

물리법칙의 대칭성, 일반인을 위한 CPT 정리

거울 속을 들여다 보자. 거울에 비친 물체의 움직임이 거울 밖의 물체의 움직임처럼 물리법칙을 따를까? 사실 거울안의 물체들은 왼쪽과 오른쪽이 바뀌었다는 것 이외에는 모든 것이 똑같다. 뉴턴의 법칙을 아무리 살펴 봐도 거울 속의 물체들이 뉴턴의 법칙을 위배하는 것처럼 보이지 않는다.

사실 이 우주 상에 존재한다는 네 가지 힘(중력, 전자기력, 강력, 약력) 중에 세 가지 힘(중력, 전자기력, 강력)은 왼쪽과 오른쪽을 서로 바꿔도 힘이 바뀌지 않는다. 그러나 약력의 경우 왼쪽과 오른쪽을 구별한다. 두 중국인 이론물리학자가 이를 확인할 수 있는 실험을 제안하였고, 이 실험은 성공적으로 약력에서는 왼쪽과 오른쪽을 구별한다는 사실을 밝혀내, 두 중국인 이론물리학자는 1957년 노벨상을 수상하였다. 즉 다시 말해, 중력, 전자기력, 강력이 어느 물체에 작용하는 경우 거울 속에 비친 그 물체의 상도 물리법칙을 만족하는 것처럼 보이나, 약력의 경우 거울속에 비친 물체의 모습이 바깥에서 볼 때 물리 법칙을 위배하는 것처럼 보인다는 사실이다. 오른쪽과 왼쪽을 서로 바꾸는 것을 영어로 parity inversion이라고 한다. CPT의 P는 parity inversion을 의미한다.

그럼 C는 무엇일까? C는 charge conjugation으로 +극을 -극을 서로 바꾸고 자석의 N극과 S극을 서로 바꿔주는 것을 의미한다. 즉 물리 공식이 charge conjugation에 불변이라면, 이 말은 모든 전하의 부호와 자석의 극을 서로 바꿔주어도 물리 공식이 그대로 성립되는 것을 의미한다. 실제로 전자기력이 그러하다. 그러나 물론 모든 물리 공식이 charge conjugation에 불변인 것은 아니다.

마지막으로 T는 time reversal을 의미한다. 이것은 시간의 진행방향을 바꾸는 것을 의미한다. 즉, 어느 물체의 움직임을 카메라로 찍어서, 되감기 버튼을 누르면서 비디오를 재생했을 때 비디오 화면 안이 물리 공식을 지키는 것처럼 보인다면, 이 물리 법칙은 Time reversal에 불변이라고 할 수 있는 것이다. 사실 중력의 경우 그렇다. 공을 위로 던지면, 공이 위로 올라갔다 내려 올 것이다. 이를 되감기 버튼을 누르면 공이 위로 올라가는 내려오는 걸로 바뀌고, 내려가는 것은 올라가는 것으로 바뀔 것이다. 그래서 결국, 되감기 된 화면도 물리 법칙을 위배하지 않는 것처럼 공이 올라갔다 내려오는 걸로 보일 것이다. 그러나 물론 모든 물리 공식이 Time reversal에 불변인 것은 아니다.

그럼 CP란 무엇일까? 이는 Charge conjugation과 Parity inversion을 함께 하는 것을 의미한다. 즉, +극과 -극 N극과 S극을 서로서로 바꾼 다음에 왼쪽과 오른쪽을 바꾸는 것이다. 그래서 어느 물리 공식이 CP에 불변이다 불변하지 않다고 이야기를 할 수 있는 것이다.

그럼 CPT란 무엇일까? 이는 말 그대로 Charge conjugation과 Parity inversion, Time reversal을 함께 하는 것을 의미한다. 즉, +극과 -극, N극과 S극을 서로 서로 바꾼 다음 왼쪽과 오른쪽을 바꾸고 시간의 흐름을 반대로 바꿔주는 것을 말한다. 놀랍게도 어떠한 물리 법칙이라도 항상 CPT에 불변이라는 것이 1950년대에 증명되었다. 즉, C, P, T 자체에는 물리 법칙이 위배되는 것처럼 보이나, 이 세 개를 한꺼번에 해주면, 물리 법칙이 항상 변하지 않는다는 것이다.