

18a-F7-10

コヒーレンスを利用した高効率真空紫外パルス発生 における超微細構造の影響について

Efficient generation of VUV pulses utilizing atomic coherence
and the influence of hyperfine structure

京大エネ研 Li Deng, 中嶋 隆[○]

Kyoto Univ. Li Deng, T. Nakajima[○]

E-mail: nakajima@iae.kyoto-u.ac.jp

J-PARC にある物質・生命科学実験施設は、3GeV パルス陽子ビームにより世界最高強度のミュオンおよび中性子ビームを発生させ、これらを用いた物質・生命科学研究の推進を目指している。数 MeV のエネルギーで発生するミュオンは 100% 偏極しているが、種々の実験には超低速($\sim$ eV)のミュオンであることが望ましい。しかし、減速に用いられるタングステン薄膜通過によって電子捕獲が起こり、偏極度 50% の中性のミュオニウム原子(μ^+e^-)となる。このため、再偏極[1,2]とイオン化 ($\mu^+e^- + n\hbar\omega \rightarrow \mu^+ + e^-$) によるミュオンの取り出しが高強度・高偏極ミュオンビーム生成の鍵となる。ミュオニウムの原子構造は水素とほぼ同じであり、従って高強度のライマン α パルスが再偏極およびイオン化のどちらにも必要である。J-PARC で必要としているライマン α パルスのスペックは、パルスエネルギー 100 μ J, バンド幅 400 GHz であり、Kr ガスを非線形媒質とした差周波発生による大規模な光源開発が既に進んでいる。

我々は近年、コヒーレンスを応用した高効率ライマン α の発生スキームを考案した[3]。一見何の変哲もない差周波発生スキームに見えるが、ポイントは、ナノ秒の 212nm のポンプパルスとスタルクシフトを誘起する非共鳴ナノ秒パルスの同時照射によって高いコヒーレンスを Kr 原子に生成した後、843nm のピコ秒 probe パルスを照射してピコ秒のライマン α パルス (バンド幅 440 GHz) を発生させる所にある。このスキームではナノ秒とピコ秒のレーザーを同期させることが必要であるが、必要とされる同期精度はナノ秒程度であり、技術的な問題は無い。

当初のライマン α 発生効率評価[3]では Kr の超微細構造を無視していたが、超微細構造の有無により生成可能なコヒーレンスに違いが出る可能性がある。そこで、超微細構造を含めた系でどの程度コヒーレンスが生成されるかを調べた[4]。理論的評価の結果、到達可能なコヒーレンスは 20-30% ほど低下するが、それでもなお高いコヒーレンスの生成が可能であることがわかった。

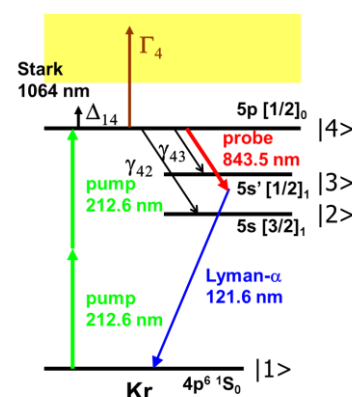


図. Kr ガスを用いたライマン α パルス発生スキーム

[1] Nakajima, Optics Express **18**, 27468-27480 (2010).

[2] Deng, Iwasaki, and Nakajima, Phys. Rev. A **88**, 013409 (2013).

[3] Deng and Nakajima, Optics Express **20**, 17566 (2012).

[4] Deng and Nakajima, Phys. Rev. A (in press).