванометра з реохордом відбувається за допомогою контактного повзунка, що ходить уздовж реохорду.

Вимірюваний опір r_x утворює гілку AC, у гілку CB вмикається магазин опору r_e . Ділянка ADB (опори r_1 та r_2) утворюється реохордом. По реохорду переміщується рухомий контакт D (повзунок), який дозволяє вимірювати відношення між опорами r_1 та r_2 . Струм який проходить через гальванометр, залежить від опорів r_x , r_0 , r_1 та r_2 . Переміщуючи контакт реохорду, можна знайти таке його положення, при якому струм, який проходить через гальванометр, дорівнює нулю. У цьому випадку говорять, що місток збалансовано.

При балансі потенціали точки C і D рівні:

$$\varphi_C = \varphi_D,$$

тобто різниця потенціалів між цими точками дорівнює нулю:

$$U_{CD} = \varphi_C - \varphi_D = 0.$$



Останнє приводить до того, що струм в точці С не розгалужується і в діагоналі CD не протікає. Відповідно стрілка гальванометра G не відхиляється.

Визначимо умови, за яких потенціали точок С і D рівні. Для цього необхідно, щоб, по-перше, падіння напруги на ділянках AC та AD було однаковим по відношенню до точки А. По-друге, падіння напруги на ділянках CB та DB було однаковим по відношенню до точки С.

Знайдемо аналітичні вирази умов, виконання яких забезпечує баланс моста.

Позначаючи струм в гілці ACB через I_1 , а у гілці ADB через I_2 , отримуємо:

$$\begin{cases} I_1 r_x = I_2 r_1, \\ I_1 r_e = I_2 r_2, \end{cases} \quad (1.2)$$

звідси

$$r_x = \frac{r_e \cdot r_1}{r_2}. \quad (1.3)$$

Опір реохорду з однорідного провідника пропорційний його довжині, оскільки

$$R = \rho \frac{l}{S}.$$

Позначаючи довжину ділянки r_1 через l_1 , довжину r_2 через l_2 та повну довжину реохорда через L , знайдемо:



$$r_x = r_e \frac{l_1}{l_2} = r_e \frac{l_1}{L-l_1}. \quad (1.4)$$

Визначення опору зводиться, таким чином, до визначення довжин ділянок реохорду.

Взагалі виміряти величину опору r_x можливо при будь-якому r_e . В залежності від величини r_e , балансування містка відбувається при різних значеннях відношення $l_1/(L-l_1)$. Визначимо, як залежить точність вимірювання r_x від положення контакту D при балансі містка. При цьому для визначеності будемо вважати, що похибка у вимірюванні положення повзунка (точніше кажучи довжини l_1) є єдиним джерелом похибок дослідження. Якщо продиференціювати (1.4), знайдемо абсолютну похибку, з якою визначається величина опору r_x :

$$dr_x = r_e L \frac{1}{(L-l_1)^2} dl_1. \quad (1.5)$$

З (1.4) та (1.5) знайдемо відносну похибку:

$$\frac{dr_x}{r_x} = \frac{L dl_1}{l_1(L-l_1)} = \frac{1}{\left(1 - \frac{l_1}{L}\right) \frac{l_1}{L}} \cdot \frac{dl_1}{L}. \quad (1.6)$$

Похибка вимірювань залежить, таким чином, від величини l_1/L .
Позначимо

$$x = \frac{1}{\left(1 - \frac{l_1}{L}\right) \frac{l_1}{L}},$$



тоді

$$\frac{dr_x}{r_x} = \frac{x dl_1}{L}$$

Залежність x від l_1/L зображена на рис. 1.3.

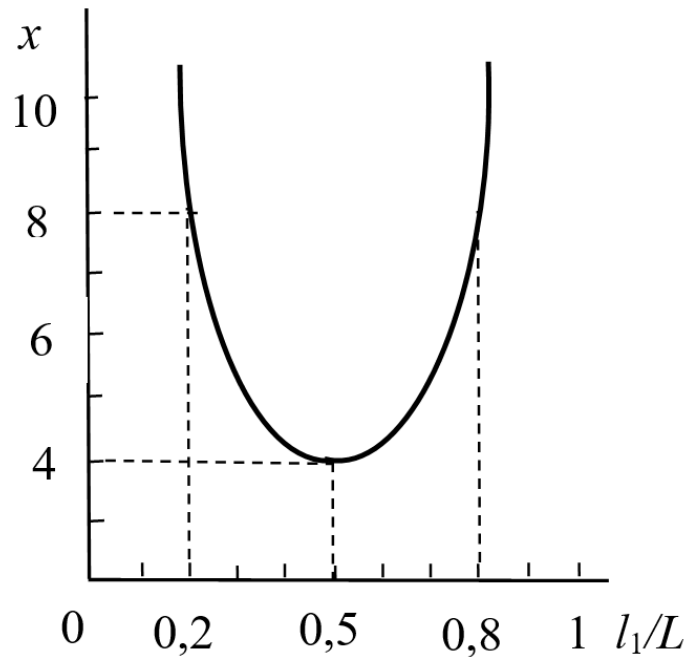


Рисунок 1.3 – Графік залежності відносної похибки вимірюваного опору від положення контакту на реохорді

Як видно із графіка, найбільш точними є вимірювання, зроблені при $l_1/L=0,5$. При $l_1/L=0,2$ або $0,8$ похибка вимірювань зростає в 1,5 рази, а при подальшому наближенні l_1/L до нуля або одиниці приводить до все більш скорішого зростання похибки. Тому опір магазину r_0 треба завжди вибирати так, щоб баланс містка досягав при положенні контакту приблизно по середині реохорда і у будь-якому випадку у межах $0,2 < l_1/L < 0,8$.

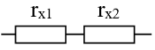
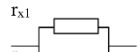


1.3 Хід роботи

1.3.1 З використанням експериментальної установки

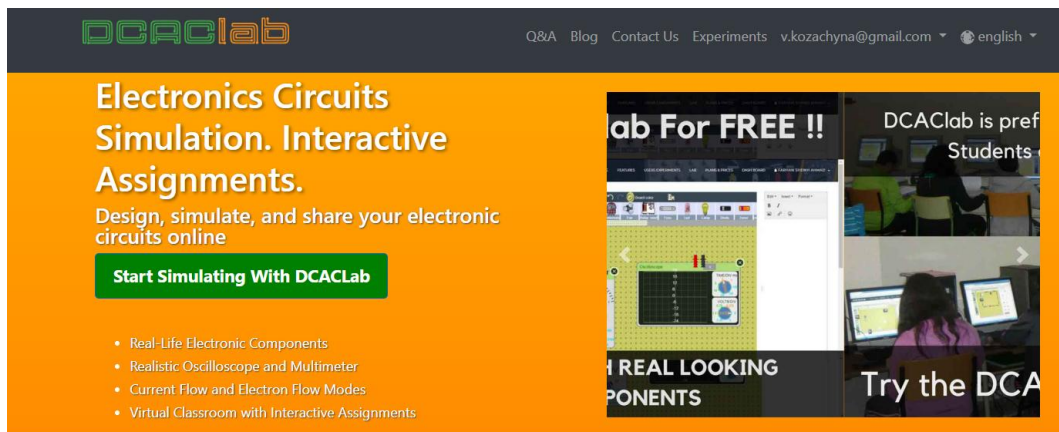
1. Зібрати електричний ланцюг за схемою (рис. 1.2).
2. Для різних відношень плечей реохорда l_1 і l_2 , заданих викладачем, і кожного з невідомих опорів, визначити еталонний опір r_e за допомогою магазину опорів (не менш 3 разів для кожного опору), який відповідає балансу моста ($I=0$).
3. Повторити п.2 для послідовного і паралельного з'єднання невідомих опорів.
4. Визначити за формулою (1.4) величини опорів r_{x1} , r_{x2}
5. Результати вимірів порівняти з теоретичними значеннями.
6. Результати вимірів занести в таблицю.

Таблиця 1.1

	№	l_1 , м	l_2 , м	r_e , Ом	r_x , Ом	r , Ом	Δr	δ , %
r_{x1}	1	0.2	0,2	20	20,00		0,23	
	2	0,15	0,25	35	21,00	20,23	0,77	2,53
	3	0,1	0,3	59	19,70		0,53	
r_{x2}	1	0.2	0,2	30				
	2	0,15	0,25	52				
	3	0,1	0,3	89				
	1	0,2	0,2	50				
	2	0,15	0,25	85				
	3	0,1	0,3	151				
	1	0,2	0,2	12				
	2	0,15	0,25	21				
	3	0,1	0,3	35				

1.3.2 З використанням інтерактивного симулятора

1. Переходимо за посиланням <https://dcaclab.com/en/home>, натискаємо «Start Simulating With DCACLab» (рис. 1.4).



Circuit Questions, Answers, and Feature Proposals
at the DCAClab community

Рисунок 1.4

2. Складаємо електричне коло (рис. 1.5), яке складається з джерела струму, чотирьох резисторів r_x , r_e , r_1 , r_2 та амперметра А.

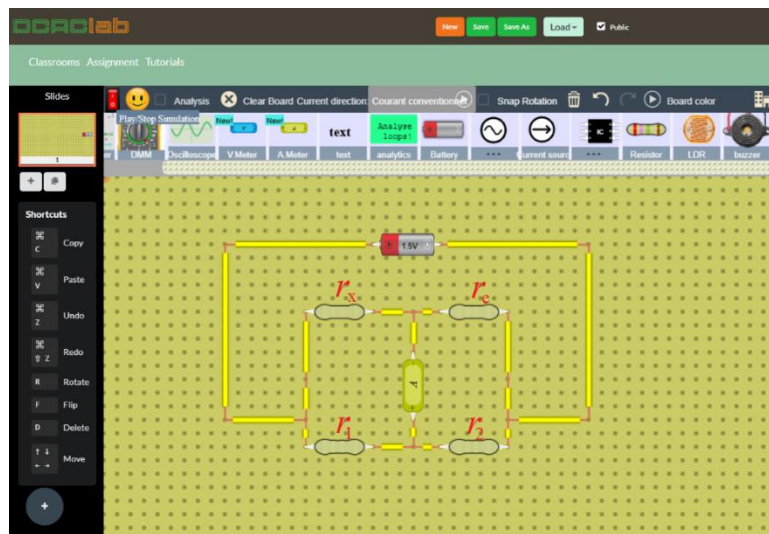


Рисунок 1.5

3. Встановлюємо опір:

Дослід 1: $r_e=5+0,5N$, $r_1=3+0,7N$, $r_2=4+0,4N$ (N – номер здобувача у списку групи);

Дослід 2: $r_e=7+0,4N$, $r_1=4+0,6N$, $r_2=3+0,5N$ (N – номер здобувача у списку групи);

Дослід 3: $r_e=2+0,9N$, $r_1=5+0,3N$, $r_2=7+0,4N$ (N – номер здобувача у списку групи).



4. Визначаємо опір r_x за формулою (1.3), при якому міст є «збалансованим» (струм через амперметр А дорівнює нулю).

5. Перевіряємо вірність розрахованого r_x , встановивши це значення опору відповідному резистору на схемі (рис. 1.6), та переконуємось, що струм через амперметр А відсутній.

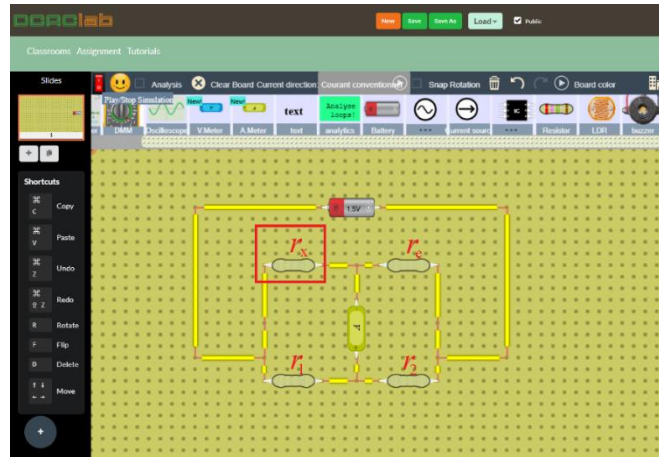


Рисунок 1.6

6. Дані розрахунків заносимо до таблиці.

Дослід	r_e	r_1	r_2	r_x
1				
2				
3				

1.4 Критерії оцінювання та вимоги до оформлення звіту

Робота здобувачами виконується на лабораторних заняттях за допомогою сучасних приладів та обладнання, із залученням інтерактивних симуляцій.

До складу звіту повинні входити:

1. Титульна сторінка.
2. Назва та мета практичної роботи.
3. Таблиця з даними вимірювань та розрахунків.
4. Розрахунки.
5. Висновки.



Кількість балів	Критерій оцінювання
5	Здобувач(ка) працював(ла) на лабораторних заняттях, виконав(ла) завдання у повному обсязі та завантажив(ла) звітні матеріали відповідно до методичних рекомендацій в Moodle згідно з семестровим графіком (до наступного заняття).
4	Здобувач(ка) працював(ла) на лабораторних заняттях, повністю виконав(ла) завдання та завантажив(ла) у повному обсязі звітні матеріали відповідно до методичних рекомендацій в Moodle пізніше терміну вказаного у семестровому графіку.
3	Здобувач(ка) не працював(ла) на лабораторних заняттях, повністю виконав(ла) завдання та завантажив(ла) у повному обсязі звітні матеріали відповідно до методичних рекомендацій в Moodle пізніше терміну вказаного у семестровому графіку.
2	Здобувач(ка) не працював(ла) на лабораторних заняттях, частково виконав(ла) завдання та завантажив(ла) у повному обсязі звітні матеріали відповідно до методичних рекомендацій в Moodle пізніше терміну вказаного у семестровому графіку.
1	Здобувач(ка) не працював(ла) на лабораторних заняттях, частково виконав(ла) завдання та не в повному обсязі завантажив(ла) звітні матеріали відповідно до методичних рекомендацій в Moodle пізніше терміну вказаного у семестровому графіку.
0	Здобувач(ка) був(ла) відсутня на практичних заняттях та не завантажив(ла) звіт в Moodle




1.5 Питання для самоперевірки

1. Що називають опором ?
2. Одиниці вимірювання опору в СІ.
3. Від чого залежить опір металевого провідника?
4. Фізичне пояснення існування питомого опору провідника?
5. Які фактори впливають на питомий опір провідника?
6. Одиниці виміру питомого опору в СІ.
7. Виведіть розрахункову формулу (1.3).
8. Як отримали співвідношення (1.4)?
9. Виведіть формулу для послідовного і паралельного з'єднання провідників.

1.6 Перелік рекомендованих джерел

1. Фелінський Г. С. Загальна фізика : підручник. Київ : Каравела, 2020.
2. Скіцько І. Ф., Скіцько О. І. Фізика (Фізика для інженерів) : підручник. Київ : НТУУ КПІ ім.Ігоря Сікорського, 2017. 513 с.
3. Кармазін В. В., Семенець В. В. Курс загальної фізики : навчальний посібник для вищих навчальних закладів. Київ : Кондор, 2016. 786 с.



2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2. «ВИЗНАЧЕННЯ ДОВЖИНИ СВІТЛОВОЇ ХВИЛІ ЗА ДОПОМОГОЮ ДИФРАКЦІЙНОЇ ҐРАТКИ»

2.1 Мета роботи

Метою роботи є визначення довжини хвиль червоного, зеленого та фіолетового променів за допомогою дифракційної ґратки.

2.2 Теоретичні відомості

Дослід свідчить, що у в однорідному вільному від перешкод середовищі будь-які хвилі поширюються прямолінійно. Цей факт інколи розглядають навіть як один із законів геометричної оптики. Але коли хвиля натрапляє на якесь непрозоре тіло чи на отвір у непрозорому екрані, вона відхиляється від прямолінійного напрямку поширення й оминає перешкоду та заходить у область геометричної тіні. Це є проявом *дифракції* – хвильового явища, яке більш загально формулюється як

відхилення від прямолінійного поширення хвиль у середовищах з різкими неоднорідностями, яке не зумовлене відбиванням чи заломленням хвиль.

Дифракцію легко спостерігати на поверхні води, якщо на шляху хвилі трапляється перешкода, скажімо камінь, який виступає з води: тінь (тиха вода) утворюється тільки у деякому конусі, що сходиться за перешкодою, а далі хвиля поширюється так, ніби перешкоди й не було. При цьому можна помітити, що перешкода дуже малих розмірів, наприклад тростина, що виступає з води на шляху хвилі, взагалі не створює помітної тіні, тоді як повз великий щит хвиля проходить практично без відхилення. Така особливість є притаманною й хвилям іншої фізичної природи. Дифракцію звукових хвиль ми спостерігаємо, коли, знаходячись біля стіни будинку, чуємо голос людини, що стоїть безпосередньо за рогом. У випадку світла одним з проявів дифракції є те, що після малого отвору в непрозорому екрані світло поширюється по віх напрямках, як від точкового джерела.



Між різними конкретними випадками дифракції світла, які можна спостерігати на практиці, немає принципової різниці. Але залежно від умов спостереження використовують різні технічні прийоми дослідження. Відповідно, вирізняють два види дифракції: *дифракцію Френеля* і *дифракцію Фраунгофера*. У першому випадку джерело світла, перешкода та екран для спостереження розташовані на порівняно невеликій відстані одне від одного. Через це на перешкоду та на екран падають не паралельні промені, тобто не плоскі хвилі. При дифракції Фраунгофера на перешкоду спрямовують плоскі хвилі і на екрані спостерігають результат дифракції теж плоских хвиль. Плоским хвилям відповідають паралельні промені, тому це вид дифракції ще називають дифракцією в паралельних променях.

Схема спостереження дифракції Фраунгофера показана на рис. 2.1. Для отримання паралельних променів, які спрямовуються на перешкоду, скажімо вузьку щілину, використовують лазерний пучок, або світловий пучок від збірної лінзи, у фокусі котрої знаходиться точкове джерело. За перешкодою також ставлять збірну лінзу (об'єктив) O і в її фокальній площині – екран для спостереження E . За такої умови в будь-яку точку на екрані приходять тільки промені, що після перешкоди падають на лінзу під одним і тим самим кутом дифракції. Тому на екрані спостерігається картина саме фраунгоферової дифракції.

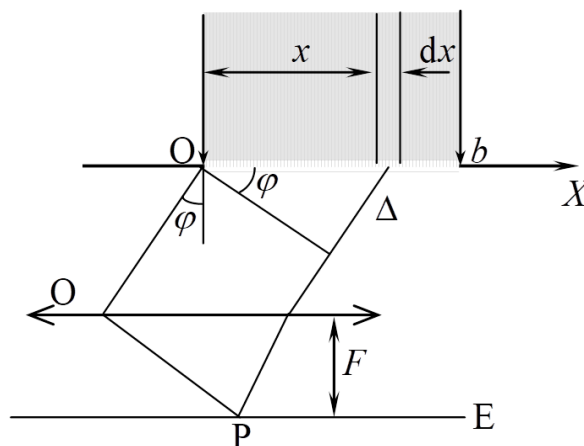


Рисунок 2.1 – Дифракція на щілині



Через малу інтенсивність смуг дифракція на окремій щілині чи отворі не має практичних застосувань. Але ефект значно підсилюється в дифракційній ґратці – впорядкованій системі перешкод для проходження світла, що являє собою систему паралельних щілин однакових за шириною, розділених рівними непрозорими проміжками (рис. 2.2). Дифракційна картина на ґратах проявляється за допомогою інтерференції хвиль, які йдуть від усіх щілин. Збиральна лінза (Л), розташована між дифракційними ґратами (ДГ) та екраном (Е) (рис. 2.2), збирає промені з однаковим кутом дифракції в одну точку (В) на екрані, там і відбувається інтерференція. Тобто у дифракційних ґратах відбувається дифракція, а на екрані здійснюється багатопроменева інтерференція когерентних пучків світла.

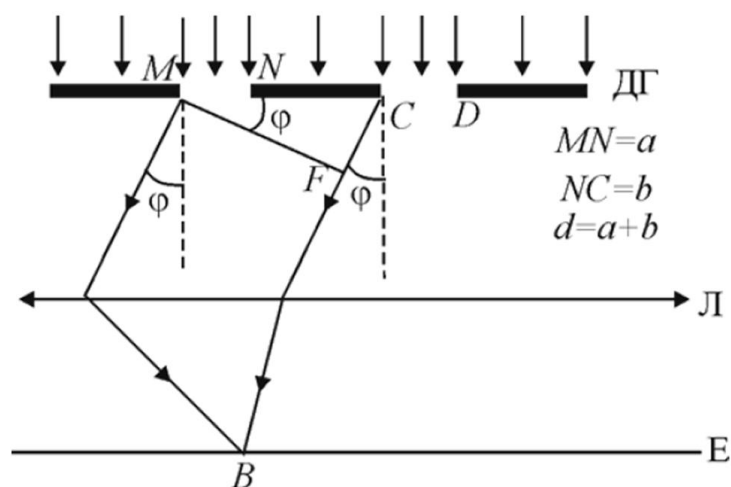



Рисунок 2.2 – дифракція на ґратці

Розглянемо дифракційну ґратку (див. рис. 2.2). Якщо ширина кожної щілини дорівнює a , а ширина непрозорих ділянок b , тоді величина $d=a+b$ називається сталою (періодом) дифракційних ґрат. Оскільки щілини розташовані одна від одної на однаковій відстані, то різниця ходу променів, що йдуть від двох сусідніх щілин, буде для даного кута дифракції φ однакова:


$$\Delta = CF = (a+b)\sin\varphi = d\sin\varphi \quad (2.1)$$

Очевидно, що в напрямках, у яких жодна щілина не поширює світло, воно не буде поширюватися і при двох щілинах. А в напрямках, у яких поширюється світло, промені будуть або гасити один одного (йдуть в протифазі), тоді виникають додаткові мінімуми, або підсилювати один одного (йдуть у фазі), утворюючи максимуми. Умова утворення максимуму при дифракції на ґратах:

$$\Delta = 2k\frac{\lambda}{2}, k=0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad (2.2)$$

Враховуючи (2.1), одержуємо для дифракційних ґрат умову максимуму:

$$\Delta = d\sin\varphi = 2k\frac{\lambda}{2}, k=0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad (2.3)$$

Число k називається порядком максимуму. При $\varphi=0$ умова (2.3) відповідає центральному максимуму; при $k=\pm 1$ – двом першим максимумам, які розташовані симетрично з двох боків від центрального, і т. д.

З формули (2.3) випливає, що промені різних довжин хвиль матимуть максимум у різних напрямках. Тому, якщо на дифракційну ґратку падає біле світло, то вона розкладе його на складові кольори і на екрані будуть спостерігатися кольорові дифракційні спектри. Ця властивість дифракційних ґрат використовується для дослідження спектрального аналізу складу випромінювання. На рис. 2.3 зображено приблизне розташування спектрів дифракційних ґрат. З рис. 2.3 видно, що



$$\sin \varphi_i = \frac{l_i}{R}, \quad (2.4)$$

де φ_i і l_i - кут спостереження та відстань від i -тої спектральної лінії до центрального максимуму відповідно; R - відстань від дифракційних ґрат (ДГ) до екрана (Е).

Тоді з формули (2.3) одержуємо:

$$\lambda_i = \frac{d l_i}{k R}. \quad (2.5)$$

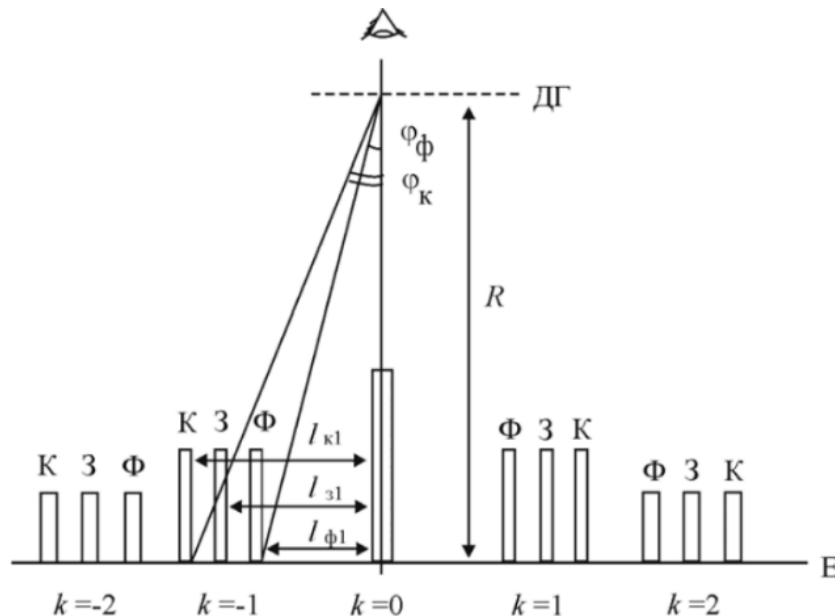


Рисунок – 2.3 – Розташування спектрів дифракційних ґрат

2.3 Опис установки

Дифракційна ґратка 1 - це основна частина вимірювальної установки (рис. 2.4). На масштабній лінійці 3 закріплена підставка 2 для дифракційних ґрат. На лінійці розміщується чорний екран 4 з вузькою вертикальною щілиною 5 посередині. Екран можна переміщувати вздовж лінійки, щоб змінювати його відстань R до дифракційної ґратки. На екрані і лінійці є шкали з міліметровими поділками.

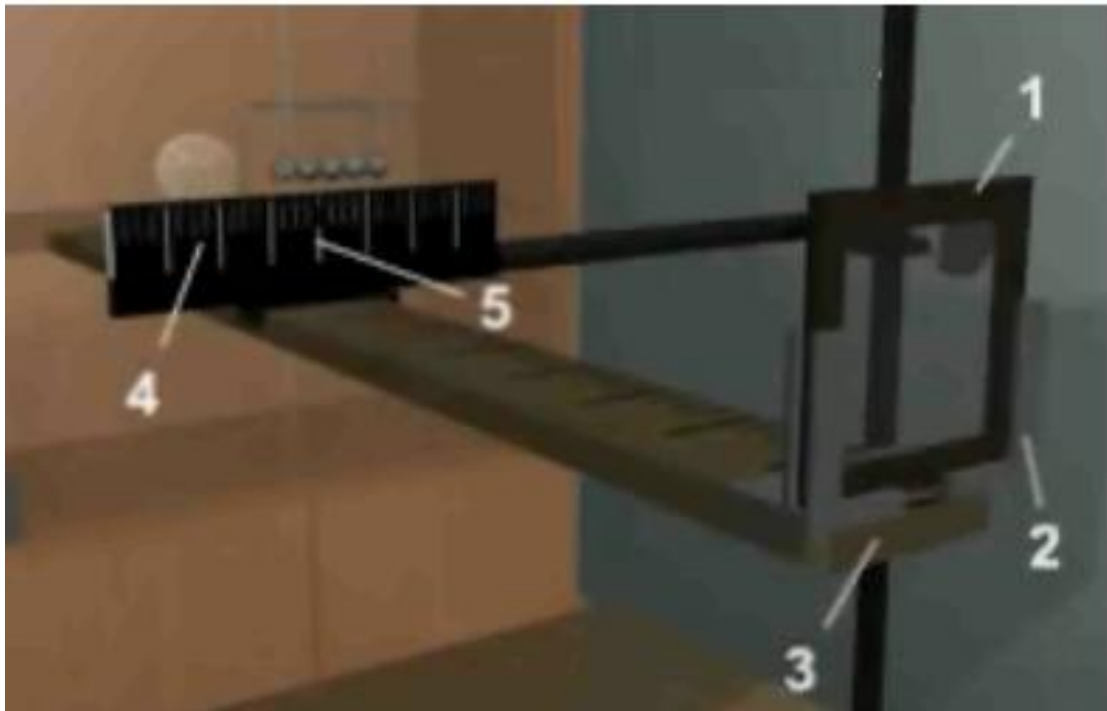


Рисунок 2.4 – Вимірювальна установка

Якщо дивитися крізь ґратку і щілину на джерело світла (лампочку розжарювання), то на чорному фоні екрана можна спостерігати по обидва боки від щілини дифракційні спектри 1-го, 2-го і 3-го порядків (рис. 2.5).

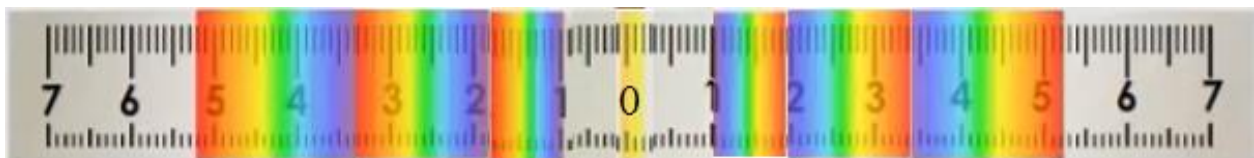


Рисунок 2.5 – Дифракційні спектри

По лінійці визначаємо відстань R від ґрат до екрана, у якому прорізана вузька щілина. Крізь щілину проходить світло від лампи, розташованої під ковпаком. За допомогою лінійки на екрані можна визначити відстань між центральним максимумом та відповідною спектральною лінією l .



2.4 Хід роботи

2.4.1. З використанням експериментальної установки

1. Зображення дифракційних спектрів відповідає відстані $R=250$ мм.
2. Визначити сталу (періодом) дифракційної ґратки, з урахуванням того, що на 1 мм дифракційної ґратки нанесено 100 штрихів.
3. Заміряти за допомогою лінійки відстань l між центральним максимумом та відповідною спектральною лінією 1-го, 2-го і 3-го порядків. За формулою (4) знайти довжину хвиль фіолетових, червоних та зелених променів. Дані вимірювань та розрахунків занести до таблиці 2.1.
4. Результат подати у вигляді: $\lambda = \bar{\lambda} \pm \Delta\bar{\lambda}$, $\delta = \frac{\Delta\bar{\lambda}}{\bar{\lambda}} \cdot 100\%$.

Таблиця 2.1

Промені	№	k	l , мм	R , мм	λ , мм	$\langle \lambda \rangle$, мм	$\Delta\lambda_i$, мм	$\Delta\lambda_{\text{ср}}$, мм	$\frac{\langle \Delta\lambda \rangle}{\langle \lambda \rangle} \cdot 100\%$
Червоний	1	± 1		250					
	2	± 2		250					
	3	± 3		250					
Зелений	1	± 1		250					
	2	± 2		250					
	3	± 3		250					
Фіолетовий	1	± 1		250					
	2	± 2		250					
	3	± 3		250					

2.4.2. З використанням інтерактивного симулятора

1. Переходимо за посиланням <https://ophysics.com/l5b.html>.
2. Натискаємо «Grating in Place» (рис. 2.6).

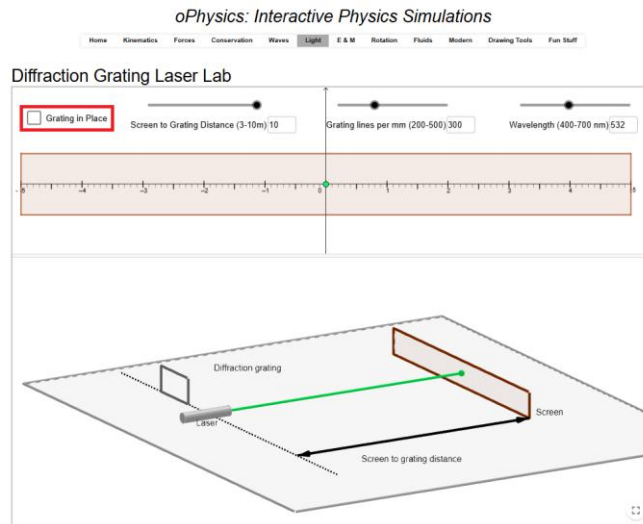


Рисунок – 2.6

3. Встановлюємо відстань від екрану до ґратки (Screen to Grating Distance, рис. 2.7) $5+0,2 \cdot N$ м (N – номер студента у списку групи)

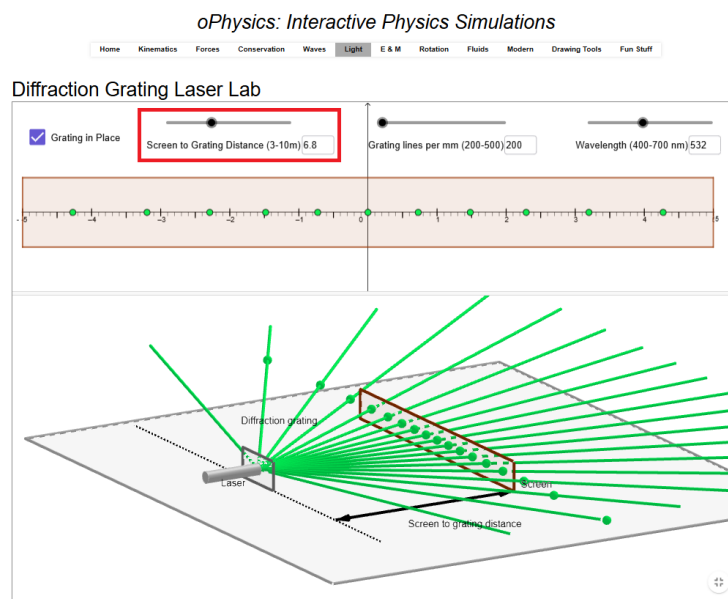


Рисунок – 2.7

4. Встановивши кількість штрихів на 1 мм рівною $200+20 \cdot N$ (Grating lines per mm, рис. 2.8), визначаємо сталу (період) дифракційної ґратки.

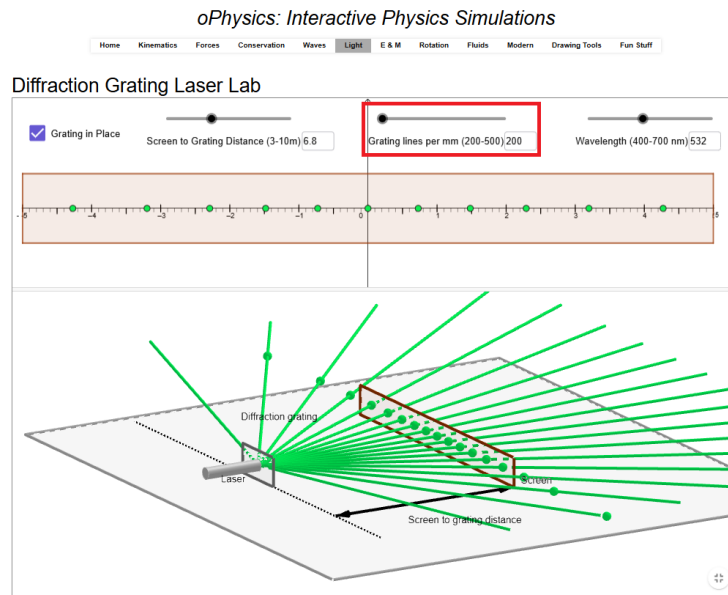


Рисунок – 2.8

5. Змінюючи довжину хвилі (Wavelength, рис. 2.9), отримаємо промінь червоного кольору. Заміряємо відстань l між центральним максимумом та відповідною спектральною лінією 1-го, 2-го і 3-го порядків. За формулою (4) знаходимо довжину хвилі червоного променя (аналогічні вимірювання проводимо для фіолетового та зеленого променів). Дані вимірювань та розрахунків заносимо до таблиці 2.2.

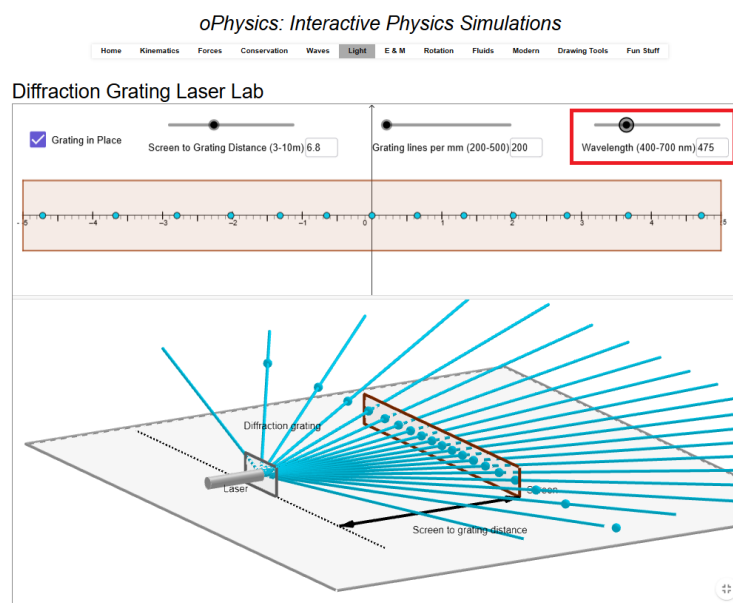


Рисунок – 2.9

6. Результат подаємо у вигляді: $\lambda = \bar{\lambda} \pm \Delta\bar{\lambda}$, $\delta = \frac{\Delta\bar{\lambda}}{\bar{\lambda}} \cdot 100\%$.

Таблиця 2.2

Промені	№	k	l , мм	R , мм	λ , мм	$\langle \lambda \rangle$, мм	$\Delta\lambda_i$, мм	$\Delta\lambda_{\text{ср}}$, мм	$\frac{\Delta\lambda_{\text{ср}}}{\langle \lambda \rangle} \cdot 100\%$
Червоний	1	± 1							
	2	± 2							
	3	± 3							
Зелений	1	± 1							
	2	± 2							
	3	± 3							
Фіолетовий	1	± 1							
	2	± 2							
	3	± 3							

2.5 Критерії оцінювання та вимоги до оформлення звіту

Робота здобувачами виконується на лабораторних заняттях за допомогою сучасних приладів та обладнання, із залученням інтерактивних симуляцій.

До складу звіту повинні входити:

1. Титульна сторінка.
2. Назва та мета практичної роботи.
3. Таблиця з даними вимірювань та розрахунків.
4. Розрахунки.
5. Висновки.



Кількість балів	Критерій оцінювання
5	Здобувач(ка) працював(ла) на лабораторних заняттях, виконав(ла) завдання у повному обсязі та завантажив(ла) звітні матеріали відповідно до методичних рекомендацій в Moodle згідно з семестровим графіком (до наступного заняття).
4	Здобувач(ка) працював(ла) на лабораторних заняттях, повністю виконав(ла) завдання та завантажив(ла) у повному обсязі звітні матеріали відповідно до методичних рекомендацій в Moodle пізніше терміну вказаного у семестровому графіку.
3	Здобувач(ка) не працював(ла) на лабораторних заняттях, повністю виконав(ла) завдання та завантажив(ла) у повному обсязі звітні матеріали відповідно до методичних рекомендацій в Moodle пізніше терміну вказаного у семестровому графіку.
2	Здобувач(ка) не працював(ла) на лабораторних заняттях, частково виконав(ла) завдання та завантажив(ла) у повному обсязі звітні матеріали відповідно до методичних рекомендацій в Moodle пізніше терміну вказаного у семестровому графіку.
1	Здобувач(ка) не працював(ла) на лабораторних заняттях, частково виконав(ла) завдання та не в повному обсязі завантажив(ла) звітні матеріали відповідно до методичних рекомендацій в Moodle пізніше терміну вказаного у семестровому графіку.
0	Здобувач(ка) був(ла) відсутня на практичних заняттях та не завантажив(ла) звіт в Moodle



2.6 Питання для самоперевірки

1. Опишіть дифракцію на дифракційних ґратах.
2. Напишіть умови посилення світла для дифракційних ґрат.
3. Який найбільший порядок спектра можна спостерігати за допомогою даних ґрат?
4. Чому дифракційні ґратки розкладають біле світло в спектр?

2.7 Перелік рекомендованих джерел

1. Фелінський Г. С. Загальна фізика : підручник. Київ : Каравела, 2020.
2. Скіцько І. Ф., Скіцько О. І. Фізика (Фізика для інженерів) : підручник. Київ : НТУУ КПІ ім.Ігоря Сікорського, 2017. 513 с.
3. Кармазін В. В., Семенець В. В. Курс загальної фізики : навчальний посібник для вищих навчальних закладів. Київ : Кондор, 2016. 786 с.



ДОДАТОК А

ПРИКЛАД ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА
ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
Кафедра природничо-наукових та загальноінженерних дисциплін

Лабораторна робота №_

з навчальної дисципліни

«ФІЗИКА»

Електрика та магнетизм. Геометрична та хвильова оптика

Здобувача групи _____

Прізвище Ім'я По батькові

Керівник:

к.т.н., доцент

В. А. Козачина

Запоріжжя, 20XX



Навчально-методичне видання

Козачина Віталій Анатолійович

ФІЗИКА

Електрика та магнетизм. Геометрична та хвильова оптика

методичні вказівки до виконання лабораторних робіт

Самостійне електронне мережеве видання

Публікується в авторській редакції