

**СИЛАБУС
навчальної дисципліни
“ Іонна і електронна оптика ”**

Галузь знань	10 Природничі науки
Шифр та назва спеціальності	104 Фізика та астрономія
Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий)
Статус дисципліни	Вибіркова

Викладач (розробник)



Пономарьов Олександр Георгійович,
Доктор фізико-математичних наук, професор
ponom56@gmail.com
Інститут прикладної фізики НАН України,
вул. Петропавлівська, 58, м. Суми

Загальна інформація про дисципліну

Анотація	Курс охоплює питання геометричної електронної і іонної оптики, зокрема, руху параксіальних електронів та іонів в аксіально-симетричних електричному і магнітному полях, принцип дії електростатичних й електромагнітних електронних лінз й основні види їх аберацій та інші питання.
Мета	Метою викладання дисципліни "Іонна і електронна оптика" є ознайомлення аспірантів з моделюванням руху заряджених частинок в електричних і магнітних статичних полях, первинному ознайомленні аспірантів з основними поняттями в фізиці електронної і іонної оптики, та сформуванню вміння застосовувати отримані знання при проектуванні та застосуванні установок, що використовують іонні та електронні пучки. Завдання вивчення дисципліни - отримання практичних навичок використання основних методів при моделюванні оптики пучків заряджених частинок.
Результати навчання	Внаслідок вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен бути здатним продемонструвати такі: Компетентності: Здатність виявляти, ставити та вирішувати задачі фізичного характеру в сфері електронної і іонної оптики. Здатність відстежувати тенденції розвитку електронної і іонної оптики.

	Результати навчання: Мати сучасні концептуальні та методологічні знання з електронної і іонної оптики, а також необхідні навички, достатні для проведення в цій галузі фундаментальних і прикладних наукових досліджень з метою отримання нових знань, здійснення розробок та інновацій.	
Обсяг дисципліни	Кількість кредитів – 4 Загальна кількість годин — 120 год.: <ul style="list-style-type: none"> ○ Лекції — 32 год; ○ Практичні — 14 год; ○ Семінарські — 4 год; ○ Самостійна робота — 70 год. 	
Форма підсумкового контролю	Залік	
Опис навчальної дисципліни		
Лекційні заняття		
№ з/п	Назви тем	К-сть годин
1	Вступ	1
2	Рух заряджених часток в електромагнітному полі.	3
3	Представлення електричних і магнітних полів	2
4	Фокусування з допомогою аксіально симетричних полів	4
5	Теорія аберацій.	4
6	Чисельні методи для розрахунку траєкторій променів і обчислення аберацій	2
7	Електростатичні лінзи	3
8	Магнітні лінзи	3
9	Комп'ютерні методи для створення та оптимізації електронних і іонних лінз	2
10	Мультипольні лінзи	2
11	Відхилення пучка	4
12	Високоінтенсивні пучки	2
Разом (год.)		32
Теми практичних занять		
1	Отримання траєкторних рівнянь руху пучка в однорідному магнітному полі на підставі рівнянь руху заряджених часток в системах координат з рухомим репером	2
2	Електростатичні лінзи	4
3	Розрахунок фокусних відстаней електростатичних лінз	2
4	Магнітні лінзи	2
5	Лінзи із сильним фокусуванням	2

6	Дія просторового заряду в електронних пучках	2
Разом (год.)		14
Теми семінарських занять		
1	Розрахунок хроматичної аберації для електростатичної прискорюючої структури	2
2	Розрахунок хроматичної аберації магнітної квадрупольної лінзи.	2
Разом (год.)		4
Самостійна робота Опрацювання тем, які не входять до плану аудиторних занять		
1	Лагранжів формалізм для опису траєкторій заряджених частинок	10
2	Електростатичний квадруполь	10
3	Фазові еліпси	10
4	Системи лінз	10
5	Системи формування електронних пучків у ПЕМ	10
6	Імерсійний об'єктив	10
7	Електронне дзеркало	10
Разом (год.)		70

ОЦІНЮВАННЯ ЗА ОСВІТНІМ КОМПОНЕНТОМ

Сумативне оцінювання

1.1. Для оцінювання очікуваних результатів навчання передбачено

№	Методи сумативного оцінювання	Бали / Вага у загальній оцінці	Дата складання
1.	Практичні заняття	48 балів / 48 %	Згідно графіка навчального процесу
2.	Семінарські заняття	12 балів / 12 %	
3.	Атестація (тест множинного вибору)	20 балів / 20%	
4.	Виконання індивідуальних завдань	20 балів / 20%	

1.2. Критерії оцінювання

№ з/п	Вид діяльності	Оцінювання
1	Практичні заняття (6 занять)	Нарахування балів відбувається по шкалі: - відмінні відповіді 8-6 бали; - добрі відповіді 6-3 балів; -задовільні, достатні відповіді 3-1 бал.
2	Семінарські заняття (2 заняття)	Нарахування балів відбувається по шкалі: - відмінні відповіді 6-5 бали; - добрі відповіді 4-3 балів; -задовільні, достатні відповіді 2-1 бал.
3	Атестація (тест множинного вибору)	Залежить від кількості вірних відповідей на тест: - 90% правильних відповідей 5 балів; - 80% правильних відповідей 4 бали;

	(4 тести)	-70% правильних відповідей 3 бали; -60% правильних відповідей 2 бали; -50% правильних відповідей 1 бал; <50% правильних відповідей 0 балів;
4	Індивідуальні завдання (4 завдання)	- Завдання виконано, аспірант добре орієнтується в матеріалі 5 балів. - Завдання виконані з незначними помилками, аспірант не достатньо орієнтується в теоретичному матеріалі 3-4 бали. - Завдання виконане не в повній мірі, аспірант не достатньо орієнтується в матеріалі 1-2 балів. - Завдання не виконане або виконане не вірно 0 балів.

Навчальна література (підручники, навчальні посібники)

Базова

1. Пономарьов О.Г., Пономарьов А.О. Формування пучків іонів в ядерному скануючому мікрозонді / Суми: Колаж-принт, 2019. - 368 с.
2. Humphries S., Charged particle beams/ Dover Publications, Inc., Mineola, New York, 2013. - 864 p.
3. Banford A.P. The Transport of Charged Particle Beams/ Publisher, Spon, 1966. - 229 p.
4. Szilagyı M.N. Electron and ion optics/ Springer, New York, 1987. - 556 p.
5. Steffen K.G. High energy beam optics/ Interscience Publishers, New York, 1965. - 211 p.
6. F. Hinterberger. Ion optics with electrostatic lenses: <https://cds.cern.ch/record/1005034/files/p27.pdf>
7. Зелев С.П., Рабоча Л.С., Шпетний І.О. Оптика електронно-променевих приладів: Навчальний посібник - Суми: Видавництво СумДУ, 2011.- 208 с.

Допоміжна

1. О.Ф. Целуйко, Я.О. Гречко; за заг. ред. І. О. Гірки. Фізика інтенсивних пучків заряджених частинок – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2022. – 180 с.
2. Jackson J. Classical electrodynamics. New York, 1962.
3. Miller R.B. An introduction to the physics of intense charged particle beams. Plenum Press, New York 1982.
4. Lawson J. The physics of charged-particle beams. Clarendon Press Oxford, 1977.

Академічна доброчесність

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватись Етичного кодексу ученого України. Дотримання академічної доброчесності здобувачами освіти передбачає: самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей); посилання на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей; дотримання норм законодавства про авторське право і сум права; надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації.

У випадку порушення академічної доброчесності – реагування відповідно до «Положення про академічну доброчесність в ІПФ НАН України».

