

СПЕЦІАЛЬНІ КУРСИ

1. Комп'ютерні розрахункові методи

Мета спецкурсу - вивчення інтелектуальних систем комп'ютерної алгебри (програмних систем символної математики).

2. Сучасні комп'ютерні технології та комп'ютерні методи дослідження

Зміст спецкурсу: візуальне програмування; бази даних; елементи роботи в Internet; системи комп'ютерних обчислень Mathematica, Maple; символні, чисельні та графічні методи; моделювання фізичних явищ; методи комп'ютерної анімації; комп'ютерні експерименти.

3. Сучасна геометрія і тензорний аналіз

Геометрія просторів Евкліда, Мінковського, Рімана, їх групи перетворень. Тензорний аналіз у цих просторах. Теорія многовидів і шарувань.

4. Механіка суцільних середовищ

Рівняння руху газів, рідин, твердих тіл, рідких кристалів. Дифузія, теплопровідність, звукові хвилі в цих середовищах.

5. Теорія гравітації

Рух частинки у гравітаційному полі, рівняння Ейнштейна для гравітаційного поля, поля тіл, три ефекти загальної теорії відносності, гравітаційні хвилі, моделі та еволюція Всесвіту, релятивістська космологія.

6. Нелінійна фізика

Нелінійні коливання механічних систем. Якісні, наближені та точні методи дослідження нелінійних систем. Нелінійні хвилі в пружних і магнітовпорядкованих середовищах. Солітони. Вихори.

7. Теорія кристалів

Геометрія кристалічних ґраток, динаміка атомів у них, термодинаміка кристалів, їх теплопровідність, дефекти ґраток, розсіювання світла і нейтронів кристалами.

8. Теорія металів

Електрон у періодичному полі, зонна теорія, динаміка електронів провідності в електричному і магнітному полях, розсіювання електронів, статистична механіка електронів провідності, кінетика електронів і фононів, високочастотні властивості металів, поглинання звуку в них.

9. Теорія магнетизму

Основи сучасної квантової теорії магнетизму як одного з прикладів теорії сильно корельованих електронних систем. Основні моделі сильного магнетизму: спінова

модель Гейзенберга, модель Хаббарда, s-d- модель. Точні та наближені методи побудови енергетичного спектра та термодинаміки ізотропної та анізотропної моделі Гейзенберга для різної розмірності спінової змінної та магнітної ґратки.

10. Квантова статистика і кінетика

Викладаються методи сучасної теорії конденсованого стану речовини: вторинне квантування, статистичний оператор, температурні функції Гріна, функціональні методи, метод Келдиша.

11. Теорія систем багатьох частинок

Функціональні методи в теорії класичних систем. Квантові функції Гріна. Теорія фермі-рідини. Електрон-електронна, електрон-фононна, електрон-домішкова взаємодія у металах і континуальні інтеграли. Електронний газ у магнітному полі. Взаємодіючі бозони і надплинність.

12. Мезоскопічна фізика

Квантова теорія ансамблю неупорядкованих малих систем, які знаходяться в однаковому макростані, але відрізняються реалізацією неупорядкованості. Нанофізика.

13. Теорія надпровідності

Макроскопічна і мікроскопічна теорії надпровідності металів, теорія Гінзбурга-Ландау, два роди надпровідників, кінетика надпровідників, надпровідник у високочастотному полі, ефект Джозефсона, методи Горькова і Еліашберга в теорії надпровідності, високотемпературна надпровідність.

14. Квантова теорія поля

Теорія квантових полів, головним чином електромагнітного. Загальні властивості релятивістських хвильових рівнянь, рівняння Дірака для електрона і рівняння Максвелла для електромагнітного поля. Канонічне квантування полів. Взаємодія електронів та фотонів. Правила Файнмана для обчислення ймовірностей фізичних процесів.

15. Теорія калібровочних полів

Принцип калібровочної інваріантності. Поля Янга-Мілса. Спонтанне порушення симетрії, механізм Хіггса, модель Вайнберга-Салама як приклад ренормалізуємої теорії електрослабких взаємодій лептонів, узагальнення цієї моделі на фізику адронів.

КУРС ТЕОРЕТИЧНОЇ ФІЗИКИ

Класична механіка

Мета курсу полягає в тому, щоб ознайомити студентів з механічною картиною Всесвіту, викласти на основі варіаційних принципів теорію руху механічних систем.

Студенти знайомляться із етапами розвитку механічних уявлень про будову Всесвіту, вивчають варіаційні принципи механіки та методи інтегрування рівнянь руху механічних систем.

Програма курсу "Класична механіка"

1. Рівняння руху в формі Ньютона
2. Рівняння руху в формі Лагранжа
3. Інтегрування рівнянь руху
4. Зіткнення та розсіювання частинок
5. Малі коливання
6. Нелінійні коливання
7. Канонічні рівняння механіки
8. Рух твердого тіла
9. Рух в неінерціальних системах відліку

Електродинаміка

Мета курсу - сформувати польові уявлення студентів про властивості матерії, викласти з єдиної точки зору теорію електромагнітного поля у вакуумі і в конденсованих середовищах.

Студенти вивчають методи теорії поля та електродинаміки суцільних середовищ, розв'язують рівняння Максвелла, розраховують електромагнітні характеристики конденсованих середовищ.

Програма курсу " Електродинаміка "

1. Спеціальна теорія відносності та релятивістська механіка
2. Заряд в електромагнітному полі
3. Рівняння електромагнітного поля
4. Постійне електромагнітне поле в вакуумі
5. Електромагнітні хвилі
6. Поля рухомих зарядів
7. Випромінювання електромагнітних хвиль
8. Рівняння електромагнітного поля в суцільному середовищі
9. Постійне електричне поле в середовищі
10. Постійне магнітне поле в середовищі
11. Квазістаціонарне електромагнітне поле
12. Поширення електромагнітних хвиль у суцільному середовищі

Квантова механіка

Мета курсу - сформувати квантові уявлення студентів про властивості мікрочастинок, викласти основні положення квантової механіки та принципи її застосування до опису мікросистем.

Студенти вивчають методи нерелятивістської квантової теорії, розв'язують рівняння Шредінгера, набувають навиків використовувати принципи квантової механіки.

Програма курсу " Квантова механіка "

1. Основи квантової механіки
2. Рівняння Шредінгера
3. Математичний апарат квантової механіки
4. Рух у центрально-симетричному полі
5. Квазікласичне наближення
6. Матрична форма квантової механіки
7. Теорія збурень
8. Спін та тотожність частинок
9. Електронна структура атомів
10. Рух в однорідному магнітному полі
11. Теорія пружнього розсіювання
12. Метод вторинного квантування
13. Взаємодія світла з речовиною
14. Релятивістська квантова механіка

Термодинаміка і статистична фізика

Мета курсу полягає в тому, щоб сформувати статистичний підхід студентів до вивчення властивостей макроскопічних систем, викласти курс як єдину теорію, яка органічно поєднує статистичну фізику і термодинаміку, класичну і квантову статистику.

Студенти оволодівають методами статистичної фізики і термодинаміки для розрахунків характеристик макроскопічних систем.

Програма курсу " Термодинаміка і статистична фізика "

1. Основні принципи статистики
2. Термодинамічні величини
3. Розподіл Гіббса
4. Ідеальні макроскопічні системи
5. Ідеальні фермі- і бозе-гази
6. Неідеальний газ
7. Флуктуації
8. Фазові перетворення
9. Розчини
10. Поверхні

Фізична кінетика

Мета курсу - сформувати уявлення студентів про нерівноважні стани макроскопічних систем і процеси в таких системах.

Студенти вивчають принципи і методи фізичної кінетики, розраховують кінетичні характеристики нерівноважних систем.

Програма курсу " Фізична кінетика "

1. Нерівноважна термодинаміка
2. Кінетичне рівняння Больцмана
3. Кінетичні коефіцієнти металів і напівпровідників
4. Матриця густини

5. Гальваномагнітні і термомагнітні явища у металах
6. Метод Боголюбова
7. Метод функцій Гріна в квантовій кінетиці
8. Теорія лінійної реакції
9. Формула Кубо
10. Високочастотні властивості металів і магнетиків
11. Кінетика фазових перетворень
12. Теорія сильно нерівноважних систем