

授 業 科 目		開講年次等	必修・選択の別	担当責任者
科 目 名 (コース名)	原子物理学	1年後期	必修	小澤 亮
細目又はテーマ (ユニット名)	現代物理学入門			

### 概要／方針等

本科目では、20世紀になって誕生した物理学である相対性理論と量子力学を学ぶ。なぜ相対性理論や量子力学が必要になったのかを学習し、その後、古典物理学を考察の出発点として、相対性理論では特殊相対性理論について、量子力学では光の粒子性と物質の波動性、Schrödinger (シュレーディンガー) 方程式、トンネル効果、原子構造などについて学習する。

### 学 習 目 標

一般目標 現代物理学の基礎となっている相対性理論と量子力学の入門を修得するために、相対性理論によってもたらされた空間と時間についての新しい概念と、量子力学により理解できる電子や原子のミクロな運動について学習する。

- 行動目標
- ① 慣性系と Galilei 変換について説明できる。
  - ② 特殊相対性原理を説明できる。
  - ③ 光速不変の原理を説明できる。
  - ④ Lorentz 収縮を説明できる。
  - ⑤ Fourier 変換を説明できる。
  - ⑥ X線 CT の仕組みを説明できる。
  - ⑦ Planck の公式を説明できる。
  - ⑧ 光電効果を説明できる。
  - ⑨ Compton 効果を説明できる。
  - ⑩ 物質波について例をあげて説明できる。
  - ⑪ 単純な条件下での Schrödinger 方程式を例示し、説明できる。
  - ⑫ エネルギー固有値、固有状態について説明できる。
  - ⑬ トンネル効果を説明できる。
  - ⑭ 電子の軌道を説明できる。
  - ⑮ 電子のスピンと Pauli の排他律を説明できる。
  - ⑯ 原子核の構造を概説できる。
  - ⑰ 電子の配置から周期律を説明できる。

### 参 考 書

- 「物理入門コース9 相対性理論」中野董夫著、岩波書店 1984  
「わかりやすい量子力学入門－原子の世界の謎を解く」高田健次郎著、丸善 2003  
「物理学 (三訂版)」小出昭一郎著、裳華房 1997

### 評 価 方 法

授業の評価は、出席、レポート、筆記試験により総合的に判定される。

### そ の 他 (メッセージ等)

特殊相対性理論では、特殊相対性原理と光速不変の原理をもとにして、様々な結論を導くことができることを知ってもらいたい。

また、量子力学では、放物運動や電磁波のようなマクロな世界の物理現象に関する基本法則をそのままあてはめることのできない、電子や原子のミクロな運動を扱う。そのときは、我々の生活に基づく直感が通用しない場面が多々

ある。量子力学を理解するために、新しい物理的直感を身につける努力をし、未知なるマイクロな世界を覗いてもらいたい。

### 授業計画

回数	月	日	曜日	時限	項目	内容(キーワード等)	担当者
1	10	4	火	Ⅲ	光とエーテル	Michelson-Morleyの実験、Galilei変換	小澤 亮
2	10	11	火	Ⅲ	特殊相対性理論	特殊相対性原理、光速不変の原理、時間と長さの相対性	小澤 亮
3	10	25	火	Ⅲ	Lorentz変換	Lorentz変換、Lorentz収縮、時計の遅れ	小澤 亮
4	11	1	火	Ⅲ	相対論的力学	速度の合成、質量とエネルギー	小澤 亮
5	11	8	火	Ⅲ	波動	波動、波動方程式、平面波と球面波、Fourier級数	小澤 亮
6	11	15	火	Ⅲ	X線CT	Fourier変換、たたみこみ、X線、断層撮影、CT値、画像再構成処理	小澤 亮
7	11	22	火	Ⅲ	原子の構造	マイクロとマクロ、原子の大きさ、放射線の種類、Rutherfordの原子模型	小澤 亮
8	11	29	火	Ⅲ	古典論の困難	黒体輻射、Planckの公式、光電効果、Compton効果、物質の波動性	小澤 亮
9	12	6	火	Ⅲ	電子と波	原子のスペクトル、Rydbergの公式、Bohrの原子構造論、水素原子、電子の波動性、物質波、Einstein-de Broglieの関係、Youngの実験	小澤 亮
10	12	13	火	Ⅲ	波動力学	波動、Schrödingerの波動方程式、自由粒子のSchrödinger方程式、自由粒子の波動関数、力が作用している場合のSchrödinger方程式	小澤 亮
11	12	20	火	Ⅲ	波動関数	不確定性原理、波動関数の意味、時間に依存しないSchrödinger方程式、定常状態、エネルギー固有値、固有状態	小澤 亮
12	1	10	火	Ⅲ	トンネル効果	調和振動子、トンネル効果、 $\alpha$ 崩壊、トンネル顕微鏡	小澤 亮
13	1	17	火	Ⅲ	粒子性と波動性	運動量の演算子、Ehrenfestの定理、不確定性関係	小澤 亮
14	1	24	火	Ⅲ	水素原子	井戸型ポテンシャル、水素原子の固有状態、量子数、水素原子のエネルギー固有値、Bohr半径	小澤 亮
15	1	31	火	Ⅲ	元素の周期律	周期律、原子の殻構造、Pauliの排他律、スピン	小澤 亮

### 担当教員一覧

教員氏名	職	所 属	備 考
小澤 亮	講 師	自然科学講座(物理学)	