

## Úloha 2: Fotoionizace atomu.

*Termín odevzdání: 28. března*

Valenční elektron v alkalickém atomu je v základním stavu s orbitálním momentem popsaným kvantovým číslem  $l = 0$ . Spin elektronu je  $1/2$ , takže elektron má také celkový (orbitální plus spinový) moment hybnosti  $1/2$ . Atom je ionizován pulzem kruhově polarizovaného světla, přičemž výběrová pravidla diktují, že orbitální moment hybnosti odcházejícího elektronu musí být  $l = 1$  a projekce celkového momentu hybnosti elektronu  $M$  na osu danou směrem šíření světla po ionizaci musí být o jednu větší než projekce celkového momentu hybnosti před ionizací. Úhlové stupně volnosti ionizovaného elektronu jsou tedy dány pravidly pro skládání momentu hybnosti  $l = 1$  a  $s = 1/2$ , takže elektron je v některém ze stavů celkového momentu hybnosti  $|JM\rangle$ , kde hodnota  $J$  může být libovolná povolená pravidly pro skládání momentu hybnosti  $1 + 1/2$  a hodnota  $M$  musí být  $+1/2$  nebo  $+3/2$ .

- Najděte všechny stavy  $|JM\rangle$  vyhovující těmto podmínkám a vyjádřete je pomocí separované báze  $Y_{lm}|s\rangle$ , kde  $Y_{lm}$  pro  $l = 1$  jsou sférické harmoniky a  $|s\rangle = |+\rangle, |-\rangle$  je báze ve spinovém prostoru (3 body).
- Předpokládejte, že elektron může být uvolněn v libovolném z těchto stavů se stejnou pravděpodobností a najděte redukovanou matici hustoty pro takový smíšený stav spinu elektronu (částičnou stopou přes orbitální moment hybnosti) (3 body).
- Najděte polarizační vektor odpovídající této matici hustoty (viz cvičení 12 z minulého semestru) (2 body).
- Najděte pravděpodobnosti naměření různých hodnot projekce spinu elektronu do směru osy šíření světla (2 body).

*Poznámka:* Pravděpodobnosti nalezení jednotlivých kaplovaných stavů se ve skutečnosti pro konkrétní atomy a frekvence a polarizace světla dají spočítat [1], ale k tomu bychom potřebovali detailnější vlnové funkce včetně radiálních částí, což je nad rámec tohoto cvičení, takže jsem pro jednoduchost poněkud uměle předpokládal rovnoměrné zastoupení všech stavů.

[1] J. Kessler, *Polarized electrons*. Springer Series on Atomic, Optical, and Plasma Physics 1986.