

原子と光の基礎から量子情報処理実験まで

上妻幹旺

東京工業大学 大学院 理工学研究科

概 要

光、原子を用いた実験に興味を持ちながらも、それらの研究分野になかなか飛び込めない若手研究者が多数いる。分野特有の記号、符牒言語といったものが分野の境界を越える上での壁となっているようである。例えば、「うちは $2S_{1/2} \rightarrow 2P_{3/2}$ ですが、そちらは $1S_0 \rightarrow 3P_1$ なので、デコヒーレンス時間が長くていいですね」といった会話がよく行われる。実はごく簡単なことを表現しているのだが、記号の定義を知らなければ全くもって意味不明である。

本講義では、まず水素、アルカリ原子、ヘリウムに代表される2電子系原子といった代表的な原子について、そのスペクトルの起源、様々な記号等をわかりやすく説明する。原子そのものについての理解が得られた後、原子の電場、磁場、電磁波に対する応答について述べる。光トラップ、磁場トラップといった原子を操作するための基本ツールへの理解が得られるであろう。ところで電磁波、つまり光は、量子化をすることができる。となれば、顕著な量子性をもつ光を利用することではじめて可能になる原子制御といったものもあるはずである。そこで光の量子化、量子的な光とは何か、についての説明を行う。

これら原子・光の基礎についての説明が終了したのち、これらを用いた最先端の物理研究について解説を行う。原子アンサンブルを用いた量子メモリ、原子-光間におけるエンタングルメント生成、単一原子 Cavity QED、量子情報処理を利用した凝縮体物性の探索といった実験研究を紹介する。ここに来て、これらの研究を理解する上で必要な知識がすでに自分のものとなっていることに気がつくであろう。

講義形式

講義はパワーポイントを用いて行う。本テキスト中の空欄部分を埋めながら講義をすすめていく。最先端の物理研究に関する紹介・解説は、当日別途配布する資料を用いて行う。

(編集部注)

本講義のパワーポイントは、本誌のホームページで公開。

http://www2.yukawa.kyoto-u.ac.jp/~busseied/lecture_note/index.html

ID: bussei Password: ss-2009