

두 양자적 궤적에 의한 고차조화파 발생

High-harmonic generation from two quantum paths

이동근, 신현준, 차용호, 홍경한, 남창희
 한국과학기술원 물리학과
 dglee@lpl.kaist.ac.kr

최근에 고출력 레이저의 개발과 더불어 극자외선 영역의 간접 광원으로써 고차조화파가 활발하게 연구되고 있다. 짧은 파장으로서는 물투과영역의 파장보다도 짧은 파장($< 2.5 \text{ nm}$)의 고차조화파를 얻었으며⁽¹⁾ 변환효율은 최고 10^{-6} 까지 향상⁽²⁾ 되었다. 그러나 아직도 실용적인 극자외선 영역의 광원으로 활용되기 위해서는 효율의 증가와 더불어 고차조화파의 특성연구가 진행되어야 한다. 펨토초 레이저 펄스를 이용한 고차조화파 생성은 포화 레이저세기를 증가시킴으로써 고차조화파 생성효율 향상과 고차조화파 파장영역을 짧은 파장영역으로 확장 시킬수 있다⁽³⁾. 이를 이용한 고차조화파의 극자외선 광원으로서의 개발에는 시간적으로 세기가 급격히 변하는 전기장내에서의 고차조화파 발생에 대한 연구가 필요하다. 본 연구에서는 레이저의 강한 전기장에서 이론적 모델⁽⁴⁾(SFA)을 통해 고차조화파의 이론적 연구와 펨토초 테라와트 타이타늄 사파이어 레이저를 이용한 고차조화파 생성 실험 결과를 소개한다.

그림. 1에 SFA에 의한 이론적 조화파 스펙트럼이 도시되어있다. 계산에 사용된 레이저의 최대세기는 $3 \times 10^{14} \text{ W/cm}^2$ 이고 810 nm 의 중심파장값을 갖는 30 fs (gaussian)레이저 펄스를 사용하였다. 그림에서 고차조화파의 전형적인 특징인 처음 몇 차까지의 급격한 세기 감소(sharp decrease region)와, 이후 일정한 세기 영역(plateau region), 그리고 급격하게 세기가 감소하는 영역(cutoff region)의 세부분으로 나누어 짐을 알 수 있다.

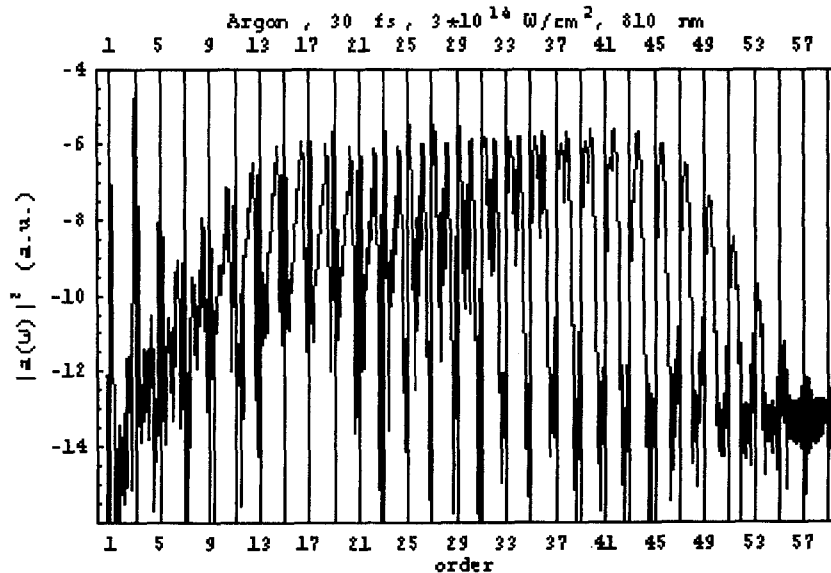


그림. 1. SFA로 계산된 30 fs 펄스 폭과 $3 \times 10^{14} \text{ W/cm}^2$ 의 최대세기를 가지는 레이저에 의해 생성된 아르곤원자에서의 고차조화파 스펙트럼

세기가 일정한 plateau 영역에서의 스펙트럼은 cutoff영역과 달리 두 개의 분광선으로 구성되어 있다. 이러한 이중 분광선의 생성원인을 두 양자적 궤적에 의한 고차조화파 생성으로 이해할 수 있다. 그리고 매질내에서 진행하는 고차조화파의 위상정합조건을 조절함으로써 하나의 분광선만 선택적으로 얻을 수 있음을 실험적 관측하였다.

참고문헌

1. Zenghu Cahng et al., Phys. Rev. Lett. **79**, 2967 (1997).
2. Yusuke Tamaki et al., Phys. Rev. Lett. **82**, 1422 (1999).
3. M. Schnurer et al., Phys. Rev. Lett. **80**, 3236 (1998).
4. M. Lewenstein et al., Phys. Rev. A **49**, 2117 (1994).

