

슈뢰딩거 고양이 상태에서 1,400초 양자 결맞음 달성

(2024.11.05., 양자정보연구지원센터)

- 중국 과학기술대학 연구팀, 1,400초의 결맞음 시간 갖는 슈뢰딩거 고양이 상태(Schrödinger-cat state) 시연
 - 슈뢰딩거 고양이 상태에서 장시간 양자 결맞음 연구
 - 최근 ArXiv에 발표된 연구에서 슈뢰딩거 고양이 상태에서 약 1,400초(약 23분 20초) 결맞음 시간을 달성
 - 중국과학기술대학 연구팀은 이터븀-173 원자의 스핀 상태를 조작해 안정적인 중첩 유지에 성공
 - 이는 양자 계측학(quantum metrology) 분야에서 중요한 진전을 나타내며, 더욱 정밀한 양자 기반 측정에 중요한 발걸음이 됨
 - 양자 계측학과 긴 결맞음 시간의 중요성
 - 양자 계측학은 슈뢰딩거 고양이 상태와 같은 비고전적 상태를 통해 측정 민감도를 향상
 - 슈뢰딩거 고양이 상태는 여러 상태가 동시에 존재하는 양자 중첩 상태를 의미
 - 연구팀은 이터븀 원자의 두 가지 상반된 스핀 상태를 중첩 상태로 생성하여 민감도를 표준 양자 한계 이하로 향상
 - 소멸 방지(decoherence-free) 공간에서 안정성 확보
 - 연구팀은 ‘마법의 파장(magic wavelength)’ 을 사용해 광격자의 소멸 방지 공간에서 원자들을 안정화
 - 광 강도의 변화로 인한 에너지 수준의 이동을 중화해 결맞음을 보호
 - 이터븀-173 원자는 높은 스핀과 강한 양자 결맞음을 보이며, 비선형 스핀 회전을 통해 중첩 상태를 생성

○ 실험 및 응용 가능성

- 실험에서 램지 간섭 기술(Ramsey interferometric technique)을 사용하여 고양이 상태의 안정성을 확인
- 최대 민감도를 나타내는 하이젠베르크 한계(Heisenberg limit)에 근접한 민감도 달성
- 이러한 기술은 고정밀 자기장 측정, 양자 내비게이션, 의료 영상 등 다양한 분야에 응용 가능성
- 긴 결맞음 시간은 초정밀 원자 시계 및 새로운 물리적 현상 탐색에도 기여 가능

○ 한계 및 미래 연구 방향

- 실험 환경은 복잡하고 스케일링이 어려워 즉각적 실용화에 한계
- 실험 외부에서의 안정성 유지가 어려울 수 있으며, 이터븀-173에 의존하는 제한성 존재
- 향후 연구는 결맞음 시간 연장 및 다입자 시스템으로의 확대를 목표
- 진공 기술 향상 및 소멸 방지 공간 기술 개선으로 추가 발전 기대
- 향상된 기술은 중력과 탐지 및 새로운 입자물리 실험에도 활용 가능성

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2024/10/31/study-achieves-1400-second-quantum-coherence-in-schrodinger-cat-state/>