

굴절율이 다른 경계 근처에서의 원자의 자발방출 특성 연구

Spontaneous emission near dielectric interface

강윤식, 김기식, 노재우, 박대윤, 김형주
 인하대학교 물리학과
 g1983678@inhavision.inha.ac.kr

본 연구에서는 굴절율이 서로 다른 경계면 근처에 원자가 놓여있는 경우, 조건 변화에 따른 원자의 자발방출의 변화에 대해 다루었다.

굴절율이 작은 쪽의 경계에 있는 원자가 여기상태에 있는 경우, 양쪽 매질로 자발방출이 가능하다. 굴절율이 작은 방향으로의 자발방출은 자유공간에서의 자발방출과 별 다를바가 없다. 그러나 굴절율이 큰 방향으로의 자발방출의 경우에는 원자가 에바네스cent 파와 상호작용하여 방출하는 경우가 나타나므로 전자와는 다르게 접근해야 한다.

굴절율이 큰 쪽에서 입사하는 모드들 중에서 임계각 보다 큰 입사각을 가진 모드들은 경계에서 전반사한다. 따라서 경계의 저편에 있는 원자와는 상호작용하지 않을 것처럼 여겨지지만, 이 경우 경계면을 따라 진행하는 에바네스cent 파에 의해 그 모드들과의 상호작용이 있게 된다. 이러한 상황들은 평면파에 의한 파의 분해보다는 삼중모드에 의한 파의 분해가 더 유용하다. 삼중모드는 입사, 반사 및 굴절하는 파를 묶어서 하나의 모드로 취급하는 방식이다. 전자의 경우 방출된 빛의 모드와 경계 반대편의 모드들의 상호작용까지 다뤄야 하는데 반해, 후자의 경우는 이미 모드자체가 그것을 포함하고 있기 때문에 단순히 삼중모드와 원자의 상호작용만 다루면 되는 편리함이 있다. 그리하여 삼중모드를 양자화하고, 그것과 원자와의 상호작용을 다루었다.

우선 원자가 굴절율이 작은 영역에 있는 경우, 경계면에서의 거리의 변화에 따른 감쇠율의 변화를 살펴보았다. 경계에서 가까운 경우에는 에바네스cent 파에 의한 상호작용이 크게 나타나서 자유공간에서의 감쇠율보다 더 큰 감쇠율을 가짐을 보았고, 경계에서 매우 멀리 떨어진 경우에는 자유공간에서의 자발방출과 거의 일치하게 됨을 확인하였다.

방출하는 빛의 공간적 분포를 살펴보기 위해 angular spectrum을 계산하였다. 이 경우, 임계각 근처에서 방출율이 가장 크게 나타나, 에바네스cent 파와의 상호작용에 의한 기여가 큼을 확인하였다.

원자가 굴절율이 큰 영역에 있는 경우 및 굴절율의 변화에 따른 방출율의 변화등을 살펴보았다.

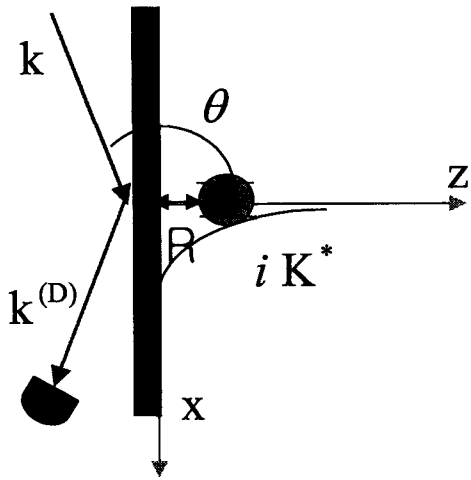


그림 1 삼중모드와 상호작용 하는 여기상태의 원자

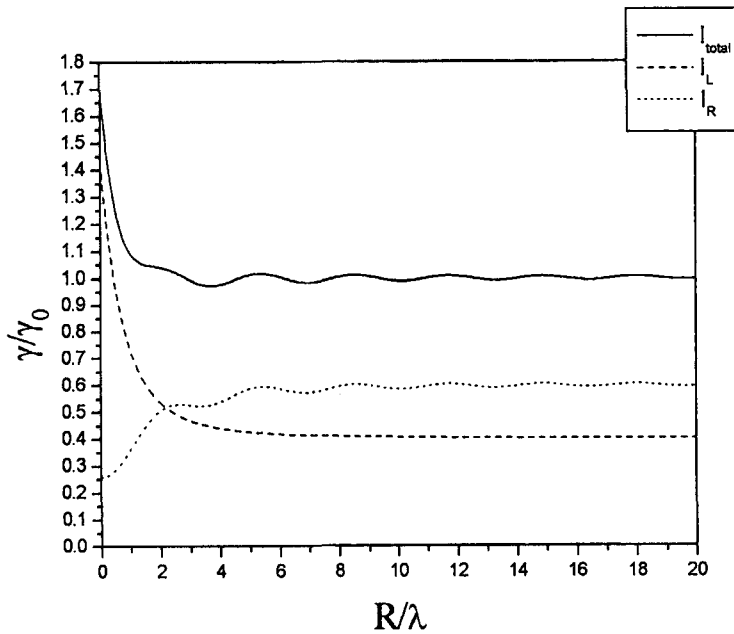


그림 2 경계와의 거리에 따른 자발 방출율. I_{total} 은 전체 자발 방출율을 나타내고, I_R 은 right-mode에 의한, I_L 은 left-mode에 의한 자발 방출율을 나타낸다.

**T
E**