

Міністерство Освіти і Науки України
Одеський Національний Університет ім. І.І. Мечникова
Фізичний факультет
Кафедра теоретичної фізики

“Затверджую”

Проректор з навчальної роботи

(підпис, О. В. Запорожченко
прізвище, ініціали)

" ____ " _____ 2007 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДІСЦИПЛІНИ

" Електродинаміка "

для студентів спеціальностей:

6.070100 – фізика, 6.070100 – астрономія

Програма навчальної дисципліни – " Електродинаміка"

Розробник програми: *проф. М.П.Маломуж*

Ухвалена: на засіданні кафедри теоретичної фізики ОНУ,
протокол № 2 від 11 жовтня 2007 року.

Затверджена: вченою радою фізичного факультету ОНУ,
Протокол № _____ від " _____ " _____ 200 _ р.

Організація навчального процесу з дисципліни **"Електродинаміка"** здійснюється за кредитно-модульною системою і відповідно до вимог Болонської декларації.

Навчальна дисципліна **"Електродинаміка"** є нормативною дисципліною за напрямком підготовки 0701 фізика спеціальностей "фізика" і "астрономія" освітньо-кваліфікаційного рівня "бакалавр".

Згідно з установленим учбовим планом студенти спеціальностей 6.070101 – "фізика" та "астрономія" вивчають курс **"Електродинаміка"** в п'ятому (осінньому) та шостому (весінньому) семестрах третього року навчання. Він орієнтовно включає 36 год. лекцій та 18 год. практичних занять у осінньому семестрі (модулі 1–3) й, відповідно, 36 год. та 36 год. – в весінньому семестрі (модулі 4–6). Вивчення кожного модуля завершується *підсумковими 1) домашньою і 2) аудиторною контрольними роботами та 3) коллоквіумом.*

Курс є другим з чотирьох двосеместрових курсів теоретичної фізики ("Класична механіка", "Електродинаміка", "Квантова механіка" та "Термодинаміка і статистична фізика"). Набуті студентами знання з вищої математики ("Математичний аналіз", "Аналітична геометрія", "Аналітична геометрія", "Векторний та тензорний аналіз", "Методи математичної фізики") та загальної фізики ("Механіка", "Молекулярна фізика", "Електрика та магнетизм", "Оптика") дозволяють знайомити студентів з сучасними методами дослідження електромагнітних явищ у повному обсязі. Знання, набуті з курсу **"Електродинаміка"** в подальшому застосовуються студентами при вивченні дисциплін теоретичної фізики "Квантова механіка" та "Термодинаміка і статистична фізика".

В першій частині (осінній семестр) викладається

Вакуумна Електродинаміка;

В другій частині (весінній семестр) викладаються

1) Спеціальна теорія відносності;

2) Електродинаміка неперервних середовищ.

Основна увага приділяється:

- 1) формулюванню фізичних принципів Електродинаміки;
- 2) властивостям симетрії електродинамічних явищ;
- 3) фізичному змістові тих понять, які використовуються в Електродинаміці і мотивації їх введення;
- 4) побудові рівнянь Електродинаміки у згоді з сформульованими принципами та властивостями симетрії;
- 5) обговоренню зв'язків результатів дослідження електромагнітних явищ на основі рівнянь Максвелла з експериментальними результатами.

Викладення теоретичних питань у лекційному курсі доповнюється більш детальним аналізом окремих питань, а також формуванням навичків самостійної роботи на практичних заняттях.

Програма курсу включає 6 модулів, які містять 6 тематичних розділів:

1. *Основні принципи Електродинаміки. Рівняння Максвелла.*
2. *Властивості електромагнітного поля.*
3. *Випромінювання і розсіювання електромагнітних хвиль.*
4. *Основи спеціальної теорії відносності.*
5. *Рівняння електродинаміки суцільних середовищ, їх діелектричні і магнітні властивості.*
6. *Електропровідність. Розповсюдження електромагнітних хвиль у середовищах.*

Видами навчальних заходів є:

- лекції;
- практичні заняття;
- індивідуальна робота під керівництвом викладача (ІРКВ) та консультації;
- коллоквіуми;

– самостійна робота студентів (СРС);

Підсумковий контроль знань здійснюється після закінчення програми модулів на підсумкових контрольних заняттях та colloquiums.

Оцінка успішності за дисципліну є рейтинговою і виставляється по закінченню навчальних занять з урахуванням усіх оцінок за виконання практичних та контрольних робіт, а також результатів colloquiums.

Мета вивчення навчальної дисципліни

"Електродинаміка"

Кінцева мета навчальної дисципліни "Електродинаміка" впливає із цілей освітньо-професійної програми (ОПП) підготовки спеціалістів напряму "фізика" та визначається змістом тих системних знань та умінь, яких потребує освітньо-кваліфікаційна характеристика (ОКХ). Знання, які студенти отримують із навчальної дисципліни є базовими для блоку дисциплін, що забезпечують як природничо-наукову, так і професійно-практичну підготовку. Ці знання охоплюють основні поняття та закони Електродинаміки: рівняння Максвелла для електромагнітного поля у вакуумі та суцільному середовищі, методи дослідження властивостей електромагнітних полів, законів їх розповсюдження, випромінювання та розсіювання у вакуумі та середовищі, застосування Лагранжева та Гамільтонова формалізмів до опису полів, принципи спеціальної теорії відносності, які є основою сучасної теоретичної фізики. Студенти знайомляться з найважливішими методами точних та наближених обчислень, визначення меж застосування законів класичної Електродинаміки до опису експериментально спостережуваних явищ.

Кінцева мета вивчення дисципліни “Електродинаміка” спрямована на те, щоб *сформувати у студентів навички якісного і кількісного аналізу електромагнітних явищ природи, навчити їх користуватися математичними методами сучасної фізики. Вивчення дисципліни передбачає також отримання знань та вмінь, які необхідні спеціалісту-фізику у його майбутній професійній діяльності.*

Зміст та структура залікових модулів

3 курс, 5-й семестр, модулі 1–3
(лекції – 36 год., практичні заняття – 18 год.)

Модуль 1. Основні принципи Електродинаміки. Рівняння Максвела. Лекції (12 год.)

№ п/п	Тема	К-сть год.
1	Основні елементи векторного та тензорного числення.	4
2	Основні принципи і закони електродинаміки.	2
3	Інтегральні рівняння електромагнітного поля.	2
4	Рівняння Максвела електромагнітного поля. Їх властивості і відповідність принципам електродинаміки.	2
5	Граничні та початкові умови.	2

Практичні заняття (6 год.)

№ п/п	Тема	К-сть год.
1	Градiєнт скалярного поля, дiвергенція та ротор векторного поля.	2
2	Еквiпотенціальні поверхні та силові лінії.	2
3	Взаємодія зарядів та токів.	2

**Модуль 2. Інтегрування рівнянь руху механічних систем.
Лекції (12 год.)**

№ п/п	Тема	К-сть год.
1	Електромагнітні потенціали. Лоренцева калібровка.	2
2	Мультипольні розклади для електромагнітних потенціалів.	2
3	Запізнюючі потенціали. Потенціали Ліснара-Віхерта	2
4	Хвильові рівняння. Основні властивості плоских, сферичних та циліндричних електромагнітних хвиль.	2
5	Закони збереження електромагнітного поля: енергії, імпульсу та моменту імпульсу.	2
6	Максвелівський тензор натягу. Ідеї близькодії. Світловий тиск.	2

Практичні заняття (6 год.)

№ п/п	Тема	К-сть год.
1	Застосування теорем Гауса-Остроградського і циркуляційної теореми для знаходження напруженостей електричного і магнітного полів	1
2	Застосування рівнянь Лапласа і Пуассона для знаходження потенціалів і напруженостей електричного і магнітного полів	4
3	Використання мультипольних розкладів в електро- та магнітостатиці	1

7. Модуль 3. *Випромінювання і розсіювання електромагнітних хвиль.*

Лекції (12 год.)

№ п/п	Тема	К-сть год.
1	Випромінювання електромагнітних хвиль у дипольному наближенні. Інтенсивність випромінювання. Індикатриса випромінювання. Осцилятор Герца.	2
2	Випромінювання електромагнітних хвиль системою. Інтенсивності когерентного і некогерентного випромінювань.	2
3	Розсіювання електромагнітних хвиль. Диференціальний і повний перерізи розсіювання. Розсіювання електромагнітних хвиль вільним електроном.	2
4	Розсіювання електромагнітних хвиль зв'язаним електроном. Розсіювання електромагнітних хвиль атомами та молекулами. Колір неба.	2
5	Когерентний та некогерентний перерізи розсіювання електромагнітних хвиль системою зарядів. Розсіювання інфрачервоного та рентгенівського випромінювання.	2
6	Рух електрона в електричному та магнітному полях. Електромагнітна маса електрона.	2

Практичні заняття (6 год.)

№ п/п	Тема	К-сть год.
1	Розрахунок сил взаємодії за допомогою максвелівського тензора напружень	2
2	Інтенсивність і поляризація випромінювання прискорених зарядів	2
3	Розсіювання електромагнітних хвиль на зрядах	2

3 курс, 6-й семестр, модулі 4–6
(лекції – 36 год., практичні заняття – 36 год.)

8. Модуль 4. Основи спеціальної теорії відносності.

Лекції (14 год.)

№ п/п	Тема	К-сть год.
1	Основи спеціальної теорії відносності: а) труднощі класичних просторово-часових уявлень; б) експериментальні основи спеціальної теорії відносності; в) постулати Ейнштейна.	2
2	Кінематика спеціальної теорії відносності: а) інваріантність інтервалу, б) претворення Лоренца, в) претворення просторово-часових інтервалів, г) закони складання швидкостей та прискорень.	2
3	Чотиривимірне формулювання кінематики спеціальної теорії відносності: а) 4-х вимірні швидкість та прискорення, б) перетворення 4-х векторів та тензорів.	2
4	Динаміка матеріальної точки: а) принцип найменшої дії для матеріальної точки в СТВ, б) рівняння Лагранжа, в) енергія та імпульс матеріальної точки, в) рух матеріальної точки в електромагнітному полі.	2
5	Електродинаміка в СТВ: а) чотирьохпотенціали і чотирьохтензор електромагнітного поля, б) коваріантна форма рівнянь електродинаміки, б) закони перетворення полів.	2
6	Чотирьохвимірне формулювання законів збереження електромагнітного поля. Чотирьохтензор енергії-імпульсу електромагнітного поля. Закони перетворення густин енергії, імпульсу та компонент максвелівського тензору напружень.	2
7	Інваріанти електромагнітного поля. Лагранжева форма рівнянь електродинаміки.	2

Практичні заняття (14 год.)

№ п/п	Тема	К-сть год.
1	Розрахунок електромагнітного поля рухомого заряду за допомогою потенціала Лієнара-Віхерта	2
2	Перетворення Лоренца. Просторово-часові співвідношення. Закони перетворення швидкостей та прискорень. 4-х швидкості та 4-х прискорення.	2
3	4-х хвильовий вектор та закони його перетворення. Аберация. Ефект	2

	Допплера.	
4	4-х тензор електромагнітного поля. Закони перетворення φ та $\vec{A}$, $\vec{E}$ та $\vec{H}$.	2
5	Рух матеріальної точки в електро-магнітних полях. 4-х сила.	2
6	Закони зберігання в 4-х формі. Закони перетворення T_{ik} , w та $\vec{P}$.	
7	Лагранжев формалізм в електродинаміці.	

9. Модуль 5. Рівняння електродинаміки суцільних середовищ, їх діелектричні і магнітні властивості.

Лекції (12 год.)

№ п/п	Тема	К-сть год.
1	Вступ до електродинаміки неперервних середовищ. Мікро і макро поля. Усереднення по фізично нескінченно малому об'ємові. Гіпотеза Лоренца.	2
2	Зв'язок зв'язаних зарядів та токів з векторами поляризації та намагніченості. Рівняння Максвела електромагнітного поля в середовищі.	2
3	Загальні співвідношення між векторами напруженості та індукціями електричного та магнітного полів в середовищах. Граничні умови.	2
4	Теорія статичної діелектричної проникності діелектриків.	2
5	Теорія частотної дисперсії діелектричної проникності. Фізичний зміст дійсної та уявної складових діелектричної проникності.	2
6	Природа магнетизму. Теорема Бора. Квзікласична теорія діамagnetизму, парамагнетизму і ферромагнетизму.	2

Практичні заняття (12 год.)

№ п/п	Тема	К-сть год.
1	Спеціальні методи електростатики. Методи зображень та інверсії.	2
2	Електростатика діелектриків. Поля заряджених кулі, циліндра та площини в діелектриках.	2
3	Магнітостатика магнетиків. Поля постійних струмів кулі, циліндра та площини у магнетиках.	2
4	Місткістні та потенціальні коефіцієнти.	2
5	Коефіцієнти індуктивності.	2
6	Силовa функція струму. Взаємодія струмів.	2

**10. Модуль 6. Електропровідність. Розповсюдження
електромагнітних хвиль у середовищах**
Лекції (10 год.)

№ п/п	Тема	К-сть год.
1	Основи теорії провідності. Частотна залежність провідності. Ефективна діелектрична проникненість провідників та напівпровідників.	2
2	Розповсюдження електромагнітних хвиль в діелектриках. Закони відбиття та заломлення;	2
3	Розповсюдження електромагнітних хвиль в провідниках, зокрема в плазмі. Скін-ефект. Плазмові коливання.	2
4	Надпровідники. Теорія Лондонів.	2
5	Закони збереження електромагнітного поля в неперервному середовищі. Максвелівський тензор натягу в середовищі.	2

Практичні заняття (10 год.)

№ п/п	Тема	К-сть год.
1	Діелектрична проникненість газів з несферичних молекул.	2
2	Намагніченість парамагнетиків та феромагнетиків.	2
3	Поведінка магнетиків поблизу критичної точки.	2
4	Розповсюдження електромагнітних хвиль у плазмі. Плазмові коливання.	2
5	Скін-ефект.	2

ЛІТЕРАТУРА

Практичні заняття:

1. Е.Г.Векштейн, Сборник задач по электродинамике;
2. Сборник задач по теоретической физике, под ред. А.Федорченко,
3. В.В.Батыгин, И.Н.Топтыгин, Сборник задач по электродинамике.

Лекційний курс:

1. Левич В.Г. Курс теоретической физики М.: "Наука"
т. 1 Теория электромагнитного поля, теория относительности, статистическая физика, электромагнитные процессы в веществе. 1969. 910 стр.
2. Компанеец А.С. Курс теоретической физики. М.: "Просвещение"
т.1 Элементарные законы. 1972. 512 стр.
т.2 Статистические законы. 1975. 480 стр.
3. Тамм И.Е. Основы теории электричества. М.: "Наука" 1989. 504 стр.
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. М.: "Наука"
т.2 Теория поля. 7-е издание. 1988. 509 стр.
т.8 Электродинамика сплошных сред. 2-е издание. 1982. 623 стр.
5. Федорченко А.М. Теоретическая физика. Классическая электродинамика. Киев. "Вища школа" 1988. 279 стр.
6. Рязанов М.И. Электродинамика конденсированного вещества. М.: "Наука" 1984. 303 стр.

Додаткова література до лекційного курсу

Фізика

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики.
т.3 Электричество М.: "Наука" 1977. 687 стр.
2. Фейнман Р. Фейнмановские лекции по физике М.: Мир.
вып.5 Электричество и магнетизм. 2-е издание, 1977. 300 стр.
вып.6 Электродинамика. 2-е издание, 1977. 347 стр.
вып.7 Физика сплошных сред. 2-е издание, 1977. 228 стр.
3. Смайт В. Электростатика и электродинамика. М.: Изд-во иностранной литературы. 1954. 604 стр.
4. Стэттон Дж. А. Теория электромагнетизма. М.-Л.: Гостехиздат. 1948. 539 стр.
5. Пановский В.В., Филипс М. Классическая электродинамика. М.: Физматгиз. 1963. 432 стр.

Математика

1. Смирнов В.И. Курс высшей математики М.: "Наука"

- т.1 1973. 480 стр.
 - т.2 1974. 655 стр.
 - т.3 часть 1 1974. 323 стр.
 - т.3 часть 2 1974. 672 стр.
 - т.4 часть 1 1974. 336 стр.
 - т.4 часть 2 1981. 540 стр.
2. Морс Ф.М., Фешбах М. Методы теоретической физики М.: Изд-во иностранной литературы.
- т.1 1958. 930 стр.
 - т.2 1960. 886 стр.