

北海道大学シラバス

科目名

応用量子力学

講義題目

責任教員（所属）

古賀 貴亮（大学院情報科学研究所）

担当教員（所属）

古賀 貴亮（大学院情報科学研究所）

科目種別	工学部専門科目			他学部履修等の可否	可
開講年度	2021	期間	2学期（秋ターム）	時間割番号	015627
授業形態	講義	単位数	2	対象年次	3～
対象学科・クラス	情報エレクトロニクス学科 電気電子工学コース [新]			補足事項	2021年度はオンライン開講の予定
ナンバリングコード	ENG_ITEL 3340				
大分類コード	大分類名称				
ENG_ITEL	工学部（情報エレクトロニクス学科）				
レベルコード	レベル				
3	学部専門科目（発展的な内容の科目）、全学教育科目（高年次対象科目）				
中分類コード	中分類名称				
3	物理学				
小分類コード	小分類名称				
4	量子力学				

言語

日本語で行う授業

実務経験のある教員等による授業科目

該当しない

キーワード

前期量子論、波動関数の対称性、波動関数の時間発展、軌道角運動量、スピン角運動量、全角運動量、量子電子デバイス

■ ■ 授業の目標

量子力学で学んだ基本的な概念を発展させ、様々な物理系への適用方法を学ぶ。また、それらを通して、さらに高度な固体、電子デバイスの量子論（強相関多電子系、メゾスコピック物理等）を理解するための基礎をつくる。

■ ■ 到達目標

教科書（小出昭一郎著 量子論）を読み、内容を理解する。

■ ■ 授業計画

1. 量子力学の誕生
 - 1.1 プランクの量子仮説
 - 1.2 アインシュタインの光量子説
 - 1.3 前期量子論
 - 1.4 物質波
2. シュレーディンガーの波動方程式
 - 2.1 量子論の考え方
 - 2.2 ハイゼンベルクの不確定性原理
 - 2.3 波動関数の意味
 - 2.4 シュレーディンガー方程式
 - 2.5 古典力学との対応
 - 2.6 弦の振動
 - 2.7 シュレーディンガーの定常波
3. 定常状態の波動関数
 - 3.1 箱の中の自由粒子 (I)
 - 3.2 箱の中の自由粒子 (II)
 - 3.3 縮退と直交性
 - 3.4 調和振動子
 - 3.5 水素原子
4. 固有値と期待値
 - 4.1 物理量の固有値
 - 4.2 物理量の期待値
 - 4.3 運動量の固有関数と不確定性原理
 - 4.4 位相速度と群速度
 - 4.5 崩れる波束と崩れない波束
5. 原子・分子と固体
 - 5.1 正常ゼーマン効果
 - 5.2 スピンの存在
 - 5.3 多粒子系のシュレーディンガー方程式
 - 5.4 ハートレー近似
 - 5.5 原子構造と元素の周期律
 - 5.6 フェルミ粒子とボース粒子
 - 5.7 水素分子
 - 5.8 固体と自由電子模型
6. 電子と光
 - 6.1 光の吸収・放出
 - 6.2 磁気共鳴吸収
 - 6.3 原子の振動とフォノン
 - 6.4 電子と電磁場
 - 6.5 電子と陽電子

- 6.6 量子電磁力学
- 6.7 素粒子と基本粒子

付録1. トンネル効果

付録2. 電磁場内を動く荷電粒子のハミルトニアン

■ ■ 準備学習(予習・復習)等の内容と分量

講義の前後に教科書の予習／復習を十分行う。授業で指摘した箇所を期末レポートとして提出する。

■ ■ 成績評価の基準と方法

期末レポート、宿題の合計点が90点以上を秀、80点以上を優、70点以上を良、60点以上を可とする。

■ ■ 有する実務経験と授業への活用

■ ■ 他学部履修の条件

■ ■ テキスト・教科書

[量子論 / 小出昭一郎, ISBN:9784785321314](#)

[量子論 / 小出昭一郎, ISBN:4785321318](#)

■ ■ 講義指定図書

[量子論 / 小出昭一郎, ISBN:9784785321314](#)

[量子論 / 小出昭一郎, ISBN:4785321318](#)

■ ■ 参照ホームページ

■ ■ 研究室のホームページ

■ ■ 備考

オンラインで実施の予定である。

2019,2020年度版のCeed eLearningもご確認ください。

■ ■ 更新日時

2021/01/15 10:31:45

Hokkaido University Syllabus					
Course Title					
Applied Quantum Mechanics					
Subtitle					
Instructor (Institution)					
KOGA Takaaki (Faculty of Information Science and Technology)					
Other Instructors (Institution)					
KOGA Takaaki (Faculty of Information Science and Technology)					
Course Type				Open To Other Faculties / Schools	OK
Year	2021	Semester	2nd Semester (Fall Term)	Course Number	015627
Type of Class	Lecture	Number of Credits	2	Year of Eligible Students	3~
Eligible Department / Class				Other Information	
Numbering Code	ENG_ITEL 3340				
Major Category Code	Major Category Title				
ENG_ITEL	Engineering_Information Technology and Electronics				
Level Code	Level				
3	General Education Courses offered in upper years; Specialized Subjects (advanced)				
Middle Category Code	Middle Category Title				
3					
Small Category Code	Small Category Title				
4					
Language Type					
Classes are in Japanese.					
Course list by the instructor with practical experiences					
N/A					

Key Words

Early term quantum theory, symmetry of wave function, time evolution of wave function, orbital angular momentum, spin angular momentum, total angular momentum, quantum electronic device

Course Objectives

To develop basic concepts learned from quantum mechanics, and learn how to apply it to various physical systems. Through them, a foundation for understanding advanced quantum theory of solids and electronic devices (strongly correlated multi electron system,

mesoscopic physics etc.) will also be built.

■ ■ Course Goals

1. To understand the statistical mechanical properties of Fermi particle (electron) and Bose particle (photon, phonon) so that the distribution function that each particle follows can be derived.
2. To learn the quantization condition (Bohr, Wilson-Sommerfeld) in the quantum theory of the previous term so that the quantization energy of the one-dimensional quantum system can be obtained. To describe arbitrary movement of particles in one dimensional system on phase space.
3. To learn the time-dependent Schrodinger equation and explain how the arbitrary one-dimensional wave function evolves over time. As a concrete example, we discuss time development of superposition state of eigenfunctions in infinite potential box type quantum well.
4. To learn the correct evaluation method of Heisenberg's indeterminate product $\Delta x \cdot \Delta p$ so that we can consider the time evolution when the wave function is Gaussian function.
5. TO learn the properties of the orbital angular momentum operator and the spin angular momentum operator, taking hydrogen atoms as examples. We learn that eigenfunctions of hydrogen atom Hamiltonian including spin orbital interaction can be obtained by applying full angle momentum operator $j \pm$ to the eigenstate of hydrogen atom Hamiltonian which does not include spin orbital interaction, Eigen functions can be derived.

■ ■ Course Schedule

1. Fermi particles and Bose particles (3 times)
2. Bohr model and previous term quantum theory (3 times)
3. Superposition state of wave function and its time evolution (3 times)
4. Uncertainty principle and Gaussian function (twices)
5. Angular momentum and spin (4 times)

■ ■ Homework

Before and after the lecture, you need to fully prepare / review the textbooks / handouts and submit each report without fail.

■ ■ Grading System

Every time the report is evaluated, the total score is calculated by the final exam and the report. 90 points or more is A+, 80 points or more is A, 70 points or more are B, 60 points or more is C.

■ ■ Practical experience and utilization for classes

■ ■ Condition of tasking the subject

■ ■ Textbooks

[量子論 / 小出昭一郎, ISBN:9784785321314](#)

[量子論 / 小出昭一郎, ISBN:4785321318](#)

■ ■ Reading List

[量子論 / 小出昭一郎, ISBN:9784785321314](#)

[量子論 / 小出昭一郎, ISBN:4785321318](#)

■ ■ Websites

■ ■ Website of Laboratory

■ ■ Additional Information

Subjects in this lecture are based on the following MIT open courseware

<https://ocw.mit.edu/courses/physics/8-04-quantum-physics-i-spring-2013/>

■ ■ Update

2021/01/15 10:31:45