

集中講義・開講案内

科目名： 大学院：物理化学特別講義I (1単位) 理工学研究科/理学研究科
授業番号： 理工学研究科 博士前期課程 R321, 博士後期課程 R322
理学研究科 博士前期課程 R0321, 博士後期課程 R0322

題目： 分子分光物理学入門
講師： 久間 晋 (理化学研究所 東原子分子物理研究室 専任研究員)
日時 2019年12月4日(水) 3限・4限
2019年12月11日(水) 3限・4限・5限
2019年12月18日(水) 3限・4限・5限

教室： 8号館301教室

講義概要：

分子は電子状態に加えて、原子にはない振動・回転という内部自由度を持つゆえに、より一層多彩な振る舞いを示す。これらのエネルギー構造を直接観測し分子構造を決定する上で、分子分光学は基礎的かつ強力な手法である。星間分子科学や反応動力学など分子分光学を手段とした分野では、分子分光の側面から分子を理解することが必要である。本講義では、分子物理学の基礎となる Born-Oppenheimer (BO) 近似を含む分子分光学の初歩を概観した後、最も単純な分子である水素分子イオン H_2^+ を例にとり、まず電子状態がどのように記述されるかをみる。同様の取り扱いが可能な水素分子 H_2 を含む二原子分子の電子状態の一般論を学んだ後、多原子分子へと展開する。次に、原子核の相互運動である分子の振動・回転運動を量子力学的に記述し、基準振動及び回転構造を理解する。分子の内部自由度間の相互作用についても取り扱う。

分子はそれぞれの自由度に応じてマイクロ波から紫外領域に及ぶ幅広い電磁波を吸収・放出する。これら分子スペクトルを、光と分子の相互作用が導く選択則から理解する。またレーザー技術の進展と合わせて発展してきた光と分子のコヒーレントな相互作用に基づく非線形分光学を取り上げる。一方、分子スペクトルは様々なダイナミクスの情報も含んでいるが、これらを摂動として扱う幾つかの例を示す。最後に、極低温分子の生成など最近の分子物理学の展開を紹介する。

講義計画・内容：

| | |
|-----------------|--------------------|
| 第1回 分子分光学入門 | 第2回 分子の電子状態 |
| 第3回 分子の振動状態 | 第4回 分子の回転状態 |
| 第5回 光と分子の相互作用 | 第6回 分子スペクトルとダイナミクス |
| 第7回 分子物理学の最近の話題 | |

成績評価方法： 出席状況 (60%) とレポート (40%) によって評価する。

特記事項： 量子力学 (量子化学) の基礎的な知識を必要とする。原子物理学を履修していることが望ましい。

履修申請方法： 開講2週間前の11月20日(水)までに理学部教務係で履修申請を済ませること。

8コマ目は受講生だけでなく、未履修学生と教員も対象としたセミナーです。

演題： 分子分光法による超流動ヘリウムへの微視的アプローチ

日時： 2019年12月18日(水) 5限 (16:20 - 17:50)

講演概要： 超流動という、超伝導と並ぶ代表的な巨視的量子現象への新たな微視的アプローチとして、超流動ヘリウム液滴に埋め込んだ分子の分光研究について紹介する。超流動ヘリウム液滴は、温度0.4 Kの液体 4He クラスターである。液滴内部には衝突により容易に分子を取り込むことができることから、様々な内包分子の分光測定が行われてきた。これまでにタンパク質分子からナノサイズ粒子までがヘリウム液滴内に捕捉されている。このヘリウム液滴の超流動性は、分子を微視的回転子プローブとした回転分光測定により直接モニターすることができる。また液滴サイズが可変であることを利用した超流動発現に迫る研究も行われている。本講演ではヘリウム液滴分光法の概略を紹介したのち、回転スペクトルの観測から超流動応答を読み取る最近の研究や、コヒーレントX線回折など新たな微視的超流動へのアプローチを紹介する。水素液滴を用いた同様の研究についても述べる。

問合せ先： 原子物理実験研究室 田沼 肇 (ext. 3355) e-mail: tanuma@phys.se.tmu.ac.jp