

세슘원자셀에서 에너지풀링충돌 현상

Energy-Pooling Collision in Cesium Vapor Cell

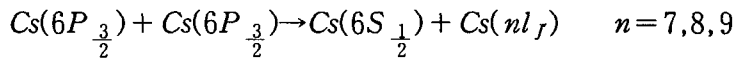
김재필, 강훈수, 송석호, 김필수, 오차환

한양대학교

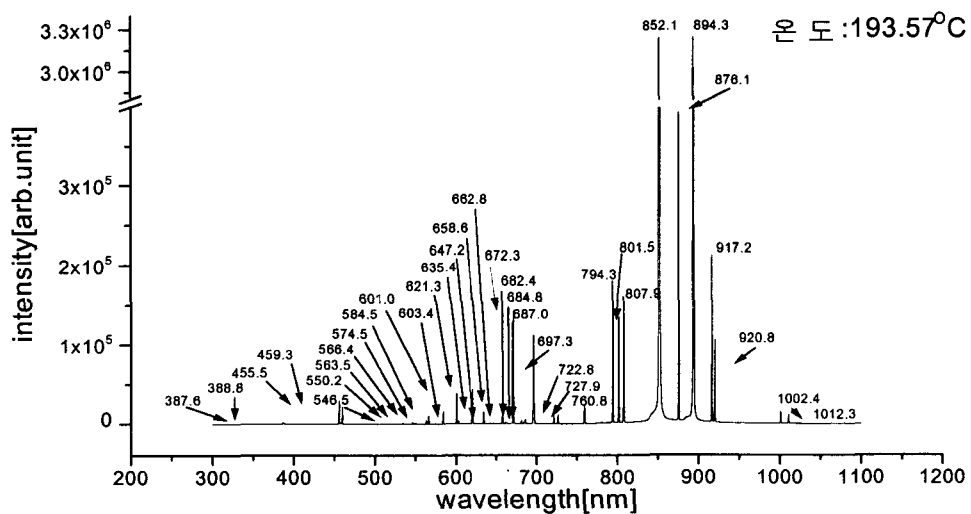
iamjp@hanmail.net

에너지풀링충돌은 여기된 원자들끼리 서로 충돌하여 하나의 원자는 바닥상태의 에너지 준위의 상태가 되고, 다른 하나의 원자는 더 높은 에너지 준위의 상태로 여기되는 현상이다. 이러한 에너지풀링충돌은 알카리원자에 대해서 많이 연구되어지고 있다.⁽¹⁾

가열한 세슘셀에 세슘의 D₂(852nm)전이선에 맞추어진 레이저를 입사하여, 이 때 발생하는 형광신호를 관측하였다. D₂전이선 형광신호외에 다양한 파장의 형광신호가 관측되었다. D₂전이선에 의해 여기되어진 세슘원자의 경우에 에너지풀링충돌 과정은



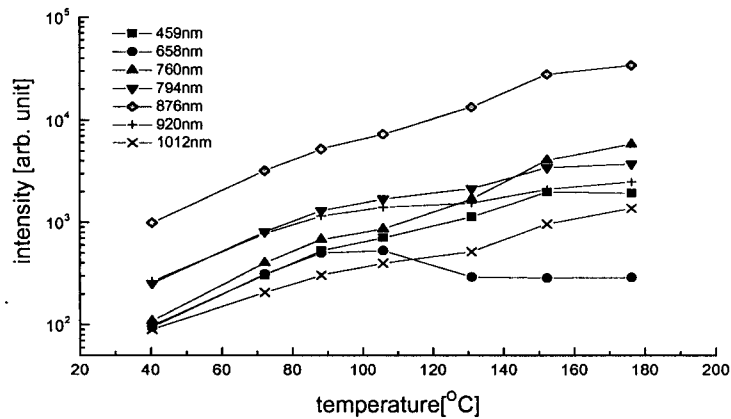
과 같이 나타낼 수 있다. 6P_{3/2}의 에너지 준위로 여기된 세슘원자들은 에너지풀링충돌에 의해 6S_{1/2}의 바닥상태와 다른 여기상태의 에너지 상태가 된다. 이렇게 높은 여기상태로 된 원자들이 낮은 에너지 상태나 바닥상태로 떨어지면서 다양한 형광을 발생시킨다.



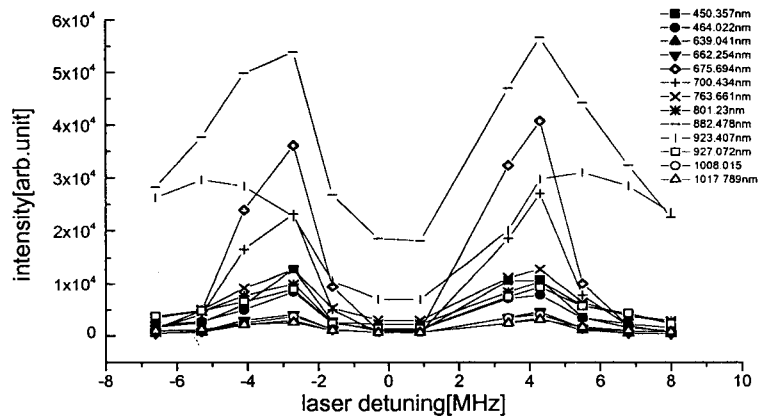
[그림1] 가열된 세슘셀에서 측정된 형광신호

세슘셀을 가열하는 온도와 레이저의 주파수에 따라 발생하는 형광신호의 파장과 세기분포를 측정하였다. 세슘셀을 473K 정도로 가열하였을 때 optical multichannel analyzer에 의한 측정결과, 형광신호는 456.5nm, 459.3nm, 794.3nm, 894.3nm, 917.2nm, 1002.4nm, 1012.3nm 등 40 여개의 파장 분포를 가지고 있었다. 이러한 형광신호의 파장은 8S, 7P, 6D, 5D, 4F 등의 세슘의 높은 에너지 준위에서 $6P_{3/2}$, $6P_{1/2}$, $6S_{1/2}$ 로 전이할 때에 발생하는 파장들이다. 이러한 형광신호들의 세기는 852nm 형광신호 세기와 비교하여 각각의 에너지 준위로의 에너지풀링충돌계수를 결정하였다.

이러한 에너지풀링충돌 현상은 원자 포획 실험에서 높은 밀도를 갖는 원자들의 충돌에 의한 포획원자의 손실계수를 측정할 수 있고 이원자분자(dimer) 형성과정 관측에 응용될 수 있다.



[그림2] 온도변화에 따른 형광신호세기의 변화



[그림3] 레이저주파수의 변화에 따른 형광신호세기의 변화

참고문헌

1 Z.J. Jabbour, R. K. namiotka, and J. Juennekens, "Energy-pooling collisions in cesium: $6P_J + 6P_J \rightarrow 6S + (nl = 7D, 6D, 8S, 4F)$ ", Phys. Rev. A54, 1372-1384 (1990)