

양자(量子)는 원자, 전자, 광자 등의 덩어리진 작은 입자를 말하며, 양자 물리학은 양자들이 입자와 파동이라는 이중적인 속성을 갖고 있음에 ㉠ 주목하는 학문이다. 파동의 특징 중 하나는 '중첩'인데, 중첩이란 기타 줄을 튕겼을 때처럼 파장이 다른 여러 파가 겹쳐 있는 상태를 말한다. 전자가 원자핵을 도는 것도 여러 개의 파들이 중첩된 파동으로 볼 수 있다. 전자가 어떤 곳에서 발견될 수 있는가는 확률로 주어지는데, 측정을 하게 되면 '중첩' 상태가 깨지고 특정 값을 갖는 상태로 '확정'된다. 이는 측정 행위가 파동에 ㉡ 영향을 주었기 때문으로 생각되며, 따라서 중첩된 상태의 모든 값을 측정했다고 할 수 없다. 이를 양자 물리학의 정론인 코펜하겐 해석이라고 한다.

확률을 세계의 본질로 보고 미래의 우연성을 ㉢ 용인하는 이러한 경향에 대해 아인슈타인은 "신은 주사위 놀이를 하지 않는다."라는 말로 비판한 바 있다. 그는 양자 물리학이 우주의 숨은 변수들을 모두 알게 되면 확률이 아닌 정확한 수치를 측정할 수 있을 것이라고도 했다. 그에게 우주의 인과 관계는 신의 질서와도 같아서, 단순하고 명쾌한 이론으로 아름답게 설명되어야 하는 것이었다.

양자 물리학이 ㉣ 전제로 삼고 있는 '중첩' 상태의 깨짐과 상태의 '확정'에 대해 다양한 해석들이 제출되었는데, 폰 노이만은 측정 장비들도 양자로 ㉤ 구성되어 있으므로, 측정 단계에서는 '중첩' 상태의 변화가 없고, 측정 결과를 '인간이 인식할 때' 비로소 '중첩'이 깨지고 값이 '확정'된다는 다소 급진적인 주장을 내놓았다.

이에 대해 슈뢰딩거는 '슈뢰딩거의 고양이'라는 사고 실험을 제안했다. 쇠로 된 상자 안에 고양이와 방사성 원자, 방사선 검출기, 그리고 독약병을 넣어둔다. 양자인 방사성 원자는 한 시간에 50%의 확률로 붕괴하여 방사선을 방출하도록 되어 있으며, 방사선이 검출되면 독약병이 깨지고 고양이에게 치명적인 독가스를 발생시키도록 기계 장치가 설치되어 있다. 한 시간이 지난 후 고양이의 생사는 어떻게 되었을까?

폰 노이만의 해석을 따르자면, 한 시간이 지나도 여전히 상자 안의 고양이는 살아 있는 상태와 죽어 있는 상태의 '중첩'된 상태에 있지만, 상자를 열어 생사를 확인하는 순간 두 상태 중의 하나로 '확정'된다. 고양이의 생사를 결정하는 계기가 되는 것은 생사를 확인하는 행위이며, 고양이의 생사는 '중첩'된 상태와 확인 행위와의 상호 작용의 결과라 할 수 있다. 그러나 ㉦ 슈뢰딩거의 해석을 따르자면, 반생반사(半生半死)의 고양이는 있을 수 없다. 한 시간 후 고양이의 생사는 이미 결정되어 있으며, 상자를 열어 보는 행위는 이미 벌어진 일을 확인하는 데 불과하다.

한편, '슈뢰딩거의 고양이'에 대해 코펜하겐 해석을 정밀하게 적용하면 다음과 같은 결론을 얻게 된다. 아무리 작은 검출기라도 양자적인 특성을 온전히 갖기엔 거시적이다. 따라서 방사성 원자의 중첩 '상태'를 깨뜨리고 특정한 상태로 '확정'시킨 것은 고양이의 상태를 확인하는 사람이 아닌 검출기라는 것이다. 많은 해석 중에서 이는 가장 많은 물리학자들의 지지를 받았다. 이와

같은 일련의 과학 논쟁을 촉발한 '슈뢰딩거의 고양이' 사고 실험은 파동의 '중첩' 상태가 '확정'되는 시점에 대한 문제의식을 담은 것으로, 미시 세계의 원인과 거시 세계의 결과를 연결시켜 놓았다는 의의를 갖는다.

수많은 학자들의 비판과 기여 속에 양자 물리학은 20세기 물리학의 중심으로 자리 잡았다. 21세기에 들어서 보안성이 높은 양자 암호와 우수한 성능이 기대되는 양자 컴퓨터 등 양자 물리학을 이용한 기술은 점차 우리 생활 속에서 현실화되고 있다.

㉧ 그러나 여전히 슈뢰딩거의 고양이는 물리학자들의 머릿속에서 생사의 기로에 놓여 있다.

\* 사고(思考) 실험 : 실행 가능성이나 입증 가능성에 구애되지 아니하고, 사고상만으로 성립하는 실험. 하나의 이론 체계 안에서의 연역 추리의 보조 수단으로 쓰임.

107. 밑글에 대한 이해로 적절하지 않은 것은?

- ㉠ 코펜하겐 해석에 따르면, 세계의 미래는 결정되어 있지 않다.
- ㉡ 아인슈타인은 세계를 이해할 때 확률과 우연을 배제하고자 했다.
- ㉢ 아인슈타인은 우주가 엄밀한 인과 관계로 작동하고 있다고 보았다.
- ㉣ 양자 물리학에서는 양자가 입자와 파동의 이중적 속성을 가지고 있다고 보았다.
- ㉤ 코펜하겐 해석에서는 양자의 상태를 정확한 수치로 측정하는 것이 가능하다고 보았다.

108. <보기>에서 ㉠에 해당하는 것만으로 짝지은 것은? [3점]

< 보 기 >

㉠. 중첩된 상태를 특정한 상태로 확정하는 것은 검출기이다.  
 ㉡. 살아 있으면서 동시에 죽어 있는 고양이는 있을 수 없다.  
 ㉢. 상자를 열어 확인하는 순간 고양이의 중첩 상태가 깨진다.  
 ㉣. 상자를 열어서 결과를 확인하는 행위와 고양이의 생사는 독립적이다.  
 ㉤. 고양이의 생사는 중첩 상태의 고양이와 상자를 열어서 확인한 사람의 상호 작용의 결과이다.

- ㉠ ㄱ, ㄷ                      ㉡ ㄱ, ㄴ                      ㉢ ㄴ, ㄷ
- ㉣ ㄴ, ㄹ                      ㉤ ㄷ, ㄹ

109. ㉠의 의미를 해석한 것으로 가장 적절한 것은?

- ㉠ 실제로 수많은 고양이들이 실험의 대상이 되고 있다.
- ㉡ 양자 물리학은 '중첩' 상태에 대해 정확히 이해하고 있다.
- ㉢ 미시 세계의 원인과 거시 세계의 결과는 연결되어 있지 않다.
- ㉣ '슈뢰딩거의 고양이' 사고 실험이 지닌 문제의식은 여전히 유효하다.
- ㉤ 실제 실험이 아닌 사고 실험이라는 점에서 고양이를 이용한 실험은 한계를 지닌다.