

인저리타임

Home > 사이언스 > 교양과학 >

교양과학

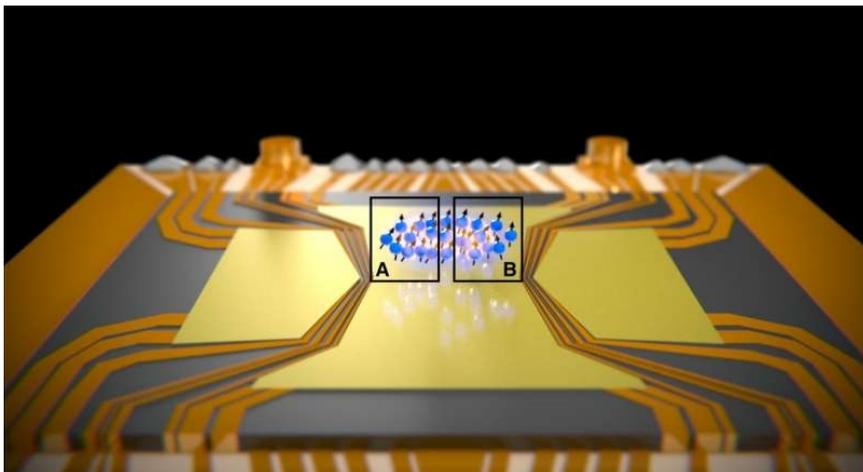
'유령 같은 원격작용', 다원자 덩어리에서도 확인되다



By 조송현

On 2018년 4월 30일

3,720



전자기장에 의해 마이크로 칩 위에 붙들려 있는 원자 구름 개념도. 공간적으로 분리된 영역 A와 B 사이에서 얽힘 현상이 관찰되었다. 출처 : 스위스 바젤대학 물리학과

아인슈타인이 '말도 안 된다'는 뜻으로 '유령 같은 원격작용 (spooky action at a distance!)'이라고 소리친 '양자 얽힘 (quantum entanglement)' 현상이 광자가 아닌 다원자 덩어리(massive atoms system)에서 처음으로 확인됐다.

이는 질량이 큰 거시세계 물질 간의 양자 얽힘 탐구의 문을 활짝 열었다는 평가를 받는다. 또 양자 컴퓨팅, 양자통신 등 차세대 양자기술의 획기적인 발전에도 기여할 것으로 기대를 모은다.

세계적인 과학학술지 사이언스(Science) 최근호는 이에 관한 논문 세 편(논문1, 논문2, 논문3)을 나란히 실었다. 각각 독일 하노버대학, 스위스 바젤대학, 독일 하이델베르크대학 연구팀의 논문이다.

입자들 간의 얽힘은 특정 상호작용으로 생성된 일종의 고리 같은 것으로 서로의 행동을 본질적으로 연결한다. 이를 통해 우리는 얽힌 입자 중 하나를 측정함으로써 그 파트너 입자에 즉각적으로 영향을 줄 수 있다.

그동안 물리학계는 '양자 얽힘' 현상을 의심하지 않을 정도로 많이 확인했다. 심지어 중국의 연구팀은 양자 얽힘을 이용해 7600km에 이르는 장거리 양자통신 실험에도 성공했다. 하지만 이들 실험은 모두 질량이 없는 광자(photon)를 이용했다.

이번에 논문을 실은 세 연구팀은 공간적으로 분리된 '극저온 원자 구름(clouds of ultracold atoms) 사이의 얽힘 현상을 독립적으로 확인했다.

이들 실험의 개념은 공교롭게도 비슷하다. 다만, 이들 실험의 세부 사항은 조금씩 다른데, 사용된 원자의 개수가 약 590개에서 1만1000개로 차이가 난다.

연구팀은 모두 질량이 제로(0)인 광자 대신 비교적 무거운 원소인 루비듐(원자번호 37, 원자량 85.48)을 사용했다. 그리고 연구팀은 모두 루비듐 원자를 절대온도 0도에 가깝게 냉각해 '보즈-아인슈타인 응축(Bose-Einstein condensate, BEC)' 상태로 만드는 것으로 다원자의 얽힘 실험을 시작했다.

BEC 상태는 일종의 냉각된 원자 구름으로, 모든 원자들은 동일한 성질을 갖는 입자들처럼 행동하고, 따라서 동일한 양자 상태를 갖는다.

연구팀은 보즈-아인슈타인 응축 상태를 만든 다음 입자 사이의 상호작용을 유도하여 각 원자의 스핀 상태를 얽히게 만든다.

그 다음, 원자를 가둔 트랩을 느슨하게 이완하면 원자 구름이 퍼져나가고, 결국 두 개의 작은 구름(A, B)으로 나뉘어진다. 이렇게 원자 구름이 분리되면 얽힘이 보존될까 아니면 깨질까?

이를 확인하기 위해 연구팀은 고주파를 사용하여 입자를 조작함으로써 각 구름에서 입자의 특정 스핀 상태를 관측했다. 얽힘이 보존된다면, 구름 A 안의 입자의 스핀 상태는 구름 B 안

의 입자의 스핀 상태와 높은 관련성을 보여야 한다. 이는 한 쪽의 스핀 상태를 관찰하면 다른 쪽의 스핀 상태가 즉각 결정되고, 그 반대의 경우도 마찬가지이기 때문이다.

연구팀은 정확하게 이 현상을 발견했다. 얽힘은 얽힌 시스템의 한 부분에 대한 측정이 다른 부분을 특정 상태로 '조종(steer)'하는 데 사용될 수 있는 '양자 조향(quantum steering)'을 허용한다. 이는 이번 세 연구팀의 실험 중 두 실험에서 입증되었다.

양자 얽힘 현상이 광자만의 특성이 아니라 질량을 가진 물질에도 성립한다면 그야말로 '우주는 공간적으로 얽혀 있다'고 말할 수 있게 된다. 이런 점에서 이번 연구는 얽힘을 비롯한 양자 얽힘 연구의 신기원이란 평가를 받을 만하다.

또 이번 연구는 '광자 얽힘'보다 더 많은 입자들의 얽힘을 이용함으로써 머지 않아 양자 컴퓨팅과 양자 통신 그리고 초정밀 측정의 과학인 계측학(metrology) 분야에 응용될 전망이다.

기사 출처

Science :

DOI : 10.1126 / science.aao1850

Spatial entanglement patterns and Einstein-Podolsky-Rosen steering in Bose-Einstein condensates

DOI : 10.1126 / science.aao2254

Spatially distributed multipartite entanglement enables EPR steering of atomic clouds

DOI : 10.1126 / science.aao2035

Entanglement between two spatially separated atomic modes

Phys.org : Einstein-Podolsky-Rosen paradox observed in many-particle system for the first time



보즈-아인슈타인_응축

아인슈타인_유령_같은_원격작용

양자_얽힘



조송현

인저리타임 편집장/동아대 겸임교수/국제학 박사
(Ph.D.), 물리학 석사(상대성이론 전공)

전 국제신문 논설위원/정치부장/사회부장/문화부장/노조
위원장

저서: '우주관 오디세이', '과학과 인문학의 대화'(공저)

제호 : 인저리타임/ 주소 : 부산시 연제구 고분로 200 LG@112-1501/
연락처 : 051-951-3112
등록번호 : 부산, 아00304/ 등록일 : 2018-04-18/ 발행인·편집인·청소
년보호책임자 : 조송현

©2018-All Rights Reserved. 무단전재 및 배포 금지.