

광자가 충돌할 때: 양자 컴퓨팅 향한 가능한 새로운 경로

(2024.06.18., 양자정보연구지원센터)

- 충돌하는 광자가 소용돌이를 만들고 양자 컴퓨팅의 새로운 경로를 열 가능성이 있음
 - 소용돌이(Vortices), 일반적 물리적 현상으로 은하의 구조, 토네이도와 허리케인, 차 한잔 속, 또는 욕조에서 물이 빠질 때 볼 수 있음
 - 소용돌이는 매우 빠르게 흐르는 공기, 물 또는 다른 물질이 느리게 흐르는 영역과 만날 때 형성됨
 - 소용돌이는 고정된 축을 중심으로 회전하는 흐름이 특징
 - 새로운 종류의 소용돌이가 발견됨(*Science* 발표, Quantum vortices of strongly interacting photons)
 - 와이즈만(Weizmann) 과학 연구소의 Ofer Firstenberg 교수 실험실에서 수행됨
 - 연구팀은 양자 컴퓨터에서 데이터를 처리하는 효율적인 방법을 찾다가 두 광자가 상호작용할 때 소용돌이를 생성한다는 사실을 발견함(interaction between two photons)
 - 실험 방법
 - 10cm 유리 셀을 사용하여 독특한 환경을 만듦
 - 중앙에 약 1mm 길이의 밀도가 높은 루비듐 원자 구름이 있음
 - 광자를 이 구름을 통해 발사하여 통과 후 상태를 조사함
 - 실험 결과
 - 광자가 밀도가 높은 가스 구름을 통과할 때, 다수의 원자를 리드버그 상태로 전자적으로 들뜨게 함(excited)
 - 들뜬 상태의 전자가 인접한 많은 원자에 영향을 미치는 전기장을 생성함

- 두 번째 광자가 첫 번째 광자가 만든 환경을 무시할 수 없으며, 이에 반응하여 속도를 변경함
- 두 광자가 서로 가까이 지나갈 때, 단독으로 이동했을 때보다 다른 속도로 움직임

○ 연구 방향

- 8년 전 연구 시작, 와이즈만 연구진은 원자로 가득 찬 밀도가 높은 초저온 가스 구름을 만들었음
- 가스 구름이 가장 밀도가 높고 광자가 서로 가까이 있을 때, 상호 영향력이 가장 큼
- 광자가 멀어지거나 주위의 원자 밀도가 감소할 때 위상 변화는 약해지고 사라짐
- 두 광자가 일정 거리 떨어져 있을 때 한 쌍의 소용돌이가 발생함

○ 광자 소용돌이(photon vortices)의 이해

- 물속에서 세로로 잡은 접시를 끌 때 발생하는 일을 생각하면 이해할 수 있음
- 두 개의 소용돌이는 3차원 구성인 소용돌이 링의 일부임
- 세 번째 광자를 도입했을 때, 두 개의 소용돌이가 세 광자의 상호 작용에 의해 생성된 3차원 소용돌이 링의 일부라는 것을 발견함

○ 연구의 다음 단계

- 연구팀은 양자 데이터 처리를 목표로 계속 작업하고 있음
- 광자를 서로 충돌시키고 각 광자의 위상 변화를 측정할 것임
- 위상 변화의 강도에 따라 광자는 양자 컴퓨팅의 기본 단위인 큐비트로 사용될 수 있음

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2024/06/07/when-photons-collide-crashing-photons-create-vortices-and-a-possible-new-paths-to-quantum-computing/>